

УДК 372.853

ББК 83я73

Б12

Копіювання, сканування на електронні носії і тому подібне, посібника в цілому, або будь-якої його частини заборонено

Схвалено для використання у загальноосвітніх навчальних закладах (лист Інституту інноваційних технологій і змісту освіти Міністерства освіти і науки України № 141/12-Г-726 від 21.05.2014)

Укладачі:

Бабаєва Ніна Антонівна, к.п.н., доцент

Коробова Ірина Володимирівна, к.п.н., доцент

Рецензенти:

Шарко В.Д. – доктор педагогічних наук, професор кафедри теорії і методики вивчення природничо-математичних та технологічних дисциплін КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти» ХОР.

Семененко І.Б. – викладач фізики Херсонського Академічного ліцею імені О.В.Мішукова при ХДУ ХМР.

Для слухачів курсів післядипломної освіти та студентів денної, заочної та екстернатної форм навчання

Галузь знань: 0402 Фізико-математичні науки

Напрямок підготовки: 6.040203 Фізика*

© Бабаєва Н. А., 2014

© Коробова І. В., 2014

ЗМІСТ

| | |
|---|-----|
| ПЕРЕДМОВА | 4 |
| ВСТУП (НАВЧАЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У ШКОЛІ) | 6 |
| Демонстраційні досліди | 6 |
| Фронтальні лабораторні роботи | 8 |
| Короткотривалі фронтальні досліди і спостереження | 14 |
| Лабораторний фізичний практикум | 15 |
| Експериментальні задачі | 16 |
| Домашні досліди і спостереження | 19 |
| РОЗДІЛ 1. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ У 7 КЛАСІ | 22 |
| 1.1. Демонстраційний і лабораторний експеримент під час вивчення розділу «Фізика як природнича наука. Методи наукового пізнання» | 22 |
| 1.2. Демонстраційний і лабораторний експеримент під час вивчення розділів «Механічний рух», «Взаємодія тіл. Сила»: Сили в природі | 40 |
| 1.3. Демонстраційний і лабораторний експеримент під час вивчення розділу «Взаємодія тіл. Сила»: Тиск твердих тіл, рідин і газів | 66 |
| 1.4. Фізичний експеримент під час вивчення розділу «Взаємодія тіл. Сила»: Закон Архімеда. Плавання тіл | 85 |
| 1.5. Демонстраційний і лабораторний експеримент під час вивчення розділу «Механічна робота та енергія» | 102 |
| РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ У 8 КЛАСІ | 115 |
| 2.1. Демонстраційний експеримент під час вивчення розділу «Теплові явища» | 115 |
| 2.2. Лабораторний експеримент під час вивчення розділу «Теплові явища» | 132 |
| 2.3. Навчальний експеримент з теми «Електричні явища» | 144 |
| 2.4. Шкільні демонстраційні електровимірювальні та інші прилади, їх використання | 155 |
| 2.5. Демонстраційний експеримент з теми «Електричний струм» | 170 |
| 2.6. Шкільні лабораторні електровимірювальні прилади та їх використання під час вивчення теми «Електричний струм» | 180 |
| РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В 9 КЛАСІ | 196 |
| 3.1. Навчальний експеримент з розділу «Магнітні явища» | 196 |
| 3.2. Навчальний експеримент з розділу «Світлові явища» | 226 |
| 3.3. Навчальний експеримент з розділу «Механічні та електромагнітні хвилі» | 246 |
| 3.4. Навчальний експеримент з розділу «Фізика атома та атомного ядра. Основи атомної енергетики» | 253 |
| 3.5. Навчальний експеримент з розділу «Рух і взаємодія. Закони збереження в механіці» | 257 |
| РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬНО-РЕФЛЕКСИВНИЙ БЛОК | 269 |
| 4.1. Індивідуальні завдання | 269 |
| 4.2. Тестові завдання | 274 |
| БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК | 302 |
| ДОДАТКИ (ОПОРНІ КОНСПЕКТИ) | 307 |

ПЕРЕДМОВА

Даний навчально-методичний посібник створений на основі оновлення та доповнення змісту і структури посібників, виданих авторами раніше, а саме: «Методичні рекомендації до лабораторного практикуму з дисципліни «Шкільний фізичний експеримент» - частини 1 та 2 видавництва 2003 та 2004 років. Матеріал структурований у відповідності до нового Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти (2012).

Зміст посібника відповідає програмі методичної дисципліни «Шкільний фізичний експеримент», що викладається у Херсонському державному університеті та інших ВНЗ. Матеріал, що увійшов до посібника, апробовано протягом 10 років викладання авторами під час методичної підготовки студентів – майбутніх учителів фізики та перепідготовки вчителів фізики на курсах післядипломної освіти педагогічних кадрів.

У «Вступі» посібника описано загальні вимоги до підготовки та проведення всіх видів навчального фізичного експерименту; дано поняття про похибки вимірювання доступним для учнів способом.

Розділи 1-3 присвячені методиці і техніці проведення навчального експерименту у 7, 8 та 9 класах відповідно. Специфікою посібника є те, що всі види навчального експерименту, які в ньому представлені, органічно поєднано з методикою викладання певних тем курсу фізики. Крім видів навчального експерименту, передбаченого шкільною програмою (демонстраційні досліди, фронтальні лабораторні роботи, роботи фізичного практикуму), у посібнику:

- містяться експериментальні задачі;
- пропонуються рекомендації щодо виготовлення саморобних фізичних приладів та проведення з ними дослідів;
- показано, як звичайні лабораторні роботи можна зробити дослідницькими;
- наведено взірці оформлення лабораторних робіт учнями.

Досліди з теми «Геометрична оптика» охоплюють матеріал не тільки основної, але й старшої школи, тому у посібнику пропонуються інструкції до робіт фізичного практикуму, який проводиться у 10-11 класах. Включення до посібника експерименту з геометричної оптики не тільки для основної, але й для старшої школи дає можливість показати вчителям та студентам, як можна по-різному виконати одну й ту саму лабораторну роботу (наприклад, «Визначення показника заломлення скла») в основній та у профільній школі.

У контрольно-рефлексивному блоці (розділ 4) до змісту посібника додано типові індивідуальні завдання для слухачів (студентів) з метою формування в них таких методичних умінь, як проектувальні, ціле-мотиваційні, інформаційні, комунікативні, організаційно-управлінські та контрольно-оцінювальні. Викладач може значно розширити коло індивідуальних завдань, запропонувавши слухачам (студентам) самостійно зробити вибір конкретного досліду, якого буде стосуватися дане завдання. Презентація індивідуальних завдань може бути способом захисту з дисципліни.

Крім індивідуальних, цей розділ містить 129 тестових завдань, які дають можливість викладачеві під час допуску до виконання робіт врахувати індивідуальні схильності слухача (студента) отримувати допуск в усній формі, відповідаючи безпосередньо викладачу, або у письмовій – за допомогою тестів, які легко й швидко можуть бути перевірені.

У посібнику містяться 146 рисунків, 25 зразків оформлення лабораторних робіт, 18 опорних конспектів (у додатках), список літератури із 49 джерел.

ВСТУП

НАВЧАЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У ШКОЛІ

Фізика – наука експериментальна. Усі її висновки і досягнення спираються на правильно поставлений експеримент, спостереження і вимірювання. Тому і вивчення курсу фізики в школі пов'язується з експериментом. Основні етапи формування фізичних понять не можуть бути ефективними без використання фізичних дослідів.

Навчальний фізичний експеримент виступає як джерело знань, один із методів навчання і як один із видів наочності.

Ще у 1900 році відомий російський фізик, професор О.Д.Хвольсон в одній із своїх доповідей звертав увагу на те, що «викладання фізики, в якому експеримент не становить основи і наріжного каменя всього викладу, треба визнати мало корисним і навіть шкідливим» [11, 14, 40].

Розрізняють наступні види шкільного фізичного експерименту:

- демонстраційні досліди;
- фронтальні лабораторні роботи;
- короткотривалі фронтальні досліди і спостереження;
- лабораторний фізичний практикум;
- експериментальні задачі;
- домашні досліди і спостереження.

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ ДОСЛІДИ, МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЇХ ПРОВЕДЕННЯ

Демонстраційний експеримент є одним з необхідних елементів процесу навчання фізики. Виконує цей експеримент учитель.

Педагогічної ефективності будь-якого демонстраційного експерименту можна досягти тільки тоді, коли вчитель буде додержуватися певної методики проведення демонстраційних дослідів.

По-перше, демонстраційні досліди повинні мати органічний зв'язок з поясненням нового матеріалу. Тому такі досліди повинні бути короткочасними,

але ясними і переконливими. Ці якості таких дослідів визначаються в основному **технікою їх постановки**.

Друге методичне питання – місце демонстраційного досліду на уроці. Його розв'язання пов'язане з вибором вчителем методики викладу нового матеріалу. В залежності від цього демонстрація досліду може передувати поясненню, може використовуватися під час пояснення; в деяких випадках може демонструватися двічі – на початку уроку для створення проблемної ситуації і після пояснення матеріалу.

Які **вимоги** до класних демонстрацій?

Перша основна вимога до демонстраційного експерименту – це його **раціональна короткочасність**. Під час уроку майже виключається можливість повторення одного й того самого досліду. Тому кожний дослід на уроці **обов'язково** повинен вдаватися відразу.

Звідси випливає **друга** необхідна вимога – це повна **забезпеченість удачі досліду**. Тому при підготовці демонстраційного експерименту треба кілька разів перевірити дослід, щоб один раз добре його показати.

Третя необхідна вимога – **добра видимість** досліду, який демонструється. Щоб забезпечити видимість, треба:

- демонстраційний стіл розміщувати на подіумі, все зайве з нього забирати;
- застосовувати спеціальні демонстраційні прилади, які мають достатні розміри, яскраве забарвлення, виразні шкали, великі стрілки-показчики тощо;
- застосовувати підсвічування, спеціальні екрани з білим, темним і матовим покриттям;
- використовувати підйомні столики, штативи, ящики-підставки та інш.

Чітка видимість і виразність приводять до **четвертої** вимоги – **переконливості** демонстраційних дослідів. Такі досліді не повинні викликати в учнів сумніву в їх справедливості і не повинні давати приводу до неправильного тлумачення їх.

Під час підготовки і проведення демонстраційного експерименту треба дотримуватися правил техніки безпеки.

ФРОНТАЛЬНІ ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Фронтальні лабораторні роботи, на відміну від демонстраційного експерименту, виконуються учнями. Вони є невід'ємною складовою частиною занять з фізики в школі, вони сприяють як засвоєнню змісту шкільного курсу фізики, так і формуванню практичних умінь і навичок, зокрема, вимірювальних, розвитку мислення, ознайомленню учнів з методами фізичного дослідження.

Основний мінімум фронтальних лабораторних робіт визначається програмою з фізики. Виконання їх є обов'язковим. Але, залежно від умов даної школи учитель може замінити окремі роботи рівноцінними, а також збільшувати їх кількість (але не зменшувати!).

З метою підвищення ефективності лабораторних робіт в навчальному процесі потрібна активізація розумової діяльності учнів на всіх етапах їх проведення, забезпечення максимальної самостійності і свідомості учнів під час виконання кожної лабораторної роботи. **Свідомість** у роботі учня означає, що він знає, **що, як і чому** він повинен робити.

Але так можна проводити лабораторні роботи тільки тоді, коли вони добре підготовлені і дійсно виступають як логічне завершення або як логічний початок вивчення певної теми.

Характер підготовки залежить від змісту і мети лабораторної роботи. Попередня підготовка до лабораторних занять може бути різноманітною. Велике значення у підготовці має розв'язування відповідних задач, виконання демонстраційного і короткочасного фронтального експерименту, а також домашніх дослідів і спостережень. Під час підготовки звертається увага на умови, дотримання яких може покращити результати експерименту. Іноді доводиться розглядати будову і принцип дії тих приладів, з якими учні вперше зустрінуться під час виконання роботи. Підготовка до виконання конкретної роботи найчастіше здійснюється на декількох уроках.

На уроці, який передує лабораторному заняттю, учням треба дати завдання: вдома продумати хід і написати план виконання роботи, накреслити таблиці для занесення до них результатів досліду, якщо в цьому є потреба.

Перевага попередньої підготовки полягає у тому, що учні із самого початку уроку приступають до виконання роботи, користуючись складеним планом, самостійно здійснюють всі вимірювання і пишуть звіт про одержані результати. Вчитель же всю увагу спрямовує на здійснення контролю за роботою учнівських ланок, на спостереження за практичними діями учнів, їх культурою праці.

Учням, які звітуються на **вищому рівні** складності, доцільно давати завдання **творчого характеру**:

- придумати, як дану роботу можна виконати іншим способом, підібрати самостійно необхідні прилади;
- розробити план **дослідження** залежності між певними фізичними величинами, підібрати для цього обладнання тощо.

У всіх класах і для всіх учнів обов'язковими повинні бути лабораторні роботи **дослідницького** характеру.

Слід відзначити, що підготовка до таких робіт має певні специфічні особливості і тому повинна бути ще більш продуманою. У процесі підготовки до таких робіт треба, по-перше, підвести учнів до висновку про **необхідність дослідження** певного фізичного явища, але не можна повідомляти, які повинні бути результати дослідження. Тільки тоді учні будуть намагатися більш уважно робити вимірювання і більш свідомо робити висновки. Все це підвищує інтерес до виконання дослідницьких робіт. Тому вчитель повинен вибрати, які лабораторні роботи можна виконувати повністю як дослідницькі і проаналізувати, в які роботи можна внести елементи дослідження.

Дуже важливим є питання про оцінювання лабораторних робіт. Слід відзначити, що оцінювати лабораторні роботи треба як за результати, які відображені у звіті, так і за практичні уміння і навички, які виявлені вчителем під час спостереження за роботою учнів. Зауваження, які є наслідком цих

спостережень, обов'язково треба записувати в учнівських зошитах і враховувати їх під час оцінювання роботи.

Щоб досягти позитивних наслідків у проведенні фронтальних лабораторних робіт, учнів треба заздалегідь ознайомити з вимогами, які до них будуть пред'являтися, і не відступати від них під час проведення **всіх** лабораторних робіт.

Під час виконання лабораторних робіт з фізики доводиться вимірювати різні фізичні величини і обчислювати похибки цих вимірювань. Тому вже на початку вивчення фізики в 7 класі учнів треба докладно ознайомити з такими поняттями, як **вимірювання, засоби вимірювання, похибки вимірювання**.

Вимірювання – це знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою **засобів вимірювання**.

Про значення вимірювань образно сказав Д.І.Менделєєв: «Наука починається... з того часу, коли починають вимірювати» [39].

Розрізняють два види вимірювальних засобів – **міри** і власне **вимірювальні прилади**.

Мірою називають такий вимірювальний засіб, який може тільки відтворювати одне або кілька значень величини.

До мір належать лінійка, мензурка, гиря.

Вимірювальним приладом називають такий вимірювальний засіб, який має частини, що сприймають вимірювану величину і перетворюють її у відповідне показання.

Це – термометр, секундомір, амперметр, вольтметр та інші.

Вимірювання можуть бути **прямі** і **посередні**.

Прямі – це вимірювання безпосередньо засобами вимірювання (довжини – лінійкою, температури – термометром, напруги – вольтметром та інш.).

Посередні вимірювання – це визначення значення фізичної величини за допомогою формул, які зв'язують цю величину з іншими фізичними величинами, які вимірюються безпосередньо засобами вимірювання, тобто,

одержуються шляхом прямих вимірювань (вимірювання опору провідника за допомогою амперметра і вольтметра та інш.).

Будь-яке вимірювання неможливо виконати абсолютно точно; під час вимірювань завжди одержуються наближені значення фізичних величин.

Помилки, які виникають під час вимірювання фізичних величин, називають **похибками вимірювань**.

Чим вони обумовлені?

По-перше, у кожному засобі вимірювання вже при його виготовленні виникають похибки, які називають **абсолютними інструментальними похибками**. Границі таких похибок встановлює Державний стандарт.

Знаходять такі похибки за паспортом засобу вимірювання або за допомогою таблиць, в яких наводяться характеристики таких засобів. Такі таблиці є у підручнику для 10 класу (автори Г.Я.М'якішев, Б.Б.Буховцев) у вступі до лабораторних робіт, а також в журналі «Фізика в школі» №2, 1990 (с.58-59). У навчально-наочному посібнику «Вимірювання фізичних величин» (автори В.Г.Нижник, О.Г.Нижник) такий матеріал представлений в таблиці 27.

По-друге, похибки виникають під час виконання самого вимірювання; їх називають **абсолютними похибками відліку**, або **абсолютними похибками відлічування**.

Похибка відліку у більшості випадків вважається рівною половині ціни поділки засобу вимірювання, але може бути і меншою.

Сума інструментальної похибки і похибки відліку дає повну похибку вимірювання, яку називають **абсолютною похибкою вимірювання**:

$$\Delta a = \Delta a_i + \Delta a_e$$

Абсолютна похибка вимірювання завжди округлюється до однієї значущої цифри, причому завжди з надлишком:

$$\Delta a = 0,17 \approx 0,2;$$

$$\Delta a = 0,22 \approx 0,3.$$

Чисельне значення результату вимірювання теж округлюють так, щоб його остання цифра була б у тому ж розряді, що і цифра похибки (якщо $a = 10,332$ і $\Delta a = 0,3$, то треба записувати $a = 10,3$).

Результат прямого вимірювання записують так:

$$A = a \pm \Delta a, \text{ де}$$

A – дійсне значення величини, a – наближене значення, одержане при вимірюванні, Δa – абсолютна похибка вимірювання, яка складається з інструментальної похибки і похибки відліку.

Оскільки у підручнику з фізики для 7 класу [12] виділяється висновок про те, що **найбільша похибка вимірювання дорівнює половині ціни поділки**, то на першому етапі вивчення фізики (7-9 кл.) можна **загальну абсолютну похибку вимірювання вважати рівною саме половині ціни поділки**, але уявлення про похибки інструментальні і похибки відліку обов'язково треба дати.

Слід звернути увагу на те, що від учнів основної школи вимагається записувати з похибкою результати тільки прямих вимірювань. Розрахунок похибок посередніх вимірювань для них не є обов'язковим, але більш сильних учнів бажано з цим ознайомити.

Знання абсолютних похибок вимірювання є важливим, але недостатнім, тому що при однакових абсолютних похибках точність вимірювань може бути різною. Для характеристики точності вимірювань вводиться поняття **відносної похибки**.

Відносною похибкою називають **відношення абсолютної похибки вимірювання до наближеного значення величини, що вимірювалась:**

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a} 100\% .$$

У випадку **прямого** вимірювання абсолютна похибка вимірювання визначається ціною поділки вимірювального засобу і дорівнює половині ціни поділки.

У випадку **посереднього** вимірювання абсолютна похибка Δa визначається за відносною похибкою:

$$\varepsilon = \frac{\Delta a}{a}; \quad \Delta a = a\varepsilon$$

Відносну похибку посередніх вимірювань визначають за наближеними формулами; при цьому враховують, що посереднє вимірювання може являти собою суму, різницю, добуток та інші математичні вирази певних прямих вимірювань; позначимо їх c і d . Тоді:

$$a = c + d; \quad \varepsilon = \frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta c + \Delta d}{c + d};$$

$$a = c - d; \quad \varepsilon = \frac{\Delta c + \Delta d}{c - d};$$

$$a = c \cdot d; \quad \varepsilon = \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta d}{d};$$

$$a = \frac{c}{d}; \quad \varepsilon = \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta d}{d};$$

$$a = c^n; \quad \varepsilon = n \frac{\Delta c}{c};$$

$$a = \sqrt[n]{c}; \quad \varepsilon = \frac{1}{n} \frac{\Delta c}{c}; \quad (a = \sqrt{c}; \varepsilon = \frac{1}{2} \frac{\Delta c}{c})$$

Яким повинен бути звіт про виконання лабораторної роботи?

Звіт повинен бути максимально коротким. Для запису результатів вимірювання можна використовувати таблиці, але зловживати цим не завжди доцільно. Учні повинні навчитися не тільки заповнювати таблиці, але й оформлювати звіт, враховуючи логічну послідовність дій при виконанні роботи, використовувати схематичні рисунки, зокрема такі, які будуть давати вчителю можливість перевірити правильність виконання учнями конкретних дій. До того ж, перенесення в зошит таблиць займає в учнів набагато більше часу, ніж записи іншого типу.

Проте, треба мати на увазі, що все це не догма, і кожного разу треба дивитись, як робити краще – використати таблиці чи написати звіт без таблиць.

Із вищезазначеного видно, що фронтальні лабораторні роботи – це досить складний вид шкільного фізичного експерименту, і вчитель повинен знати основні методичні особливості їх проведення.

КОРОТКОТРИВАЛІ ФРОНТАЛЬНІ ДОСЛІДИ І СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Такі досліди, як показує їх назва, виконуються одночасно всіма учнями класу під керівництвом учителя. Вони органічно пов'язані з матеріалом, який вивчається на даному уроці. Тому вони можуть виконуватися систематично протягом навчального року.

Для виконання фронтальних дослідів застосовують шкільне лабораторне обладнання, а також прості саморобні прилади.

Виконувати такі досліди краще всього ланками з двох учнів. Для полегшення проведення такого виду роботи доцільно в кожному класі створити групу з 4-5 учнів-лаборантів, які будуть допомагати учителю у підготовці обладнання.

Фронтальні короткотривалі досліди значно допомагають учителю під час введення нових фізичних понять, ознайомлення учнів з новими вимірювальними засобами, під час спостереження і вивчення властивостей тіл і явищ, вимірювання фізичних величин тощо. Такі досліди готують учнів до виконання фронтальних лабораторних робіт, сприяють формуванню вимірювальних умінь, ознайомленню з методами експериментальних досліджень.

Автори посібників [17, 34] звертають увагу на те, що фронтальні експериментальні завдання можуть виконуватися як за письмовими інструкціями, так і без них. Це залежить від конкретного змісту пропонуємого завдання.

Так, наприклад, під час вивчення у 9 класі амперметра після загального ознайомлення з ним за допомогою демонстраційного приладу доцільно дати учням фронтальне експериментальне завдання, яке вони повинні виконувати з лабораторними приладами; при цьому бажано дати учням такі **письмові** завдання:

- ознайомтеся з лабораторним амперметром: що означають поділки на шкалі цього приладу – 0, 1, 2 ? Чому дорівнює ціна поділки шкали даного амперметра? Які межі вимірювання сили струму цим приладом?

- зверніть увагу на позначки «+» та «-» біля клем амперметра: як треба це враховувати при вмиканні приладу в електричне коло?

- накресліть схему кола, в яке ввімкнено електричну лампочку і амперметр для вимірювання сили струму в колі; поставте знаки «+» і «-» на полюсах джерела струму і на амперметрі.

Ці завдання повинні бути обов'язковими. Але, якщо дозволяє час, можна дати ще одне завдання:

- складіть це електричне коло, виміряйте силу струму в ньому і результати вимірювання запишіть з абсолютною похибкою.

Як показує цей приклад, такого типу експериментальні завдання краще супроводжувати письмовою інструкцією.

Конкретні поради щодо вибору і проведення короточасних експериментальних дослідів можна знайти в посібниках [17, 18, 34] та інш.

ЛАБОРАТОРНИЙ ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторний практикум був включений в програму з фізики у 1957 році. Він являє собою більш високу форму організації лабораторно-практичних занять у порівнянні з фронтальними лабораторними роботами. Такий практикум проводиться з метою повторення, поглиблення, розширення і узагальнення одержаних учнями знань з різних тем курсу фізики. Використання на ньому більш складного обладнання і більш складного експерименту сприяє подальшому розвитку і вдосконаленню експериментальних умінь учнів.

Проводиться такий практикум у 10-11 класах і, як правило, в кінці навчального року.

Щоб вчитель міг забезпечити проведення практикуму, програма пропонує достатню кількість робіт, з яких можна вибрати такі, які можуть бути поставленими в умовах конкретної школи.

Деякі роботи практикуму вимагають для виконання 2 години, інші – 1 годину. Учитель може розширювати одні роботи або скорочувати інші, тобто робити або всі 2-годинними або, навпаки, 1-годинними, але виконати заплановані програмою години для проведення лабораторного практикуму він повинен обов'язково.

Слід зазначити, що навіть максимальною кількістю вибраних робіт не можна охопити кожну ланку, якщо вона складається з двох учнів. Робити ж ланки більшими з методичної точки зору недоцільно. Тому всі роботи, або деякі з них, треба готувати у двох або трьох екземплярах. Про це вчитель повинен подумати заздалегідь.

Крім того, вчитель повинен знати, що роботи лабораторного практикуму виконуються за письмовими інструкціями, які теж треба своєчасно підготувати.

Проведення лабораторного практикуму включає три етапи: підготовку, виконання і підведення підсумків.

Підготовка учнів до практикуму проводиться поступово, систематично, протягом всього навчального року під час уроків. Безпосередньо перед виконанням практикуму треба провести вступне заняття (1-2 уроки), на якому ознайомити учнів із завданнями практикуму та його змістом, із графіком виконання робіт, правилами поведінки під час занять. Вчитель повинен також дати аналіз кожної роботи і звернути увагу на специфічні умови її виконання, на спеціальні правила техніки безпеки.

Під час виконання робіт практикуму вчитель здійснює спостереження за роботою учнів, з'ясовує рівень їх підготовки, консультиє. Результати цих спостережень і співбесід, як і при виконанні фронтальних лабораторних робіт, враховуються при оцінці робіт.

Після виконання роботи учні пишуть звіт, який здають вчителю для перевірки відразу ж після закінчення роботи (лише в окремих випадках можна дозволити завершувати звіт вдома). До підведення підсумків можна ще включати і захист учнями виконаних робіт. Більш докладно про лабораторний практикум можна прочитати в посібниках [11, 40, 44, 49].

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАДАЧІ

До експериментальних належать такі задачі, постановка і розв'язання яких органічно пов'язані з експериментом. Основною ознакою таких задач є наявність не просто експерименту, а неможливість постановки задачі або здійснення її розв'язку без експерименту.

Експериментальні задачі можна поділити на **якісні і кількісні**. До якісних належать експериментальні задачі, які ставляться з використанням певних фізичних приладів чи установок і не потребують для свого розв'язання кількісних даних і математичних розрахунків. У таких задачах учень повинен або передбачити явище, що спостерігається, або показати певне явище і пояснити його.

Кількісними експериментальними задачами вважають такі, розв'язання яких здійснюється за допомогою математичної обробки даних, знайдених експериментально у процесі розв'язання, тобто, уже після того, як задачу було поставлено.

Експериментальні задачі, як і будь-який експеримент, сприяють підвищенню пізнавальної активності учнів на уроках, розвитку інтересу до фізики, логічного мислення, навчають аналізувати явища, змушують думати і діяти.

Розв'язання експериментальних задач сприяє здобуттю учнями міцних осмислених знань, набуттю умінь користуватись цими знаннями у практичному житті.

Систематичне і послідовне використання експериментальних задач сприяє формуванню наукового світогляду учнів, їхнього діалектичного і фізичного мислення. Експериментальні задачі навчають учнів ставити мету експерименту, планувати хід виконання і виконувати експеримент, робити відповідні висновки. Такі задачі можуть бути поставлені на будь-якому етапі уроку, але при цьому змінюються дидактичні функції задач, методика постановки і розв'язування їх.

Методика розв'язування експериментальних задач має свої особливості. По-перше, це стосується **постановки самої задачі**. Наприклад, треба розрахувати кількість теплоти, яка буде потрібна для нагрівання до кипіння води в даній колбі. Учням обов'язково показують колбу з водою і формулюють умову задачі. Крім того, в деяких задачах повідомляють, якими приладами дозволяється користуватися для розв'язання задачі, в інших – пропонують самим учням підібрати необхідне обладнання. Який варіант краще вибрати, залежить як від умови задачі, так і від того, чому вчитель хоче навчити учнів. Так, якщо в

задачі є певне обмеження щодо використання приладів, то це примусить учнів шукати не зовсім стандартні шляхи для її розв'язання, що буде сприяти розвитку їх розумової діяльності. З цієї точки зору цей варіант буде кращим, але, може, для більшості учнів – складнішим. Для конкретного класу все це доводиться враховувати.

Після постановки задачі переходять до її **осмислення і складання плану розв'язання.**

Так, для наведеної вище задачі у випадку, коли самі учні повинні будуть підбирати обладнання, спочатку з'ясовують, що треба знати, щоб розрахувати потрібну кількість теплоти. Значить, учні повинні працювати з формулою для розрахунку цієї величини: $Q=cm(t_2-t_1)$, причому аналіз задачі повинен підвести їх до висновку, що розрахувати треба два значення кількості теплоти – для води і для колби. Отже, треба вимірювати маси води і колби та їх початкову температуру (кінцева задається).

Подальші міркування дають змогу зробити висновок про те, що масу колби треба виміряти за допомогою важільних терезів, масу води – за її об'ємом, який легко виміряти мензуркою, а початкову температуру – термометром.

Далі йде перехід до наступного етапу у розв'язанні задачі – **здійснення складеного плану, тобто виконання експерименту і розрахунок потрібної кількості теплоти.**

Останній етап у розв'язанні експериментальної задачі, як і будь-якої іншої, – це **дослідження одержаного результату.**

Треба відзначити, що проводити аналіз **правдоподібності** одержаної відповіді в розрахунках кількості теплоти для учнів є не досить легкою справою тому, що взагалі людині у житті не доводиться користуватися такими поняттями, як кількість теплоти, зокрема, у числовому вигляді. У цьому випадку можна тільки рекомендувати учням порівняти одержані значення з тими, які вже зустрічались їм під час розв'язування кількісних задач на розрахунок кількості теплоти.

Що стосується інших тем, то учнів треба навчати знаходити відповідні значення певних фізичних величин у підручниках, збірниках задач, довідниках та іншій літературі, на основі чого і робити відповідні висновки щодо одержаного результату. Матеріал про експериментальні задачі можна знайти в посібниках [1, 11, 47, 51], а самі експериментальні задачі – в різних збірниках задач.

ДОМАШНІ ДОСЛІДИ І СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Домашні досліді і спостереження – це такий вид самостійної роботи учнів з фізики, коли учні за завданням учителя проводять вдома певні досліді і спостереження, які доповнюють вивчений на уроці матеріал. Такий вид експерименту відрізняється від класних лабораторних робіт не тільки тим, що проводиться вдома, а й умовами його виконання. У школі всі необхідні умови для проведення дослідів створює учитель, а вдома учні самі повинні вибрати або створити їх. У цьому полягають труднощі у виконанні домашніх дослідів і в той же час їх перевага. Саме при створенні умов, потрібних для виконання дослідів, в учнів розвиваються творчі здібності та ініціатива, виховується прагнення до перемагання труднощів, відчувається радість творчої праці.

Досвід передових учителів фізики показує, що домашні експериментальні завдання дають добрі наслідки тільки тоді, коли вони виконуються систематично і виступають як обов'язковий вид самостійної роботи учнів. Їх не можна прирівнювати до гурткових занять і перетворювати у добровільний захід для бажаючих.

Більш докладні відомості про домашні досліді і спостереження, а також конкретні завдання можна знайти в посібниках [6, 11, 40, 43, 49].

Майбутній учитель фізики повинен мати уявлення про те, які види фізичного експерименту застосовують у школі, знати методику його проведення і оволодіти технікою постановки такого експерименту.

Дисципліна «Шкільний фізичний експеримент» і виконує ці завдання, тобто, вона виступає як практикум з методики і техніки шкільного фізичного експерименту.

У даному посібнику даються методичні рекомендації студентам та молодим вчителям щодо підготовки і виконання такого практикуму.

Студенти повинні одержувати **допуск** до кожної роботи практикуму. Тільки тоді вони можуть виконувати відповідну роботу.

Для одержання допуску, по-перше, треба знати матеріал шкільних підручників з фізики, тобто, треба виконати «Завдання №1» до кожної роботи практикуму. По-друге, треба знати зміст і методику проведення кожного демонстраційного досліду, а також кожної фронтальної лабораторної роботи. Якщо в роботі пропонуються експериментальні задачі, то розв'язання їх треба підготувати.

Для допуску необхідно також зробити письмові відповіді на всі запитання, що містяться у роботі, схематичні рисунки, деякі висновки до демонстраційних дослідів. Звіт про виконання певної лабораторної роботи оформлюється після її проведення.

У разі неотримання допуску студенту не дозволяється виконувати роботу! Він повинен готуватись до неї і отримати допуск протягом цієї пари, а саму роботу виконати (в 3-денний термін) у позаурочний час у присутності викладача або лаборанта.

Під час виконання роботи студенти повинні дотримуватися правил техніки безпеки, без перевірки викладачем (або лаборантом) зібраної установки або електричного кола не приступати до експерименту.

Для здачі роботи студент повинен мати повністю оформлену роботу (з обчисленнями та висновками), вміти відповісти на запитання викладача та продемонструвати певні досліді.

Треба відзначити, що практикум з методики і техніки шкільного фізичного експерименту не може охопити всі досліді, які передбачаються програмою з фізики, але ознайомлення з більшістю з них може сприяти виробленню у

майбутнього вчителя фізики певних експериментальних умінь, без чого не можна викладати фізику як у школі, так і в будь-якому іншому навчальному закладі.

Мета даного посібника і полягає у тому, щоб допомогти студентам як ознайомитися із змістом шкільного фізичного експерименту, так і набути певних умінь і навичок у використанні різних видів експерименту під час вивчення фізики в школі.

Особливістю даного посібника є те, що він містить не тільки різні експериментальні завдання, що пропонуються в шкільних підручниках і спеціальній літературі з фізичного експерименту, але і конкретні **методичні рекомендації** щодо їх використання на уроках фізики. Тому посібник буде корисним для **вчителів фізики середніх навчальних закладів та студентів – майбутніх учителів фізики.**

Методичні ж рекомендації до всіх видів експерименту з вказаних вище тем являють собою як використання порад, які даються в підручниках і в методичній літературі, так і опис власного досвіду авторів посібника. У цих рекомендаціях автори намагалися показати, як пов'язати кожний дослід з конкретним матеріалом, як дослід може допомогати введенню певних фізичних понять, як покращити виконання в школі фронтального експерименту. Авторами посібника запропоновано в окремих випадках по декілька способів проведення дослідів, та звернуто увагу на застосування в експерименті саморобних приладів.

Користування цим посібником передбачає ретельне попереднє вивчення підручників, на які посилаються автори в завданні №1 до кожної роботи практикуму.

РОЗДІЛ 1

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ У 7 КЛАСІ

РОБОТА №1.1. ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ І ЛАБОРАТОРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ «ФІЗИКА ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА. МЕТОДИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ»

Мета роботи: ознайомитися з методикою проведення демонстраційного і лабораторного експерименту, що використовується на перших уроках і під час вивчення початкових відомостей про будову речовини.

ЗАВДАННЯ № 1

1. Проробити матеріал підручників:

[31] - §§ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, лабораторні роботи №1, 2;

[12] - §§ 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 15, 17, 18;

[45] - §§ 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, лабораторні роботи №1, 2;

[51] - §§ 1, 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14, 15, 16, лабораторні роботи № 2, 3, 4, 5.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках для 7 класу вводяться поняття про **фізичні явища, фізичні тіла**; записати означення цих понять;
- введення поняття **властивості тіла або явища та фізичної величини**; який зв'язок між ними;
- вимірювання фізичних величин; поняття про **засоби вимірювання і похибки вимірювання**;
- як цей матеріал закріплюється при виконанні **лабораторних робіт**;
- для чого у підручниках пропонуються досліди з розширення тіл при нагріванні і стисканні їх при охолодженні; яке відношення вони мають до питань про будову речовини; як цей матеріал пов'язати з питанням про те, як фізики пізнають навколишній світ;
- як і в якій послідовності вивчаються основні положення про будову речовини; які досліди пропонуються у підручниках;

- як в різних підручниках пропонується проводити лабораторну роботу по вимірюванню розмірів малих тіл.

2. За «Вступом» до даного посібника проробити матеріал про всі види шкільного фізичного експерименту; особливу увагу звернути на вимоги до демонстраційного експерименту і на методику підготовки, проведення і оцінювання фронтальних лабораторних робіт, про розрахунок похибок вимірювання.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з демонстраціями фізичних явищ до першого уроку в 7-му класі та виконати їх

Обладнання: кулька, жолоб, візок, «мертва» петля; камертон, камертон на резонаторному ящику, скляний циліндр з водою, колба з водою, пробірка, сухий спирт, сірники, електроплитка; електрофорна машина або прилад «Розряд»; постійний магніт, залізні предмети; модель електромагнітного підйимального крана, з'єднувальні провідники, випрямляч ВС 4-12, штатив з кільцем, вимикач; свічка, збиральна лінза, екран, електрична лампа.

Перший урок фізики в 7-му класі є дуже важливим. Саме на ньому учні одержують певні уявлення про новий предмет, який вони починають вивчати.

З цією метою увага учнів привертається до висновку, що Природу вивчають різні **природничі науки** (фізика, біологія, астрономія та інш.), і що фізику вважають провідною наукою про Природу, тому що вона вивчає **найбільш загальні властивості матерії**. Саме тому інші природничі науки використовують **фізичні знання**.

Логічно постає запитання: що розуміють під **фізичними знаннями**, тобто, **що саме вивчає фізика?**

Щоб відповісти на це запитання, треба ознайомити учнів з **поняттям явища** взагалі і, зокрема, з **поняттям фізичного явища**.

По-перше, треба звернути увагу на те, що у природі весь час відбуваються **певні зміни, або певні події**.

Зміни, або події, що відбуваються у природі, називають явищами.

Зміни, або події, які вивчає і пояснює фізика, називають *фізичними явищами*.

Фізичні явища – це ціла сукупність змін, або подій, які відбуваються у природі. Ці зміни, або події, можуть бути дуже різноманітними. Тому доводиться їх групувати за певними спільними ознаками. Це означає, що фізичні явища можуть бути різних видів.

Ознайомити учнів з різними видами фізичних явищ – це, значить, і дати відповідь на запитання, що вивчає фізика.

На уроці треба продемонструвати механічні, звукові, теплові, електричні, магнітні, електромагнітні та світлові явища тощо.

Слід мати на увазі, що демонстраційний експеримент, який буде використаний на уроці, повинен не тільки дати учням уявлення про основні фізичні явища, але і передбачити можливість постановки перед ними цілої низки проблем, розв'язання яких пов'язане з вивченням фізики.

Назви фізичних явищ, що будуть розглядатися, треба обов'язково записувати на дошці!

Матеріал з даного питання представлений в опорному конспекті №1 (ОК-1) в кінці посібника.

Дослід 1: Демонстрування механічних явищ

Показати рух кульки по жолобу, візка вздовж стола. Звернути увагу на те, що в цих дослідах **змінюється положення кожного з тіл відносно інших тіл** — такі явища і називають **механічними**.

А далі доцільно продемонструвати рух кульки по «мертвій петлі» і поставити перед учнями запитання: чому кулька не падає у верхній точці петлі? Чи завжди так буває?

Показати рух кульки з меншої висоти - кулька падає, не досягнувши верхньої точки. **Чому?** Наголосити на тому, що відповіді на ці запитання допомагає саме фізика.

Дослід 2: Демонстрування звукових явищ

Показати звучання камертона з резонаторним ящиком.

Потім продемонструвати, що під дією камертона (без резонаторного ящика) може звучати і повітряний стовп у скляному циліндрі.

Звернути увагу на те, що *звуки – це те, що чує вухо*. Фізичні явища, які пов'язані з цим, і належать до **звукових явищ**.

А далі треба продовжити аналіз досліду із звучанням повітряного стовпа постановкою такого запитання: ***чи будь-який стовп повітря у даному циліндрі буде звучати під дією даного камертона?***

Доливаємо або зливаємо воду з циліндра (початкова довжина стовпа повинна відповідати умові резонансу) і показуємо, що звучання стовпа стає тихішим. ***Чому?*** - І такі питання вивчає фізика.

Досліди 3: Демонстрування теплових явищ

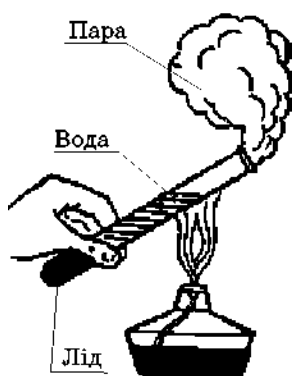


Рис. 1

Показати нагрівання й кипіння води в колбі. ***Звернути увагу*** учнів на те, що спостереження за водою в чайнику не дає можливості побачити, як поводить себе рідина під час нагрівання та кипіння.

Кипіння ж води у прозорій колбі дає можливість простежити, що відбувається всередині рідини.

Для створення проблемної ситуації треба показати учням пробірку з водою і поставити запитання: чи можна нагріти цю воду до кипіння, якщо гріти її зверху?

Показати цей дослід (рис. 1).

Чому вода зверху кипить, а її нижні шари залишаються холодними?

Дослід 4: Демонстрування електричних явищ

За допомогою електрофорної машини або приладу «Розряд» показати електричну іскру - електричний розряд.

УВАГА!

1. Перед роботою перевірте справність електричної вилки й шнура, що під'єднуються до мережі.
2. Забороняється включення без навантаження випрямлячів, так як у цьому випадку електролітичні конденсатори фільтра помітно нагріваються, а іноді й вибухають.
3. Під час роботи з електрофорною машиною не торкайтеся до неізольованих частин її кондукторів!
4. Перед роботою треба стерти з машини пил м'якою й чистою ганчіркою.
5. Перевірити степінь натягу ременів і встановити, що диски обертаються у протилежних напрямках.
6. З'ємні щітки повинні ледве торкатися станіолевих наклейок, які є на дисках. Стержні цих щіток повинні бути розташовані під прямим кутом один до одного.
7. Якщо при обертанні машина не збуджується, то треба, торкаючись поверхні одного з дисків жмутком капрону, повільно обертати ручку машини. Якщо у цьому випадку машина не збуджується, треба просушити диски машини.
8. Будьте обережними: не торкайтеся руками до кондукторів, не з'єднавши їх попередньо між собою.

Дослід 5: Демонстрування магнітних явищ

Показати притягання залізних або сталених предметів постійним магнітом.

Дослід 6: Демонстрування електромагнітних явищ

Показати дію електромагнітного підйимального крана. *Звернути увагу* на те, що він притягує сталені предмети тільки тоді, коли по його обмотці йде струм, і розмагнічується, коли струм вимикають.

Дослід 7: Демонстрування світлових явищ

Увімкнувши в електричну мережу лампу, показати, що вона **освітлює** приміщення, тобто, дає **світло**.

Запаливши свічку, показати дослід із збиральною лінзою: одержати на екрані спочатку зменшене, а потім збільшене зображення свічки і знову поставити **запитання: від чого це залежить?**

Знову повідомити, що і такі явища вивчає фізика.

Запитання для самоконтролю

1. Яку суттєву ознаку у визначенні поняття «фізичне явище» необхідно виділити у процесі пояснення:

- а) зміни, що сталися з тілами;

б) характер змін, що сталися з тілами?

2. Як підготувати учнів до сприйняття демонстрацій фізичних явищ, щоб вони мали змогу виділити в них суттєву ознаку?

3. Які методичні особливості демонстрації кожного досліду? (**Записати відповіді після кожного досліду**).

ЗАВДАННЯ № 3

Вивчити методику підготовки та проведення лабораторних робіт з цієї теми

Більш загальним поняттям є поняття **вимірювального засобу**, яке включає як **міри**, так і **вимірювальні прилади**. При виконанні першої лабораторної роботи учням доводиться мати справу як з **вимірювальними приладами** (термометр), так і з **мірами** (лінійка та мензурка). Це повинно бути врахованим у назві лабораторної роботи. Тому лабораторну роботу №1 краще назвати «Визначення основних характеристик вимірювальних засобів», а роботу №2 – «Вимірювання об'ємів невеликих тіл неправильної форми».

Підготовкою до виконання вказаних вище лабораторних робіт буде вивчення питань про **властивості тіл та явищ**, про **фізичні величини та їх вимірювання**. Учнів треба ознайомити з поняттями **вимірювання, засобів вимірювання, похибок вимірювання**, як це зроблено у «Вступі» до цього посібника (див. «Фронтальні лабораторні роботи»).

Під час ознайомлення учнів з різними вимірювальними засобами особливу увагу треба звернути на поняття **ціни поділки шкали** кожного засобу.

Означення цього поняття треба записати.

Значення найменшої поділки шкали вимірювального засобу називають ціною поділки шкали цього засобу.

Основний матеріал з цих питань коротко представлений в ОК-2 і ОК-3.

З наведених нижче зразків оформлення звітів про виконання цих двох робіт можна зробити висновки, які додаткові поради та вказівки треба дати учням перед виконанням кожної роботи.

Дослід 1: Виконати лабораторну роботу №1 «Визначення основних характеристик вимірювальних засобів»

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 1

Визначення основних характеристик вимірювальних засобів

Мета роботи: навчитися визначати основні характеристики вимірювального засобу та виконувати вимірювання за допомогою лінійки, мензурки та термометра.

Обладнання: лінійка, мензурка, термометр, колба з водою.

Звіт про виконання роботи

| Назва засобу вимірю- | | Лінійка | Мензурка | Термометр |
|------------------------------------|--|---------------------|---------------------------------------|-------------|
| Яку фізичну величину ним вимірюють | | довжину | об'єм | температуру |
| Одиниці фізичної величини | | см | см³ (мл) | °C |
| Межі вимірювання | | 0-30 см | 0-250 см ³ | 0-150°C |
| Ш К А Л А | Значення сусідніх оцифрованих позначок | 4 см - 5 см | 50см ³ – 70см ³ | 20°C - 30°C |
| | Кількість поділок | 10 | 10 | 10 |
| | Ціна поділки | 0,1 см | 2 см ³ | 1°C |
| Абсолютна інструментальна похибка | | 0,1 см | 1 см ³ | 1°C |
| Абсолютна похибка відліку | | 0,05 см | 1 см ³ | 0,5°C |
| Абсолютна похибка вимірювання | | 0,15 см ≈ 0,2 см | 2 см ³ | 1,5°C ≈ 2°C |

Довжина підручника: $L = 25,0 \text{ см} \pm 0,2 \text{ см}$

$24,8 \text{ см} \leq L \leq 25,2 \text{ см}$

Об'єм води: $V = 174 \text{ см}^3 \pm 2 \text{ см}^3$

$172 \text{ см}^3 \leq V \leq 176 \text{ см}^3$

Температура води: $t = 19^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$

$17^\circ\text{C} \leq t \leq 21^\circ\text{C}$

Запитання для самоконтролю

1. Як розрахувати ціну поділки вимірювального засобу?
2. З чого складається абсолютна похибка вимірювання?

3. Що таке «абсолютна інструментальна похибка»?
4. Як визначається «абсолютна похибка відліку»?
5. Що означає запис: $V = V_{\text{вим}} \pm \Delta V$?
6. Які поради та вказівки треба дати учням перед виконанням цієї роботи?

Дослід 2: Виконати лабораторну роботу №2 «Вимірювання об'ємів невеликих тіл неправильної форми»

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 2

Вимірювання об'ємів невеликих тіл неправильної форми

Мета роботи: навчитися вимірювати об'єм тіл неправильної форми.

Обладнання: мензурка з водою; тіло неправильної форми (камінець), нитки.

Звіт про виконання роботи

Мензурка:

Ціна поділки мензурки: _____

Абсолютна інструментальна похибка: _____

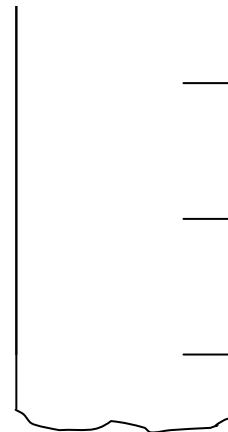
Абсолютна похибка відліку: _____

Абсолютна похибка вимірювання: _____

1. Об'єм води в мензурці: $V_1 =$ _____

2. Спільний об'єм води і тіла: $V_2 =$ _____

3. Об'єм тіла: $V = V_2 - V_1$; $V =$ _____



Висновок:

Увага! Риски на малюнку позначити цифрами. Поділити їх на дрібніші поділки (що відповідають кількості поділок вашої мензурки). Показати червоними рисками об'єм води в мензурці **до** та **після** занурення тіла, підписати їх значення на малюнку ($V_1 = \dots$; $V_2 = \dots$).

Запитання для самоконтролю

1. Які поради і вказівки треба дати учням перед виконанням цієї роботи?

2. Як виміряти об'єм тіла неправильної форми, якщо його розміри більші за діаметр мензурки? Чи можна таке завдання дати учням як домашній дослід? Які поради в цьому випадку повинен дати вчитель?

ЗАВДАННЯ № 4

Ознайомитися з методикою проведення демонстраційного експерименту під час вивчення початкових відомостей про будову речовини, виконати всі демонстраційні досліди

Тема «Початкові відомості про будову речовини» фактично ознайомлює учнів з основними положеннями молекулярно-кінетичної теорії будови речовини.

Вивчення цієї теми дає можливість на конкретних прикладах показати учням, як відбувається процес набуття природничо-наукових знань, тобто, як здійснюється процес пізнання природи, про що вони дізналися на перших уроках фізики. Тому при поясненні матеріалу теми треба спиратися на опорний конспект «Як фізика вивчає природу» (ОК-4, див. у додатках).

Треба мати на увазі, що послідовність вивчення матеріалу теми краще представлено у підручнику [45], що нами і враховано при плануванні демонстраційного експерименту. Ця послідовність відповідає і вимогам програми з фізики. Тому для підведення учнів до поняття молекули краще починати з повторення питання про зміну розмірів тіл під час нагрівання або охолодження з наступним підтвердженням цього висновку демонструванням відповідних дослідів.

Таким чином, на основі **спостережень і дослідів** можна зробити висновок про розширення тіл під час нагрівання і стискання їх під час охолодження. Саме цей висновок і вимагає аналізу і висловлювання передбачення (гіпотези) про те, чому ж це так відбувається: напевно, **речовина складається з окремих частинок, між якими є проміжки**; саме ці проміжки і можуть змінюватися під час нагрівання або охолодження тіл.

Як зазначається в опорному конспекті, кожна гіпотеза вимагає експериментальної перевірки; дослід з фарбування води маленькою кількістю фарби підтверджує, що речовина подільна, тобто, що вона дійсно складається з дуже маленьких частинок. Так учні підводяться до **першого положення МКТ**.

Досліди 1. Демонстрування розширення твердих, рідких і газоподібних тіл під час нагрівання і стискання їх під час охолодження

Обладнання: куля з кільцем (прилад «куля Гравезанда»); колба з гумовою пробкою і скляною трубкою, повністю заповнена підфарбованою водою; така ж колба, частково заповнена підфарбованою водою; така ж колба з Г-подібною скляною трубкою; круглодонна колба з пробкою і довгою скляною трубкою; посудина з холодною водою, посудина з гарячою водою, штатив, ящик-підставка, лабораторна електроплитка, сухий спирт, сірники, екран білий.

I. Розширення і стискання твердих тіл

Дослід проводиться з приладом «куля Гравезанда» (рис. 2).

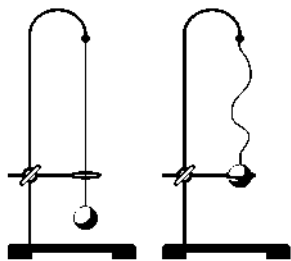


Рис. 2

Спочатку показують, що куля у холодному стані має діаметр, менший за діаметр отвору кільця. Для цього вивільняють гвинт муфти і переміщують кільце вгору вздовж стержня штатива так, щоб куля пройшла через отвір кільця. Потім кільце опускають вниз і відводять у бік. Під кулею розміщують запалену спиртівку і нагрівають кулю 2-3 хвилини. Після нагрівання спиртівку уберають, а кільце знову переміщують вгору й впевняються, що нагріта куля не проходить

через отвір кільця. Через деякий час куля охолідиться і знову пройде через кільце. ***Як можна пояснити явище, що спостерігалось?***

II. Розширення і стискання рідин

Дослід проводиться з колбою, повністю заповненою

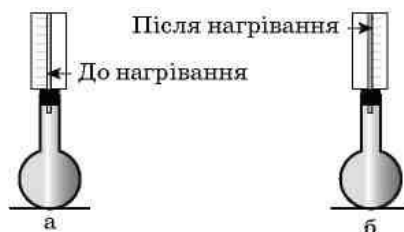


Рис.3

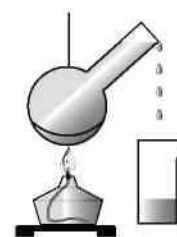


Рис.4

підфарбованою водою (рис. 3).

Рівень води у трубці повинен бути на 2-3 см вище пробки. (Для цього треба налити повну колбу води, температура якої значно нижче за кімнатну, і щільно закрити її пробкою. Вода нагріється до кімнатної температури, розшириться і підніметься по трубці).

Відмітити рівень треба гумовим кільцем, ниткою або стрілкою-показчиком (як показано на рисунку).

Занурюють колбу у посудину з гарячою водою (або ставлять на електроплитку). Через деякий час спостерігають підвищення рівня рідини у трубці. Припиняють нагрівання і спостерігають зниження рівня рідини у трубці.

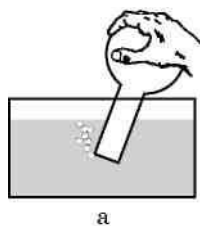
Можна показати і інший дослід (див. рис. 4).

III. Розширення і стискання газів

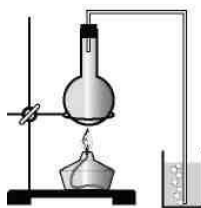
Теплове розширення і стискання газів можна продемонструвати за допомогою установок, показаних на рисунках 5, 6.

При використанні приладу, зображеного на рис. 6-а, перед проведенням досліду у трубку доливають трохи підфарбованої води так, щоб її рівень був приблизно на декілька сантиметрів вище пробки.

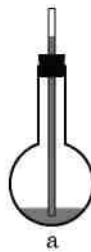
Помічають ниткою початковий рівень води у трубці. Після цього рукою охоплюють верхню частину колби і таким чином нагрівають повітря в ній. Розширюючись від нагрівання, повітря в колбі тисне на воду і витісняє її, від чого рівень води у трубці помітно підвищується. Якщо руку убрати, то повітря поступово буде охолоджуватись, і рівень води у трубці через деякий час прийде у початкове положення.



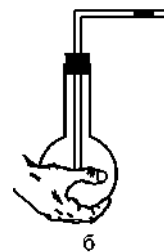
а



б



а



б

Рис. 5

Рис. 6

Запитання для самоконтролю

1. З якою метою демонструються досліди по тепловому розширенню тіл? До висловлювання якої гіпотези підводить аналіз цих дослідів?
2. Як в цих дослідах забезпечується краща видимість?
3. Яких правил техніки безпеки треба дотримуватися під час підготовки і демонстрування кожного з наведених вище дослідів?

Досліди 2. Демонстрування подільності речовини

Обладнання: хімічна склянка, посудина з водою, порожня посудина, скляна паличка, перманганат калію (марганцевокислий калій), фуксин або інша фарба, ящики-підставки, екран білий, кусок крейди.

Підтвердити висловлене передбачення (на основі дослідів по тепловому розширенню тіл) про те, що речовина, **напевно**, складається з окремих частинок, між якими є проміжки, можна за допомогою таких дослідів.

1) Кусок крейди можна **поділити** на дві частини, кожна з яких **ділити** ще декілька разів, поки не одержимо крихітку крейди, яку ще можна утримати у руці.

Як можна **поділити** цю маленьку крихітку? Можна цим кусочком провести декілька разів по дошці і, таким чином, **поділити цей маленький кусочок на ще дрібніші частини**.

Виникає запитання: чи буде існувати межа цього поділу?

2) Можна ділити тіла не механічним способом, а використати властивість деяких речовин розчинятися, наприклад, у воді. З цією метою можна скористатися перманганатом калію, фуксином або іншим барвником.

Наливають у склянку або іншу прозору посудину воду на половину її об'єму і кидають в неї **маленький** кристалик перманганату калію або іншого барвника і скляною паличкою перемішують воду. Одержують рівномірно забарвлений розчин. Це означає, що маленький кристалик барвника **поділився** на такі, ще менші частини, які є у кожній краплі забарвленої води.

Доливають у склянку чистої води до $\frac{3}{4}$ об'єму склянки і знов перемішують розчин. Спостерігають, що забарвлення стає меншим. Значить, тепер у кожній краплі води міститься ще менша частина барвника, ніж у попередньому досліді.

Можна ще раз долити воду у склянку і знов звернути увагу на те, що у цьому разі у кожній краплині води буде ще менша частина барвника, тобто, відбувається **поділ** барвника.

Знову логічно виникає **запитання**: до яких пір може продовжуватися такий **поділ**?

Так поступово підводять учнів до висновку про те, що будь-яка речовина **подільна**, і внаслідок поділу можна отримати **найменшу частинку**, яка зберігає властивості даної речовини.

Найменша частинка, яка зберігає властивості даної речовини, називається молекулою.

Отже, речовина складається з **дуже маленьких частинок** – молекул, між якими є проміжки.

Оскільки розміри молекул дуже малі, то їх кількість навіть у невеликому тілі величезна. Так на основі експерименту учні підводяться до **першого положення молекулярно-кінетичної теорії (ОК-5)**.

Запитання для самоконтролю

1. Чи підтверджує цей дослід гіпотезу, висловлену після демонстрування розширення тіл під час нагрівання і стискання їх під час охолодження?
2. Чи потрібне для проведення цього досліді якусь спеціальне обладнання?
3. Чи доцільно запропонувати учням вдома виконати і описати дослід з іншими речовинами, які вони повинні вибрати самі?

ЗАВДАННЯ № 5

Ознайомитися з методикою проведення демонстраційного експерименту під час вивчення питань про рух і взаємодію молекул; виконати всі демонстраційні досліді

У попередньому завданні показано, як учні підводяться до першого положення молекулярно-кінетичної теорії.

Аналіз навколишніх **спостережень** і демонстрування відповідних **дослідів** дають можливість ознайомити учнів ще з двома положеннями МКТ: про **рух частинок**, з яких складається речовина, та про їх **взаємне притягання і відштовхування**.

Підтвердженням другого положення МКТ є явище дифузії та броунівський рух.

Слід мати на увазі, що вивчення явища дифузії в газах, рідинах і твердих тілах, а також демонстрування цього явища в рідинах і газах в основній школі є обов'язковим; питання ж про броунівський рух є додатковим. Але, якщо у фізичному кабінеті школи є механічна модель броунівського руху, то доцільно її теж використати для демонстрування хаотичного руху молекул.

Демонстрування дослідів, які підтверджують наявність взаємного притягання і відштовхування молекул, є обов'язковим.

Дослід 1. Демонстрування дифузії в рідинах

Обладнання: колба (або склянка) з водою, ящик-підставка, екран білий, перманганат калію, кусочки металу, цигарковий папір.

Кілька кристалів перманганату калію разом з кусочком металу загортають в тоненький цигарковий папір і кидають у колбу з водою. Через кілька хвилин вода на дні циліндра забарвлюється. Межа забарвленої рідини за одну годину переміщується на 1-2 см від дна і стає помітною для класу. Перевага цього досліді полягає в порівняно великій швидкості протікання явища і в простоті його проведення.

Досліди 2. Демонстрування дифузії в газах

Обладнання: речовини з сильним запахом (одеколон, духи), високий скляний циліндр з кришкою, шматок вати, смужка фільтрувального паперу, спиртовий розчин фенолфталеїну (або водний розчин пургену), водний розчин аміаку (нашатирний спирт).

Перший дослід

В одному кутку класу відкривають флакон з духами. Вже через 1-2 хв. у всьому класі відчувається запах цих духів. Аналогічно можна спостерігати поширення запаху інших рідин. Чому запахи передаються на відстань?

Другий дослід

Установку для демонстрування цього дослідів показано на рис. 7.

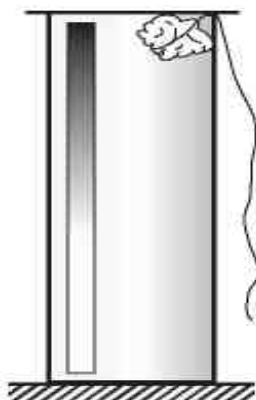


Рис. 7

Уздовж стінки високого скляного циліндра прикріплюють вузьку смужку фільтрувального паперу 1, змочену розчином фенолфталеїну. Посудину щільно закривають кришкою, до якої підвішують шматочок вати 2, змоченої нашатирним спиртом.

Через кілька хвилин біла смужка поступово почервоніє від верхньої частини циліндра до дна, хоч густина аміаку, який випаровується з вати, менша від густини по-

вітря.

У цих дослідах спостерігається взаємне проникнення речовин одна в одну (проникнення молекул однієї речовини у міжмолекулярні проміжки іншої речовини і навпаки), що відбувається внаслідок хаотичного руху молекул.

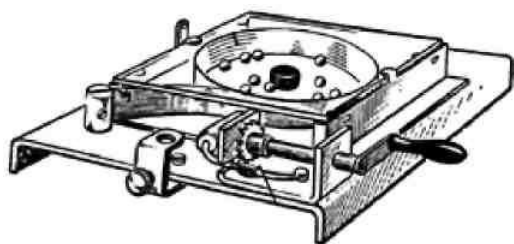


Рис. 8

Дослід 3. Демонстрування механічної моделі броунівського руху

Обладнання: прилад для демонстрування моделі броунівського руху (рис. 8), проекційний апарат з насадкою для горизонтальної проекції (або графопроектор), екран, джерело електричної енергії (освіт-

лювальна мережа).

Перед демонструванням досліду скляні пластинки протирають. Виймають з конденсора проєкційного апарата передню лінзу. На її місце вставляють насадку для горизонтальної проєкції. У верхній отвір насадки вставляють вийняту лінзу опуклістю вниз. Прилад для демонстрації броунівського руху встановлюють у площині конденсора так, щоб отвір рамки був розміщений над лінзою конденсора, і закріплюють гвинтом. Надівають об'єктив і плоске обертове дзеркало. Вмикають апарат в електричне коло. Джерело світла всередині корпусу встановлюють так, щоб воно було в головному фокусі лінзи конденсора. На екрані дістають рівномірно освітлений білий круг. Переміщуючи об'єктив угору і вниз, добиваються чіткого зображення кульок на екрані.

Після цього демонструють дослід: обертають рукоятку ударного механізму і спостерігають на екрані хаотичний рух кульок («молекул») і пробки («броунівської частинки»). Якщо обертати рукоятку з більшою швидкістю, рух «частинок» стає інтенсивнішим. Це імітує підвищення температури (нагрівання) газу.

Дослід 4. Демонстрування зчеплення свинцевих циліндрів

Обладнання: два свинцевих циліндри, пристрій для зачищення торців циліндрів, набір тягарців по 1 Н, тягарі 1-2 кг, штатив, деко з піском.



Рис. 9

Спочатку притискують свинцеві циліндри один до одного. Вони не зчіплюються. Потім зачищають їх спеціальним стругом (рис. 9), який додається до набору свинцевих циліндрів, щоб поверхня свинцю була гладенькою, рівною, без виступів і заглибин, блискучою, неокисленою. Беруть циліндри в обидві руки, наближають основами і, трохи повертаючи, притискують один до одного.

Обережно підвішують циліндри до штатива. Під ними розміщують деко з піском. До звислого гачка підвішують тягарці, поки не на

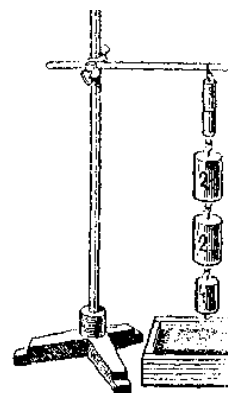


Рис. 10

стане розрив (рис. 10). При старанній підготовці поверхонь зчеплені циліндри витримують навантаження до 60 Н.

Недоліки приладу: дуже швидко деформуються торцеві поверхні.

Запитання для самоконтролю

1. Чи доцільно дослід 1 продовжити ще на кілька днів і систематично спостерігати за процесом дифузії?
2. Чи можна такий самий дослід запропонувати учням для виконання вдома?
3. Що може виявитися не зовсім зрозумілим для учнів під час демонстрування явища дифузії аміаку у повітря?
4. На що треба звернути особливу увагу учнів при поясненні досліді з приладом для демонстрування моделі броунівського руху?
5. Які досліді додатково до досліді із свинцевими циліндрами можна використати в школі?
6. Які досліді можна запропонувати для демонстрування висновку про існування відштовхування між молекулами речовини?

ЗАВДАННЯ № 6

Ознайомитися із змістом, методикою підготовки і проведення лабораторної роботи № 3 «Вимірювання розмірів малих тіл різними способами»

Дану роботу доцільно проводити після вивчення питання про молекулярну будову речовини. Аналіз змісту цієї роботи і обладнання, яке використовується під час її виконання, показує, що провести її можна як **домашню**. Доцільно це так і робити. Вірєць звіту про виконання цієї роботи, що наводиться нижче, треба дати учням. Але перед цим бажано виділити час для ознайомлення учнів із способами вимірювання середніх розмірів малих тіл, причому учнів треба попередити, що вдома вони можуть вимірювати розміри горошини, пшонини, діаметр дроту, нитки та інш.

Обов'язково вони повинні виміряти розмір атома або молекули за допомогою мікрофотографій, які є у підручнику [45], рис.178. Вчитель повинен забезпечити учнів ксерокопіями цього рисунка (рис. 11):

а) розміщення атомів золота, б) фотографія молекул однієї з органічних сполук.

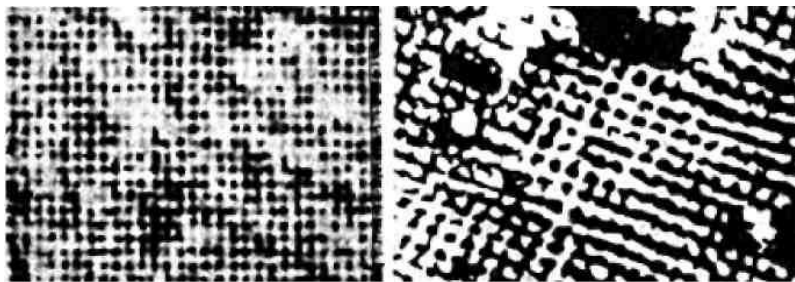


Рис. 11-а

Рис. 11-б

Дослід 1. Виконати лабораторну роботу №3 «Вимірювання розмірів малих тіл»

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 3

Вимірювання розмірів малих тіл різними способами

Мета роботи: навчитись вимірювати розміри малих тіл способом рядів та способом мікрофотографії.

Обладнання: лінійка, тонкий дрід (або сувора нитка), мікрофотографії, шріт (дробинки).

Звіт про виконання роботи

1. Лінійка:

| | |
|-------------------------------|-----|
| Межі вимірювання | ... |
| Ціна поділки | ... |
| Абсолютна похибка вимірювання | ... |

2. Розмір шротинки:

| | |
|---------------------------|-----|
| Кількість шротинок в ряду | ... |
| Довжина ряду | ... |
| Розмір шротинки | ... |

3. Діаметр дроту:

| | |
|-------------------------|-----|
| Кількість витків в ряду | ... |
| Довжина ряду | ... |
| Діаметр дроту | ... |

4. Розмір атома:

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Кількість атомів (молекул) в ряду | ... |
| Довжина ряду | ... |
| Діаметр атома на фото | ... |
| Збільшення мікроскопа | 70 000 |
| Діаметр атома (молекули) | ... |

Висновок:

Матеріал з розділів «Вступ» і «Початкові відомості про будову речовини» коротко представлений в опорних конспектах ОК-1 - ОК-6 (в кінці посібника).

РОБОТА №1.2. ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ І ЛАБОРАТОРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛІВ: «МЕХАНІЧНИЙ РУХ», «ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛА»: СИЛИ В ПРИРОДІ

Мета роботи: ознайомитися з основним демонстраційним і лабораторним експериментом для формування понять маси, сили та густини речовини.

ЗАВДАННЯ № 1

1. Проробити матеріал підручників:

[31] – §§ 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28; 46, 47, 50; лабораторні роботи № 3, 4, 5, 6, 7;

[12] – §§ 13, 14, 19, 20, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 50, 51, 52, 53;

[45] – §§ 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 53, 55, 56, 57, 59, 60, 61, лабораторні роботи №3, 5, 6, 9, 10;

[51] – §§ 9, 10, лабораторні роботи № 6, 7;

[52] – §§ 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, лабораторні роботи № 5, 6, 7, 8.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках вводяться поняття маси і сили; чи однакова послідовність вивчення цих понять пропонується авторами різних підручників;
- в якому з підручників краще дається поняття про динамометр і градування його шкали;
- які відомості даються про додавання сил;

- як автори підручників ознайомлюють з силою тертя ковзання, спокою і ковчання; в яких підручниках пропонується виконувати лабораторну роботу з цього питання.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з демонстраційним експериментом, за допомогою якого вивчається рух по колу та коливальний рух

Досліди 1: Коливальний рух різних тіл

Дослід 1-А: Приклади коливальних рухів

Мета досліді: показати учням приклади коливальних рухів. Із аналізу наведених дослідів зробити висновки про головні властивості коливальних систем.

Демонструють коливання масивного маятника (рис. 13). Не зупиняючи коливань маятника, демонструють коливання пружинного маятника (рис. 14), металевої

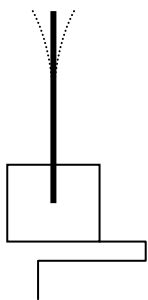


Рис. 12-а

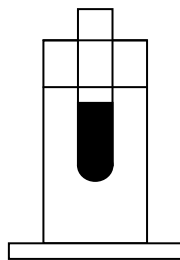


Рис. 12-б

лінійки, затиснутої в тисках (рис. 12-а); поплавка в циліндрі з водою (рис. 12-б). Після цих спостережень вводять поняття про **коливальну систему: звертають увагу**, що всім коливальним системам притаманні певні властивості:

А) існує стан стійкої рівноваги;

Б) після того, як систему виведемо зі стану стійкої рівноваги, виникає сила, яка повертає систему у цей стан;

В) існує чинник, який не дозволяє системі миттєво зупинитись у стійкому стані - інертність тіла, що коливається.

Дослід 1-б: Нитяний маятник

Обладнання: металева або дерев'яна кулька діаметром 2,5-4 см; міцна чорна нитка (№10); штатив з довгим стояком; муфта; кільце з гачком; три вертикальні стрілки-показчики; білий екран фону. Установку для досліді складають за рисунком 13.

Позаду встановлюють екран фону, а під кулькою - стрілку, яка фіксує положення рівноваги коливальної системи.

Маятник відводять рукою від положення рівноваги й встановлюють другу стрілку. Відстань між вершинами стрілок дорівнює початковому зміщенню системи. Відпустивши кульку, встановлюють третю стрілку в той момент, коли кулька відхилиться від положення рівноваги в протилежний початковому зміщенню бік. Потім спостерігають вільні коливання маятника доти, доки зміщення кульки внаслідок згасання не стане помітно меншим від початкового. Бажано простежити за рухом маятника аж до його повної зупинки, для чого початкове зміщення не повинно бути великим.

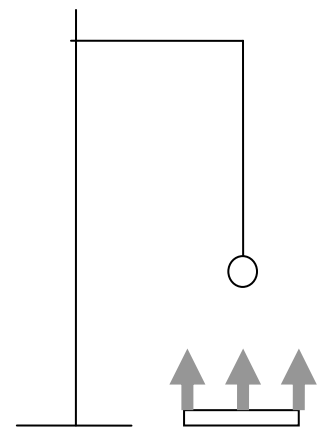


Рис. 13

Дослід 3: Вертикальний пружинний маятник

Обладнання: пружина і циліндр від приладу «відерце Архімеда»; штатив з довгим стояком, лапа; муфта; штатив для лабораторних робіт; три горизонтальні стрілки-показчики; екран фону

На довгому стояку штатива за допомогою муфти горизонтально закріплюють лапу із затиснутою в ній пружиною від приладу «відерце Архімеда». До вільного кінця пружини підвішують циліндр або гирю масою 0,5 кг. На стояку, встановленому поруч штатива для лабораторних робіт (або іншого), закріплюють стрілки-показчики.

Це зручно зробити, наклеївши стрілку з цупкого паперу на прищіпку для білизни. Першу стрілку встановлюють на рівні дна нерухомого циліндра. Потім, відтягнувши циліндр на 4-5 см униз, встановлюють другу стрілку й відпускають циліндр. Третя стрілка повинна бути на рівні дна циліндра, який перебуває в крайньому верхньому положенні (рис. 14). Демонструють коливання вертикального пружинного маятника.

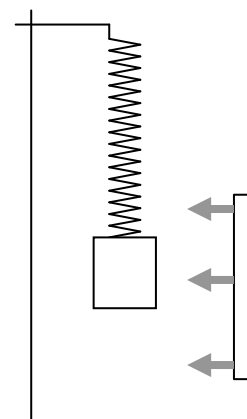


Рис. 14

ЗАВДАННЯ № 3

Продемонструвати і проаналізувати дослід «Залежність періоду коливань математичного маятника від його довжини»

Обладнання: металева або дерев'яна кулька з гачком, навощена міцна нитка (№10); штатив з подвоєним стояком; короткий стояк; муфта; два кільця з гачками; секундомір; екран фону з системою відліку, демонстраційний метр.

Для встановлення кількісних співвідношень між довжиною маятника і його періодом підтягують нитку так, щоб довжина маятника дорівнювала 100 см. Запускають маятник (з невеликою амплітудою) і відлічують час десяти коливань. Цей час буде близько 20 с. Отже, період коливань маятника становить 2 с. Зменшують довжину маятника до 25 см, тобто в 4 рази, знову визначають період і переконуються, що він зменшився в 2 рази (1 с). Роблять **висновок:** чим більше довжина підвісу маятника, тим більше період його коливань. Ця демонстрація може слугувати підготовкою учнів до виконання лабораторної роботи № 5 «Дослідження коливань нитяного маятника».

Запитання для самоконтролю

1. Як підготувати учнів до виконання лабораторної роботи № 5 «Дослідження коливань нитяного маятника»?
2. Розробіть інструкцію до її виконання та взірць оформлення.

ЗАВДАННЯ № 4

Ознайомитися з демонстраційним експериментом, за допомогою якого вводяться поняття взаємодії тіл і сили

Поняття взаємодії, сили і маси є важливими динамічними поняттями. Послідовність введення цих понять у різних підручниках різна. Найбільш оптимальною вона є у підручниках [12, 31, 51]. Автори цих підручників спочатку вводять поняття взаємодії та її кількісної характеристики – сили, а потім вже ознайомлюють учнів з поняттям інертності та її кількісної характеристики – маси.

На основі демонстраційного експерименту, по-перше, і треба розкрити суть поняття **взаємодії як невід'ємної властивості усіх тіл** і з'ясувати, що відбувається з тілами внаслідок взаємодії.

З цією метою треба спиратися на вже вивчений матеріал про рівномірний і нерівномірний рух. Доцільніше починати з встановлення умов нерівномірного руху, тобто **причини зміни швидкості**.

Учнів треба підвести до висновку, що **швидкість може змінюватися тільки під час дії тіл одне на одне, тобто під час взаємодії**. Взаємодія як невід'ємна властивість тіл повинна мати певну кількісну характеристику. Такою характеристикою, або такою **фізичною величиною** і є **сила**.

Після вивчення динамометрів доцільно показати учням, що **сили, з якими тіла діють одне на одне при взаємодії, однакові за модулем і протилежні за напрямом**. Можна і повідомити їм, що це твердження є одним із законів механіки, а саме **третім законом Ньютона**. Знання цього висновку буде суттєво допомагати у введенні поняття інертності і маси тіла.

Досліди 1. Демонстрування дослідів, за допомогою яких вводяться поняття взаємодії і сили

Обладнання: два однакових візка (або машинки), пружна лінійка, покажчик, нитки, сірники, дерев'яний брусок.

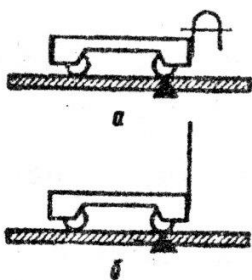


Рис. 15

Для досліду використовують візок з прикріпленою до нього пружною лінійкою. Лінійка зігнута і закріплена ниткою (рис. 15). Відносно стола візок перебуває у стані спокою.

Чи почне він рухатися, якщо перепалити нитку? Покажіть це.

Візок не змінив своєї швидкості.

Знову згинають лінійку, закріплюють її ниткою і з другого боку лінійки встановлюють другий такий самий візок (рис. 16-а). Після перепалювання нитки **обидва візки починають рухатися, змінюючи свої швидкості** (рис. 16-б).

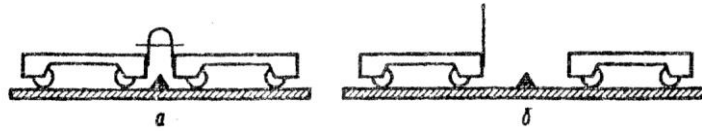


Рис. 16

У цьому досліді візки діяли один на одного і тому змінили свої швидкості. Дію тіл одне на одне називають *взаємодією*. Так вводиться поняття взаємодії.

Взаємодія, як і рух, є невід’ємною властивістю усіх тіл. Тіла можуть змінювати швидкості тільки при взаємодії.

Слід звернути увагу на те, що взаємодія двох тіл може бути різною, внаслідок чого тіла, що взаємодіють, будуть по-різному змінювати свої швидкості. Підтвердити це можна на такому ж досліді з візками, тільки треба змінити згин лінійки. *Покажіть це.*

На основі чого можна робити висновок про збільшення або зменшення зміни швидкості візків? Значить, взаємодія, як одна з властивостей тіл, повинна мати кількісну характеристику. Такою характеристикою є *сила*.

Замість того, щоб говорити, що на дане тіло подіяло якесь інше тіло, говорять, що на дане тіло подіяла сила. Сила – це дія одного тіла на інше. Сила – причина зміни швидкості руху.

Сила є **векторною величиною**, вона характеризується як числовим значенням (модулем), так і напрямом. Крім того, дія сили залежить ще від **точки прикладання**.

Покажіть на дослідах, що сила має три ознаки: модуль, напрям і точку

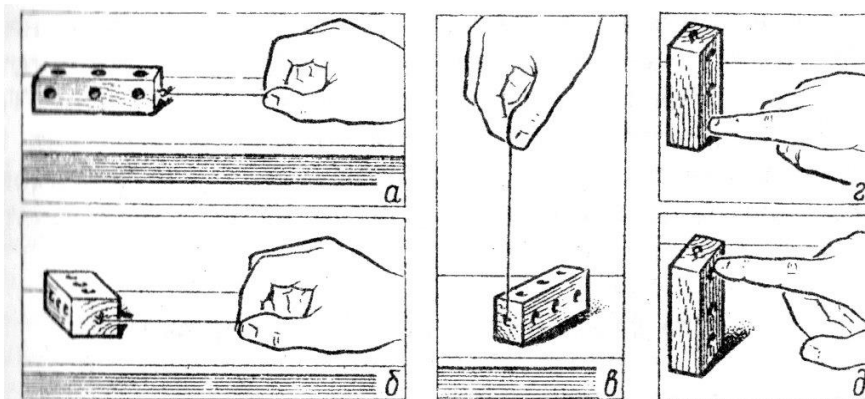


Рис. 17

ку прикладання (рис. 17). Після цього треба зробити узагальнюючі висновки і дати таке означення сили.

Сила – це векторна фізична ве-

личина, що характеризує дію одного тіла на інше і є кількісною мірою цієї дії.

Досліди 2. Демонстрування дослідів з метою ознайомлення учнів з трьома видами сил: силою тяжіння, пружності і тертя

Обладнання: кулька, візок, дві підставки, пружна лінійка, набір тягарців, штатив, нитки, сірники, деко з піском.

а) Введення поняття сили тяжіння

На штативі підвішують на нитці кульку. Перепалюють нитку і спостерігають падіння кульки, звертаючи увагу на те, що **швидкість тіла весь час збільшується**, тобто **змінюється** (щоб можна було зробити такий висновок, треба забезпечити падіння кульки з більшої висоти: штатив поставити на край стола, а деко з піском – на підлогу). Значить, на кульку діє якась сила.

З боку якого тіла?

У даному випадку діє сила притягання Землі. Цю силу називають **силою тяжіння**.

Підкреслюють, що **на всі тіла** на Землі діє сила тяжіння з боку Землі.

Введення поняття сили як причини зміни швидкості і поняття сили тяжіння дає можливість ознайомити учнів з одиницею сили – 1 Н.

Оскільки в означеннях одиниці сили фігурує поняття маси, то слід мати на увазі, що в математиці учні вже користувалися цим поняттям в 3-6 класах (звичайно без фізичного означення цієї величини).

За одиницю сили приймають таку силу, яка протягом 1 с змінює швидкість тіла масою 1 кг на $1\frac{м}{с}$.

Цю одиницю сили називають **1 Н (ньютон)**. Оскільки таке означення одиниці сили у 7 класі далі не може працювати, то треба звернути увагу на те, що 1 Н дорівнює силі тяжіння, яка діє на тіло масою $\frac{1}{9,8} кг \approx 0,102 кг \approx 102 г$.

Треба учням показати один тягарець з набору тягарців, на кожному з яких написано «100 г», і звернути увагу на те, що ці тягарці виготовляють з інструментальною похибкою 2 г, причому тільки з надлишком. Тому можна вважати,

що маса кожного такого тягарця приблизно дорівнює 102 г, а це означає, що сила тяжіння, яка діє на такий тягарець, буде дорівнювати 1 Н. Цим висновком можна буде далі користуватися і в демонстраційному, і в лабораторному експерименті.

б) Введення поняття сили пружності

Спочатку ознайомлюють учнів з поняттям *деформації*. Показують дослід (рис.18). Підводять учнів до *висновків*:

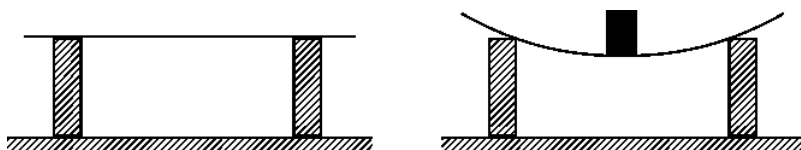


Рис. 18

- 1) будь-які зміни форми, розмірів, об'єму тіл називають деформаціями;
- 2) сили, які виникають під час деформації, називають силами пружності;
- 3) напрям сил пружності протилежний до напрямку деформації.

Враховуючи те, що при вивченні динамометрів будуть потрібні знання про прямо пропорційну залежність сил пружності від деформації (зокрема деформації розтягу), то на цьому етапі вивчення цих сил звертають увагу і на цей висновок. З цією метою показують дослід з пружиною, закріпленою на білому екрані (можна скористатись лабораторним динамометром, шкалу якого треба закрити білим папером). Відповідні риски на папері наносять заздалегідь. Тягарці використовують з набору. Звертають увагу на те, що всі вони однакові; значить, сили тяжіння, які діють на кожний з тягарців, теж однакові і дорівнюють 1 Н. **Зробіть цей дослід. Продумайте і запишіть послідовність дій і пояснень вчителя під час демонстрування дослідів.**

Далі, у відповідності до підручників, дають поняття про *вагу тіла*, як окремий випадок сили пружності. Обов'язково, на основі показаного дослідів, звертають увагу на те, що вага тіла за своїм числовим значенням дорівнює силі тяжіння, якщо тіло перебуває у стані спокою або рівномірного прямолінійного руху.

в) Введення поняття сили тертя

Штовхають візок (або машинку) так, щоб він міг рухатися по поверхні стола до зупинки. З'ясовують, чому візок зупиняється, тобто, **чому він змінює свою швидкість.**

Значить, **в горизонтальному напрямку на нього діє якась сила.**

Сила, яка виникає при русі одного тіла по поверхні іншого, називається силою тертя. Повідомляють учням, що більш докладно ця сила буде вивчатися далі.

Коротко увесь цей матеріал представлений в опорних конспектах ОК-7 – ОК-10.

Запитання для самоконтролю

1. Чи можна при виконанні дослідів цього завдання скористатися саморобними приладами або дитячими іграшками?
2. Чи можна певні досліди пропонувати учням виконувати вдома? Які саме і з якою метою?
3. Чи можна якісь досліди, які демонструвались в класі, пропонувати учням виконати вдома, але з іншими тілами і установками? Які саме і чому?
4. В досліді для введення поняття сили тертя що краще використати: візок чи брусок? Чому? Обґрунтуйте і перевірте на досліді.

ЗАВДАННЯ № 5

Ознайомитися з приладами для вимірювання сил та їх застосуванням; вивчити методику підготовки і проведення лабораторної роботи з градування шкали пружинного динамометра

На уроках фізики під час демонстрування різних дослідів і виконання лабораторних робіт доводиться користуватися **демонстраційними і лабораторними динамометрами.**

Тому вчителю фізики треба знати будову і принцип дії цих приладів і вміти поводитися з ними.

Досліди 1. Вивчення демонстраційного динамометра

Обладнання: динамометр демонстраційний з набором приладдя, порожня посудина, посудина з водою.

Демонстраційний динамометр з круглою шкалою і його будова показані на рис.19.

Виготовляють такі динамометри в комплекті, в який входять, крім двох динамометрів, модель двотаврової балки з поділками і двома пересувними гачками, два круглих столики, два блоки, дві тригранні опорні призми (рис. 20).

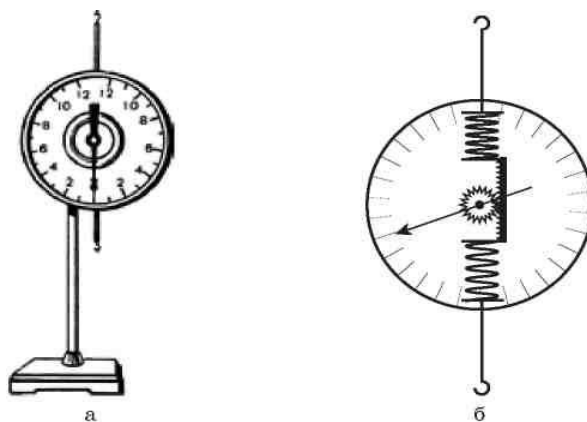


Рис. 19

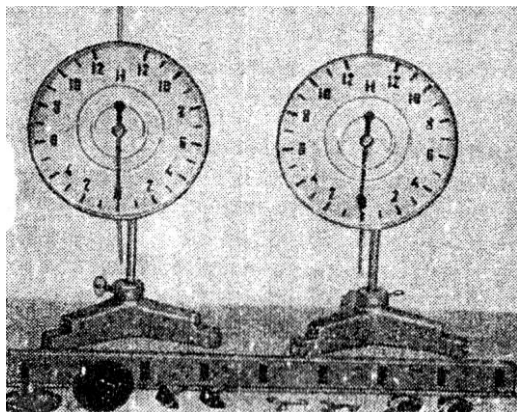


Рис. 20

Механізм такого динамометра складається з двох пружин, надітих на стержні, які між собою з'єднані зубчастою рейкою. Рейка зчіплюється з шестерінкою, на осі якої укріплена стрілка (рис.19-б).

На кінцях двох стержнів є гачки, які дозволяють підвішувати до динамометра тягарці або зачіплювати нитки, закріплювати столики, блоки, опорні призми. Наявність

двох стержнів дає можливість прикладати до динамометра одночасно дві сили, спрямовані як в один, так і у протилежні боки.

Шкала динамометра має нуль посередині, а вправо і вліво нанесено 12 поділок в 1Н кожна. Це дозволяє вимірювати не тільки модуль сил, прикладених до динамометра, але і їх напрям .

Шкала демонстраційного динамометра поворотна. Зроблено це для того, щоб можна було встановити стрілку приладу на нулі навіть тоді, коли пружини вже перебувають під деяким навантаженням.

Наприклад, треба за допомогою цього динамометра визначити силу тяжіння (або вагу) тільки води (без посудини). Що для цього треба зробити?

Треба підвісити до динамометра порожню посудину, поворотом шкали поставити стрілку на нуль, а потім в цю посудину налити воду. Динамометр покаже силу тяжіння (або вагу) тільки води. Саме так доводиться робити під час демонстрування певних дослідів. **Зробіть це.**

Увага! Не прикладайте до динамометра сил, які перевищують межі вимірювання цим приладом.

Досліди 2. Вивчення лабораторного динамометра (динамометра Бакушинського)

Обладнання: лабораторний динамометр (динамометр Бакушинського), набір тягарців.

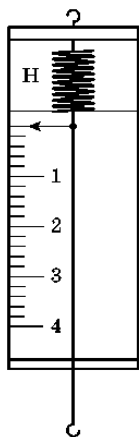


Рис. 21

Лабораторний динамометр показано на рис. 21. Цей динамометр являє собою найпростіший пружинний динамометр, дія якого ґрунтується на порівнянні будь-якої сили з силою пружності пружини.

На дощечці, що заклеєна білим папером, закріплюють пружину, що закінчується знизу стержнем з гачком. До верхньої частини стержня закріплюють покажчик. Положення покажчика відмічають на білому папері при невидовженій пружині, - це нульова поділка. За допомогою тягарців силою тяжіння 1 Н (масою 102 г) на динамометр наноситься шкала. Проградуйована шкала і буде найпростішим динамометром. **Перевірте градуювання цього динамометра за допомогою тягарців в 1 Н (з набору).**

Увага! Розтягувати пружину динамометра можна лише на стільки, щоб стрілка-показчик не виходила за межі шкали.

Треба періодично перевіряти правильність показань динамометра. Для цього до нього підвішують відомі еталонні тягарці.

Дослід 3. Виконати лабораторну роботу № 8 «Дослідження пружних властивостей тіл»

Дослідити пружні властивості тіл можна за допомогою динамометра Бакушинського. Підготовкою до виконання даної лабораторної роботи є вивчення динамометра з обов'язковим поясненням того, як за допомогою тягарців в 1 Н можна одержати на його шкалі позначки, які відповідають значенням 1, 2, 3, 4 Н, і як потім поділити відстані між цими позначками на більш дрібні поділки. З метою розвитку мислення учнів і навчання їх навичкам самостійної роботи дану лабораторну роботу можна назвати «Градування шкали пружинного динамометра та вимірювання сил» учням пропонують виконати в двох варіантах, причому учні в одній групі (ланці) повинні виконати різні завдання. З цією метою треба на двох учнів видати один динамометр і два чистих аркуші паперу.

Завдання для першого варіанта: відстань між рисками 0 та 1, 1 та 2, 2 та 3 і т.д. поділити на 4 (або 5, 6) частин і визначити ціну поділки одержаного динамометра. ***Завдання для другого варіанта:*** виготовити динамометр з ціною поділки 0,25 Н (або 0,2 Н).

Після градування пружини кожен з учнів своїм динамометром вимірює силу тяжіння, що діє на дерев'яний брусок, і силу тяги при рівномірному русі бруска по поверхні стола, записуючи результати вимірювань з абсолютною похибкою. Дерев'яні бруски треба дати учням навантаженими одним або двома тягарцями вагою в 1 Н (масою 102 г).

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 8

Градування шкали пружинного динамометра та вимірювання сил

Мета роботи: 1) За допомогою набору тягарців проградувати пружину: відстань між рисками 0 і 1, 1 і 2 і т.д. поділити на 5 частин і визначити ціну поділки одержаного динамометра.

2) Цим динамометром виміряти силу тяжіння, що діє на брусок (разом з тягарцями), та силу тяги при рівномірному русі цього бруска по поверхні стола. Порівняти ці сили.

Обладнання: динамометр, шкала якого закрита папером, набір тягарців по 1 Н, лінійка (ц.п. 1 мм), штатив.

Звіт про виконання роботи

1. Шкала динамометра з ціною поділки 0,2 Н

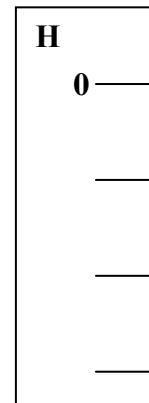
(До зошита прикріплюється проградуйована шкала)

Абсолютна похибка вимірювання: 0,1 Н

2. Сила тяжіння: $F_{\text{тяж}} = 1,7 \text{ Н} \pm 0,1 \text{ Н}$

3. Сила тяги: $F = 0,4 \text{ Н} \pm 0,1 \text{ Н}$

4. **Висновок:**



Вказівка. На проградуйованій шкалі червоними рисками показати виміряні значення сил.

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 8

Градування шкали пружинного динамометра та вимірювання сил

Мета роботи: 1) Виготовити динамометр з ціною поділки 0,25 Н.

2) Цим динамометром виміряти силу тяжіння, що діє на брусок (разом з тягарцями), та силу тяги при рівномірному русі бруска по поверхні стола. Порівняти ці сили.

Обладнання: динамометр, шкала якого закрита папером, набір тягарців по 1 Н, лінійка (ц.п. 1 мм), штатив.

Звіт про виконання роботи

1. Шкала динамометра з ціною поділки 0,25 Н

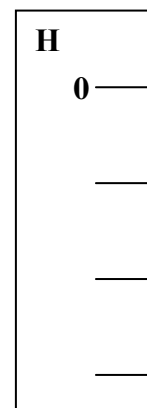
(До зошита прикріплюється проградуйована шкала)

Абсолютна похибка вимірювання 0,125 Н \approx 0,2 Н

2. Сила тяжіння: $F_{\text{тяж}} = 2,7 \text{ Н} \pm 0,2 \text{ Н}$

3. Сила тяги: $F = 0,7 \text{ Н} \pm 0,2 \text{ Н}$

4. **Висновок:**



Вказівка. На проградуйованій шкалі червоними рисками показати виміряні значення сил.

Запитання для самоконтролю

1. Що треба знати про демонстраційний динамометр під час користування ним?
2. Які короткотривалі фронтальні досліди можна запропонувати учням під час ознайомлення їх з лабораторним динамометром?
3. Яке додаткове завдання можна запропонувати учням під час виконання лабораторної роботи «Градування шкали пружинного динамометра і вимірювання сил динамометром»?

ЗАВДАННЯ № 6

Ознайомитися з демонстраційним експериментом при вивченні питання про додавання сил

Треба звернути увагу на те, що будь-яке тіло може взаємодіяти не з одним тілом, а з двома або декількома тілами. Це означає, що до одного тіла може бути прикладено кілька сил, різних за модулем і напрямом. Підкреслюють, що в основній школі будуть розглядатися тільки такі випадки, коли сили до тіла прикладені вздовж однієї прямої. Спочатку дають поняття про **рівнодійну сил і додавання сил**, а потім розглядають додавання сил, напрямлених по одній прямій в один бік і у протилежні боки.

Слід мати на увазі, що при введенні поняття рівнодійної сил краще користуватись не демонстраційним динамометром, а пружиною чи гумовою смужкою, які закріплюють на білому екрані. Тоді буде краще довести учням, що **рівнодійна – це сила, яка чинить на тіло таку саму дію, як кілька одночасно діючих сил.**

При вивченні ж питання про додавання сил, напрямлених в один бік або у протилежні боки, у ролі тіла, до якого будуть прикладатися сили, краще використати демонстраційний динамометр, за показами якого і визначати значення рівнодійної сили. Матеріал про додавання сил є в ОК-11.

Дослід 1. Введення поняття рівнодійної сил

Обладнання: пружина або гумова смужка, закріплена на білому папері (можна скористатися лабораторним динамометром, шкала якого закрита білим папером), набір тягарців по 1 Н, гиря масою 200 г (вагою ≈ 2 Н).

На штативі закріплюють тіло (наприклад, пружину), до якого будуть прикладатися сили. Підвішують до тіла тягарець в 1 Н, потім ще один тягарець в 1 Н, тобто прикладають дві сили по 1 Н. На білому папері рискою позначають місце, до якого розтягнулася пружина. Після цього до пружини підвішують гирю масою 200 г (вагою ≈ 2 Н). Звертають увагу учнів на те, що пружина розтягується до тієї ж позначки.

Значить, ця сила чинить на пружину таку ж дію, як і дві одночасно прикладені сили по 1 Н. Дають означення *рівнодійної сил* (див. вище).

Дія заміни кількох сил, прикладених до тіла, однією силою називається додаванням сил.

Дослід 2. Додавання сил, що діють по одній прямій в один бік

Обладнання: демонстраційний динамометр, круглий столик до нього, набір тягарців по 1 Н, гирі масою 200 г і 500 г (вагою приблизно 2 Н і 5Н).

Перед початком досліду ще раз звертають увагу учнів на те, в якій бік відхиляється стрілка даного демонстраційного динамометра, коли сили до нього прикладені вниз або вгору. Потім на стержні динамометра закріплюють круглий столик і на нього ставлять гирю вагою 1 Н. Звертають увагу на покази динамометра і в який бік відхиляється стрілка приладу. Підкреслюють, що до динамометра прикладена сила, напрямлена вертикально вниз, модуль цієї сили дорівнює 5 Н, що і показує динамометр. Потім знизу підвішують 2 тягарці по 1 Н (рис.22). Знов підкреслюють, що ці сили теж напрямлені вниз вздовж тієї самої прямої, тобто вздовж осі динамометра. Дорівнюють ці сили 2 Н.

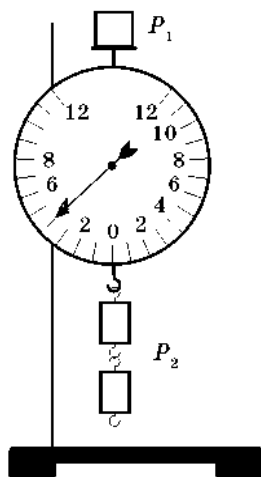


Рис. 22

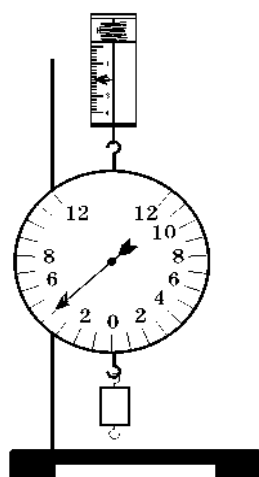


Рис. 23

Дорівнюють ці сили 2 Н.

Динамометр показує 3 Н, тобто він показує значення рівнодійної сил, прикладених до нього. Звертають увагу на напрям відхилення стрілки.

Роблять висновок: **рівнодійна сил, напрямлених по одній прямій в один бік, напрямлена в той самий бік, а її модуль дорівнює сумі модулів складових сил.**

Дослід 3. Додавання сил, що діють по одній прямій у протилежні боки

Обладнання: демонстраційний динамометр, лабораторний динамометр, набір тягарців по 1 Н.

Дослід проводять з демонстраційним динамометром без круглого столика. Сили до динамометра прикладають так, як показано на рис. 23.

Замість лабораторного динамометра можна використати і другий демонстраційний динамометр.

Сили треба прикладати такі, щоб можна було показати, що **рівнодійна цих сил дорівнює різниці прикладених сил і спрямована у бік більшої сили.**

Так, якщо вниз прикласти силу 5 Н, а вгору 2 Н, як показано на рис. 23, то динамометр покаже, що рівнодійна напрямлена вниз і дорівнює 3 Н.

Якщо вгору прикласти силу 4 Н, а вниз 3 Н, то динамометр покаже 1 Н, причому його стрілка відхилиться у протилежний бік. Це буде означати, що рівнодійна сил напрямлена вгору, тобто знов у бік більшої сили.

Особливо треба звернути увагу на випадок, коли сили, що діють у протилежних напрямках, однакові за модулем. У цьому випадку рівнодійна цих сил дорівнює нулю, що і покаже динамометр.

А якщо рівнодійна сил дорівнює нулю, то тіло не може змінювати свою швидкість. Значить, якщо рівнодійна всіх сил, прикладених до тіла, дорівнює нулю, тіло перебуває в стані спокою або рухається рівномірно і прямолінійно.

На цей висновок доведеться звертати увагу при подальшому вивченні курсу фізики.

Запитання для самоконтролю

1. Чому при користуванні демонстраційним динамометром обов'язково треба звернути увагу учнів на те, як узгоджується напрям відхилення стрілки динамометра (вліво або вправо) з напрямом прикладених до нього сил?

ЗАВДАННЯ № 7

Ознайомитися з демонстраційним і лабораторним експериментом при введенні понять інертності, маси, густини речовини

Раніше зверталась увагу на те, що поряд із силою поняття інертності і маси є також важливими фізичними поняттями, з якими ознайомлюють учнів 7 класу. Тому за допомогою демонстраційного експерименту треба довести учням, що зміна швидкості тіла при дії на нього сили залежить не тільки від сили, а також і від певної властивості самого тіла.

Матеріал з цього питання коротко представлений в ОК-12.

Дослід 1. Введення поняття інертності і маси тіла

Обладнання: два візка (або машинки), один з яких навантажений; пружна лінійка, покажчик, нитки, сірники.

Спочатку доцільно повторити дослід 1 завдання № 2 з однаковими візками і звернути увагу на те, що візки в цьому досліді змінюють швидкості однаково, тому вони віддаляються від покажчика на однакові відстані. З'ясовують, що сили на них діють однакові: **при взаємодії тіла діють одне на одне з однаковими за модулем і протилежними за напрямом силами** (третій закон Ньютона).

Після цього демонструють дослід по взаємодії двох візків, один з яких на-

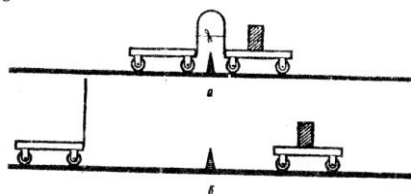


Рис. 24

вантажений (рис. 24). Проводять аналіз дослідів: якщо візки віддалилися від початкового положення на різні відстані, значить, вони по-різному змінили свої швидкості. Чому? Від сил це не може залежати, **візки діяли один на одного з**

однаковими силами. Значить, одержаний результат може залежати **тільки від самих тіл.**

Отже, тіла мають певну властивість – змінювати по-різному свої швидкості при дії на них однакових сил. Цю властивість називають *інертністю тіла*. Інертність різних тіл різна. Якщо тіло внаслідок взаємодії змінює швидкість на меншу величину, то інертність такого тіла більша, і навпаки.

Кількісною характеристикою інертності є фізична величина – маса

тіла. Чим більша інертність тіла, тим більша його маса (і навпаки).

Запитання для самоконтролю

1. Для порівняння мас двох взаємодіючих тіл можна користуватися такими двома виразами:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1} \quad \text{або} \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta v_2}{\Delta v_1}$$

2. Який з цих виразів є найбільш загальним? Чому? В якому окремому випадку можна користуватися іншим виразом (з цих двох)?

3. При взаємодії тіла одержали швидкості: $v_1 = 18 \frac{см}{с}$, $v_2 = 45 \frac{см}{с}$. Під час іншої взаємодії перше з цих тіл одержало швидкість $20 \frac{см}{с}$. Яку швидкість одержало друге тіло? В якому стані перебували тіла перед взаємодією?

Дослід 2. Виконати лабораторну роботу № 6: «Вимірювання маси тіла методом зважування»

Ця лабораторна робота ознайомлює учнів з одним із способів вимірювання маси і спрямована на формування в них уміння працювати з важільними терезами. Щоб учні могли більш самостійно і свідомо виконувати роботу, вони повинні знати правила зважування тіл на важільних терезах і вміти записувати результат вимірювання маси з абсолютною похибкою. Тому вчитель повинен ознайомити учнів з правилами зважування і на прикладі зважування певного тіла показати, як їх треба виконувати. Бажано, щоб «Правилами зважування», які наводяться нижче, всі учні були забезпечені.

Разом з учнями треба читати кожний пункт «Правил» і зразу виконувати його. Після досягнення рівноваги звернути увагу на те, в якій послідовності треба переносити гирі з шальки терезів у футляр і як записувати результат вимірювання маси тіла – маєтсья на увазі, що записується маса кожної гирі, починаючи з більшої.

$$\text{Наприклад, } m_{\text{набл}} = 20 \text{ г} + 20 \text{ г} + 2 \text{ г} + 1 \text{ г} + 500 \text{ мг} + 200 \text{ мг} = 43,7 \text{ г}$$

Щоб показати, як записується дійсне значення маси даного тіла, треба ознайомити учнів з тим, чому в даному випадку буде дорівнювати абсолютна похибка відліку, а значить, у спрощеному варіанті, і абсолютна похибка вимі-

рювання: вона дорівнює половині маси найменшої гирі в наборі (але не на шальці терезів!).

Так, якщо при даному зважуванні був використаний набір гир, в якому найменшою була гиря в 200 мг (гирі меншої маси загублені), то похибка вимірювання буде дорівнювати $\Delta m = 100 \text{ мг} = 0,1 \text{ г}$.

Результат вимірювання тоді запишеться так: $m = 43,7 \text{ г} \pm 0,1 \text{ г}$.

Якщо врахувати інструментальну похибку, яка для цих терезів дорівнює $200 \text{ мг} = 0,2 \text{ г}$, то абсолютна похибка вимірювання буде дорівнювати $\Delta m = 0,3 \text{ г}$, і результат вимірювання буде: $m = 43,7 \text{ г} \pm 0,3 \text{ г}$.

Може виникнути запитання, для чого вимагати від учнів записувати масу кожної гирі. Справа у тому, що такий запис дає можливість вчителю перевірити, чи дотримувався учень правил зважування, зокрема, послідовності використання гир. Наприклад, якщо учень написав, що:

Правила зважування

1. Перед зважуванням треба переконатися, що терези зрівноважені. Якщо вони не зрівноважені, то на легшу шальку слід покласти смужку паперу, картону тощо.
2. Не можна зважувати тіла такої маси, яка перевищує допустиме навантаження даних терезів.
3. На шальки терезів не можна класти мокрі, брудні, гарячі тіла, насипати без підкладки порошки, наливати рідини.
4. **Тіло, яке зважують, кладуть на ліву шальку терезів, гирі – на праву.**
5. Відкривають футляр для гир, знімають скло і беруть з футляру гирю, маса якої більша від маси тіла, що зважують.
Якщо гиря дійсно перетягне шальку, то її ставлять назад у футляр, а на шальку кладуть наступну гирю.
Якщо і ця гиря перетягне шальку, то і її ставлять назад у футляр; якщо не перетягне, то залишають на шальці.
Так само далі роблять з всіма наступними гирями, поки не буде досягнуто рівноваги. **Дрібні гирі беруть тільки пінцетом!**
6. Переносять гирі у футляр, починаючи з гирі більшої маси; у такий послідовності записують результат вимірювання.
7. Закривають гирі склом, вкладають пінцет та закривають футляр.

$m_{\text{набл}} = 20 \text{ г} + 20 \text{ г} + 10 \text{ г} + 5 \text{ г} + 1 \text{ г} + 500 \text{ мг} = 56,5 \text{ г}$, то зразу можна побачити, що він не виконував правил: замість трьох перших гир треба було брати одну гирю 50 г.

Все це й буде виступати як підготовка до зазначеної вище лабораторної роботи.

Лабораторна робота № 6

Вимірювання маси тіла методом зважування

Мета роботи: навчитись користуватись важільними терезами і вимірювати за допомогою їх масу тіл.

Обладнання: важільні терези, набір гир, різні тіла (брусок, болт).

Звіт про виконання роботи

1. Важільні терези і набір гир:

Абсолютна інструментальна похибка: 0,2 г.

Маса найменшої гирі в наборі:

Абсолютна похибка вимірювання:

2. Маса бруска: ... ± ...

3. Маса болта: ... ± ...

Висновок:

Дослід 3. Виконати лабораторну роботу № 7: «Визначення густини речовини (твердих тіл і рідин)»

Підготовкою до цієї роботи може бути розв'язування задач, зокрема експериментальних, а також повторення матеріалу про мензурку і про визначення за її допомогою об'єму тіл.

У звіті про виконання даної роботи, як і попередньої, результат вимірювання маси учні повинні записувати у вигляді суми мас гир.

Це дасть можливість вчителю, як зазначалося вище, перевірити, чи дотримувались учні правил зважування на важільних терезах.

Крім того, як і в лабораторній роботі №2, учні повинні у звіті навести схематичний рисунок мензурки, показати частину шкали цієї мензурки і початковий і кінцевий рівні води в ній. Це дасть вчителю можливість перевірити, чи навчилися учні вимірювати об'єм тіл за допомогою мензурки.

З метою формування умінь працювати з мензуркою доцільно перед уроком лабораторної роботи в кожному мензурку налити стільки води, щоб її рівень не співпадав з поділкою шкали, біля якої є відповідне число.

Лабораторна робота № 7

Визначення густини речовини (твердих тіл і рідин)

Мета роботи: виміряти густину алюмінію та густину води.

(Кожна ланка учнів вказує ту речовину, густину якої вона вимірює)

Обладнання: терези важільні, набір гир (маса найменшої гирі ...), мензурка № (ціна поділки . . .), циліндр з алюмінію, посудина з водою.

Звіт про виконання роботи

1. *Маса тіла:*

$$m_{\text{набл}} = 100 \text{ г} + 5 \text{ г} + 200 \text{ мг} = 105,2 \text{ г}$$

$$m = 105,2 \text{ г} \pm$$

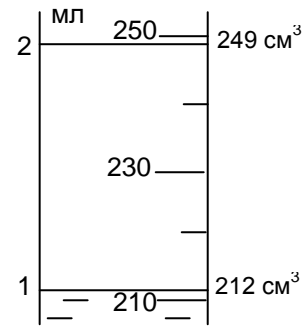
(знаходять масу води – як це зробити?)

2. *Об'єм тіла:*

$$V_1 = 212 \text{ см}^3 \pm$$

$$V_2 = 249 \text{ см}^3 \pm$$

$$V = 249 \text{ см}^3 - 212 \text{ см}^3 = 37 \text{ см}^3$$



3. *Густина алюмінію* $\rho = \frac{m}{V}$; $\rho = \frac{105,2\text{г}}{37\text{см}^3} = 2,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

4. *Густина води:* $\rho = \frac{m}{V}$; $\rho = \dots\dots \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

5. **Висновок:** (одержані значення порівняти з табличними, зробити висновок).

Запитання для самоконтролю

1. Якими трьома способами можна визначити масу тіла? Який з них є найбільш універсальним? Чому?
2. Чи можна звіт про виконання лабораторної роботи № 6 оформити у вигляді таблиці? Якою вона повинна бути? Яка форма звіту краще? Чому?
3. У програмі і деяких підручниках з фізики лабораторна робота № 7 має таку назву: «Визначення густини твердого тіла». У чому полягає помилка у та

кому формулюванні назви цієї роботи? В якому з підручників тему лабораторної роботи сформульовано вірно?

4. Яку експериментальну задачу ви запропонували б учням з метою підготовки до лабораторної роботи № 7?
5. Чи доцільно звіт про виконання лабораторної роботи № 7 оформляти у вигляді таблиці? Порівняйте із запропонованим вище зірцем оформлення і зробіть відповідні методичні висновки.

ЗАВДАННЯ № 8

Ознайомитися з демонстраційним та лабораторним експериментом при вивченні сил тертя

Раніше було показано, на основі якого експерименту учнів ознайомлюють з існуванням такої сили, як сила тертя. На даному етапі вивчення цього питання учням, теж на основі демонстраційного експерименту, дають поняття про **сили тертя ковзання, спокою і кочення**.

Дуже важливим є питання *про вимірювання на досліді сил тертя*. Саме при цьому доводиться спиратися на висновки, які були зроблені при вивченні питання про додавання сил, спрямованих у протилежні боки, зокрема, коли ці сили однакові за модулем. Одержання знань про вимірювання сил тертя дає можливість довести, що сила тертя залежить від матеріалу стичних поверхонь, їх чистоти і обробки, але не залежить від площі поверхні, що стикається з опорою.

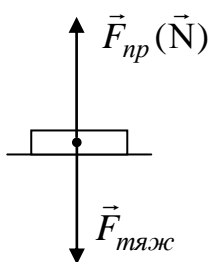


Рис. 25

Учні повинні одержати також знання про те, що із збільшенням навантаження на тіло сила тертя збільшується. Доцільно провести додаткову лабораторну роботу, при виконанні якої учні упевнюються у тому, що, у скільки разів збільшується сила нормальної реакції опори, у стільки ж разів збільшується і сила тертя. Отже, учням треба пояснити, чому силу тертя треба порівнювати саме з силою нормальної реакції опори, а не з силою

тяжіння або з силою нормального тиску.

Для цього треба розглянути, які сили діють на тіло у вертикальному напрямі (рис. 25).

Це сила тяжіння $\vec{F}_{тяж}$ і з боку опори - сила пружності $\vec{F}_{пр}$, яка у даному випадку дорівнює силі тяжіння.

Оскільки сила пружності перпендикулярна до поверхні, то її називають силою нормальної реакції і позначають літерою \vec{N} .

У даному випадку, якщо збільшиться сила тяжіння, то збільшиться і сила реакції \vec{N} . Але не завжди сила \vec{N} співпадає з прямою, вздовж якої діє сила тяжіння $\vec{F}_{тяж}$ (пригадайте такі приклади!), і не завжди вона за модулем дорівнює силі тяжіння. Але сила тертя виникає внаслідок взаємодії тіла з поверхнею, вздовж якої воно рухається, а з боку цієї поверхні на тіло і діє сила нормальної реакції. Тому силу тертя і порівнюють не з силою тяжіння, а саме з силою нормальної реакції, яка діє, як і сила тертя, на тіло, рух якого розглядається. Сила ж нормального тиску прикладена не до тіла, а до опори.

Матеріал про силу тертя можна знайти в ОК-13.

Досліди 1. Демонстрування дослідів, за допомогою яких вивчається сила тертя ковзання

Обладнання: дерев'яні бруски 2-3 шт, набір тягарців по 1 Н, динамометри лабораторний і демонстраційний, дерев'яна лінійка, скляна пластина, лист картону, наждачний папір.

Спочатку повторюють висновок, зроблений при введенні поняття сили тертя: ця сила виникає при русі одного тіла по поверхні іншого. Якщо тіло **ковзає** по поверхні іншого, то сила тертя, яка виникає при цьому, буде **силою тертя ковзання**. Від чого залежить ця сила? Щоб відповісти на це запитання, треба знати, як на досліді вимірюють силу тертя.

Якщо при русі одного тіла по поверхні іншого виникає сила тертя, то для того, щоб тіло рухалось прямолінійно рівномірно, до нього треба прикладати силу. При рівномірному прямолінійному русі по горизонтальній поверхні сила, що прикладається, повинна дорівнювати силі тертя ковзання. **Чому?**

Отже, щоб виміряти силу тертя ковзання, треба тіло привести у рівномірний рух на горизонтальній поверхні і виміряти прикладену до тіла в горизонтальному напрямі силу (рис. 26).

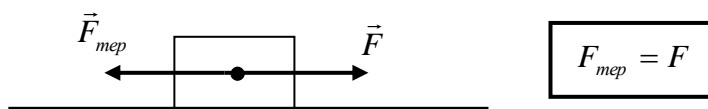


Рис.26

а) **Демонструють досліди**, за допомогою яких доводять, що сила тертя ковзання залежить від матеріалу тертювих поверхонь і шорсткості поверхні: переміщують дерев'яний брусок (навантажений тягарцями!) по дереву, склу, картону, наждачному паперу.

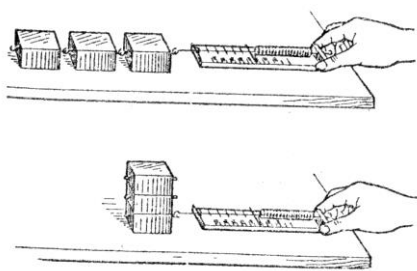


Рис. 27

б) **Демонструють незалежність** сили тертя ковзання від площі стичних поверхонь: рис. 27.

в) **Демонструють залежність** сили тертя від навантаження, з'ясовують, чому силу тертя треба порівнювати із силою нормальної реакції опори.

Повідомляють учнів, що цю залежність вони будуть досліджувати під час виконання лабораторної роботи.

Досліди 2. Демонстрування дослідів, за допомогою яких вводиться поняття і вивчається сила тертя спокою

Обладнання: дерев'яний брусок, набір тягарців по 1 Н, гирі масою 500 г – 2 кг, динамометри лабораторний і демонстраційний.

Після вивчення сили тертя ковзання доцільно поставити таке запитання: чи існує тертя, коли тіло нерухоме? **Заслухати думки учнів.**

Потім показати дослід з досить навантаженим бруском, який намагаються зрушити з місця. Учні побачать, що певна сила прикладається до бруска, а брусок залишається у стані спокою. **Чому?**

Значить, крім прикладеної сили на брусок в горизонтальному напрямі діє ще якась сила. Ця сила може діяти тільки з боку поверхні і вона повинна дорівнювати прикладеній силі. Інакше брусок не залишався б у стані спокою.

Оскільки ця сила діє з боку поверхні, з якою взаємодіє брусок, то вона теж буде силою тертя, але **силою тертя спокою**.

Слід обов'язково показати і проаналізувати, що сила тертя спокою завжди дорівнює силі, прикладеній паралельно до поверхні, і вона може змінюватися від нуля до сили тертя спокою максимальної, тобто від 0 до $F_{\text{тр.сп.мах.}}$, при дії якої тіло починає виходити із стану спокою.

Бажано експериментально підтвердити, що максимальна сила тертя спокою, як і сила тертя ковзання, залежить від матеріалу і шорсткості тертьових поверхонь, а також від сили нормальної реакції опори.

Досліди 3. Демонстрування дослідів, за допомогою яких вводиться поняття сили тертя кочення

Обладнання: візок, набір тягарців по 1Н, динамометри лабораторний і демонстраційний.

Звертають увагу на те, що по поверхні тіло може не тільки ковзати, але і котитися (**показати!**).

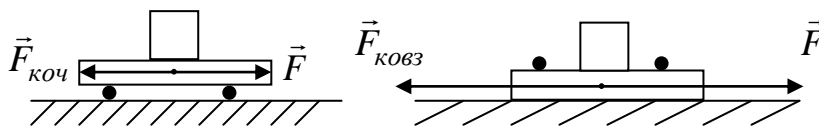


Рис. 28

У такому випадку на тіло буде діяти **сила тертя кочення**.

Дослідним шляхом доводять, що для одного й того самого тіла сила тер-

тя кочення менша за силу тертя ковзання. З цією метою демонструють досліди, показані на рис. 28 і 29. Силу \vec{F} вимірюють динамометром лабораторним або демонстраційним (**Перевірте, яким краще!**).

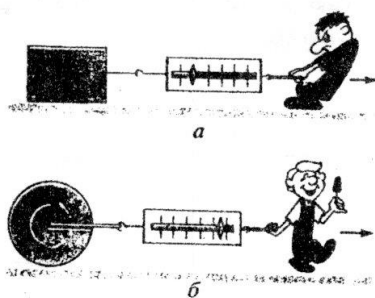


Рис. 29

Дослід 4. Виконати лабораторну роботу № 9 «Експериментальне визначення залежності

між силою тертя ковзання і силою нормальної реакції»

Дана лабораторна робота у програмі має назву «Визначення коефіцієнта тертя ковзання». Але удосконаливши її, можна провести роботу дослідницького

типу. У цьому випадку треба змінити й назву роботи. Щоб виконати цю роботу, учні повинні знати, як на досліді вимірюють силу тертя ковзання і силу нормальної реакції опори. Вище було показано, на якому етапі вивчення питання про сили тертя учнів ознайомлюють з вимірюванням сили тертя. Що стосується сили нормальної реакції, то слід мати на увазі, що у даній лабораторній роботі експериментально визначається залежність між силами тертя і нормальної реакції для руху тіла вздовж **горизонтальної поверхні** за умови, що сила прикладається до тіла **паралельно поверхні**. Саме у такому випадку сила нормальної реакції N завжди буде дорівнювати силі тяжіння $F_{тяж}$. Слід також підкреслити, що вже у першому досліді брусок треба навантажити хоча б одним тягарцем в 1Н, а далі навантаження збільшувати. **Подумайте, як це можна пояснити учням, чому так треба робити.**

Крім того, треба звернути увагу учнів і на те, що під час вимірювання сили тяжіння (а значить, і сили N) треба до динамометра підвішувати брусок разом з тягарцями. **Знову ж подумайте, для чого так треба робити.** Усі ці питання з'ясовуються з учнями перед виконанням лабораторної роботи (під час попередньої підготовки до неї). **Користуючись взірцем, виконайте дану лабораторну роботу.**

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 9

Експериментальне визначення залежності між силою тертя ковзання і силою нормальної реакції

Мета роботи: 1) навчитися вимірювати силу тертя ковзання;

2) з'ясувати, як змінюється сила тертя ковзання зі зміною сили нормальної реакції.

Обладнання: динамометр (ц.п. . . Н), набір тягарців, дерев'яний брусок.

Звіт про виконання роботи

| № досліду | Сила нормальної реакції | Сила тертя | У ск. разів збільшилась сила реакції | У скільки разів збільшилась сила тертя |
|-----------|-------------------------|------------|--------------------------------------|--|
| 1 | ... Н ± ... Н | ... ± | | |

| | | | | |
|---|-----------|-------|-----|-----|
| 2 | ... ± ... | ± | ... | ... |
| 3 | ... ± ... | ... ± | ... | ... |

Висновок:

Запитання для самоконтролю

1. Чому для вимірювання сили тертя рухати тіло треба рівномірно і силу прикладати паралельно до поверхні?
2. Чому силу тертя ковзання треба порівнювати із силою нормальної реакції?
3. Чому в дослідах при вивченні сил тертя і під час виконання лабораторної роботи недоцільно користуватися не навантаженим бруском?
4. На які висновки треба звернути увагу при вивченні сили тертя спокою? Чи можна будь-яке значення сили тертя спокою порівнювати із силою нормальної реакції для даного тіла?
5. Чому в лабораторній роботі № 9 під час вимірювання сили тяжіння (а значить, і сили нормальної реакції) треба до динамометра підвішувати брусок разом з тягарцями?

**РОБОТА №1.3. ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ І ЛАБОРАТОРНИЙ
ЕКСПЕРИМЕНТ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ «ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ.
СИЛА»: ТИСК ТВЕРДИХ ТІЛ, РІДИН І ГАЗІВ**

Мета роботи: вивчити методику і техніку постановки демонстраційного експерименту, виконання лабораторних робіт і розв'язання експериментальних задач при вивченні питань про тиск рідин і газів, атмосферний тиск, передачу тиску рідинами і газами.

ЗАВДАННЯ № 1

1. Проробити матеріал підручників:

- [31] - §§ 31, 32, 33, 34, 35, 42, 43, 44, 45;
 [12] - §§ 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62;
 [45] - §§ 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 47;
 [52] - §§ 17, 18, 19, 20, 21, 22.

Користуючись наведеним нижче планом, зробити короткі записи з таких питань:

- 1) введення поняття тиску;
- 2) закон Паскаля для рідин і газів; гідравлічний прес;
- 3) як розраховують тиск рідини; які досліди розглядаються у підручниках;
- 4) закон сполучених посудин;
- 5) атмосферний тиск, його вимірювання; манометри.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з демонстраційним експериментом, який підтверджує закон Паскаля для рідин і газів, і виконати його

Першим, досить важливим поняттям теми «Тиск рідин і газів» є закон Паскаля. Цей закон виступає як теоретична основа для вивчення майже всіх питань, пов'язаних з тиском у рідині і газі.

Тому на його вивчення слід звернути особливу увагу.

По-перше, треба звернути увагу на те, що **тверді тіла передають тиск тільки у тому напрямі, в якому діє сила. (Подумайте, на якому досліді це можна показати!)**

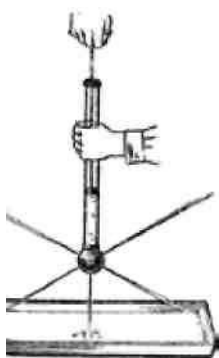


Рис. 30

Природно виникає запитання: а як рідини і гази передають тиск, що створюється на них? Відповідь на це запитання дає дослід з кулею Паскаля, а потім із саморобним приладом, показаним нижче. Слід підкреслити, що закон Паскаля говорить про **передавання тиску, який створюється на рідину або газ. Прикладом практичного застосування закону Паскаля є гідравлічні машини, зокрема, гідравлічний прес. Якщо у фізичному кабінеті є шкільний гідравлічний прес, то з ним**

обов'язково треба показати деякі досліди.

Досліди 1. Демонстрування закону Паскаля для рідин

Обладнання: прилад «куля Паскаля», саморобний прилад для демонстрування закону Паскаля, посудина з водою, деко. Спочатку показують дослід з «кулею Паскаля» (рис. 30).

Від приладу відгвинчують кулю і в циліндр наливають воду. Закручують кулю. Повільно натискають на поршень. Оскільки рідина характеризується рухливістю її частинок, то тиск, який діє на поршень, передається рідиною в усіх напрямках. Тому струмені рідини виштовхуються із усіх маленьких отворів, тобто в усіх напрямках.

Вказівка. Отвори в кулі розташовані в одній площині, тому прилад слід повернути таким чином, щоб струмені витікали у площині, що паралельна класній дошці.

Дослід буде ефективнішим, якщо воду забарвити (наприклад, флюоресцеїном) і струмені на фоні чорного екрана освітлювати збоку.

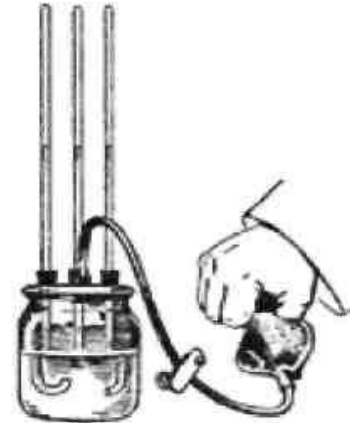


Рис. 31

Але цей дослід не дає можливості зробити висновок про те, що тиск, який діє на рідину, передається нею в усіх напрямках **однаково**. Щоб це показати, доцільно використати саморобний прилад (рис. 31).

У кришці банки просвердлюють чотири отвори. За допомогою спеціального ключа обточують її краї. У банку наливають на $\frac{2}{3}$ її висоти води. Отвори закривають гумовими пробками з вставленими в них скляними трубками. **Зверніть увагу на те, як розташовані скляні трубки всередині банки!**

Нагнітають повітря в банку гумовою грушею. Спостерігають, що **рідина в усіх трубках піднімається на однакову висоту** (див. рис. 31). Це свідчить про рівномірне передавання тиску в усіх напрямках.

Отже, рідина передає створюваний на неї тиск у всіх напрямках однаково.

Досліди 2. Демонстрування закону Паскаля для газів

Обладнання: прилад «куля Паскаля» (краще скляна), саморобний прилад для демонстрування закону Паскаля; зубний порошок, відкриті рідинні манометри (2 шт.).

З приладу знімають кулю (якщо вона металева) і піднімають поршень. Якщо куля Паскаля скляна, то з неї повністю висувають поршень. Наповнюють циліндр димом, зубним порошком або лікоподієм. Прикручують кулю або всовують поршень.

Енергійно натискають на поршень. Об'єм газу зменшується. Густина його (і кількість молекул в одиниці об'єму) збільшується. Зростає кількість ударів молекул о стінку посудини. Збільшується тиск газу. ***Рухливість частинок газу, як і рідини, зумовлює передавання тиску на газ в усіх напрямках.*** Струмені диму чи порошку виходять з однаковою швидкістю з усіх отворів кулі. Їх добре помітно на чорному фоні класної дошки або екрана при бічному природному (від вікна) або штучному (від освітлювача) освітленні.

Щоб довести, що газ передає створюваний на нього тиск у всіх напрямках **однаково**, використовують такий самий саморобний прилад, як і у дослідах 1, тільки в банку вставляють дві трубки, з'єднані з рідинними манометрами, і одну трубку, з'єднану з грушею.

Що стосується рідинного манометра, то учням можна поки що показати, як за допомогою його можна виявити збільшення тиску повітря всередині банки.

На основі цих дослідів роблять висновок, що **гази також передають створюваний на них тиск у всіх напрямках однаково.**

Запитання для самоконтролю

1. Як треба розташовувати скляні трубки у саморобних приладах для демонстрування закону Паскаля для рідин і газів: щоб отвори трубок були на однаковій глибині чи на різній? Дайте методичний аналіз відповіді.
2. Як на даному етапі вивчення теми ознайомити учнів з манометром, яким доцільно користуватися під час демонстрування певних дослідів, зокрема і на закон Паскаля?

ЗАВДАННЯ № 3

Ознайомитися з демонстраційним і лабораторним експериментом під час вивчення питання про тиск у рідинах

Відомо, що рідини тиснуть як зверху вниз, що зрозуміло для учнів, так і знизу вгору і з усіх боків. Останні висновки важко сприймаються учнями; не зразу вони засвоюють, що в усіх випадках висоту стовпа рідини треба відлічувати від вільної поверхні рідини. Тому на це треба звернути особливу увагу. Дуже корисним є проведення додаткової лабораторної роботи по вимірюванню тиску рідини манометром, але це можна робити тільки після вивчення питання про атмосферний тиск і манометри.

Досліди 1. Демонстрування дослідів, які підтверджують існування тиску усередині рідини, зумовленого вагомистю рідини

Обладнання: скляна трубка (широка), скляна посудина з бічним отвором, гумова плівка, картон, нитки, широка посудина з водою, рідинний манометр, манометрична капсула.

На прикладі простих дослідів, які можна провести у будь-якій школі, треба показати учням, що рідина тисне як зверху вниз, так і знизу вгору і з усіх боків.

1) Нижній отвір скляної трубки закривають гумовою плівкою і наливають у трубку воду. Під дією ваги рідини гумове дно трубки прогнеться. Якщо долити воду в трубку, дно прогнеться більше (рис. 32). Значить, **вода тисне зверху вниз і тим більше, чим вищий стовп рідини.**

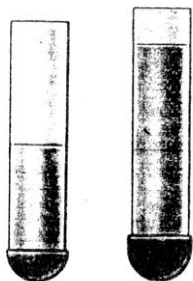


Рис. 32

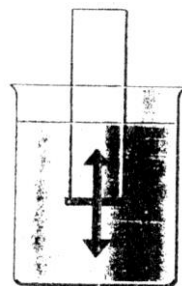


Рис. 33

Опустимо цю трубку з водою в широку посудину з водою. Побачимо, що в міру опускання трубки вниз гумова плівка випрямляється. Про що це говорить?

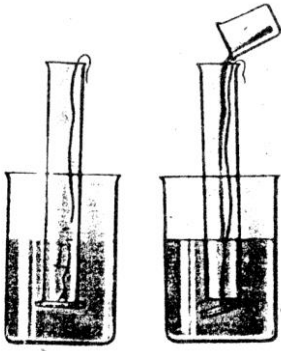


Рис. 34

Про те, що вода, яка міститься у широкій посудині, тисне на плівку **знизу вгору**. Плівка випрямляється повністю, коли рівні води в трубці і посудині збігаються (рис. 34).

2) Останній дослід можна **замінити таким**. Замість гумової плівки виготовляють з картону дно для скляної трубки, прикріплюють до нього нитку. Опускають трубку

у широку посудину з водою, притискаючи спочатку дно за допомогою нитки. Спостерігають, що по мірі опускання трубки дно щільно притискається до трубки і не відпадає. Його утримує **сила тиску води знизу вгору**. Наливають у трубку воду. Як тільки рівень води у трубці співпадає з рівнем води у посудині, дно відпадає від трубки (рис. 33). Це говорить про те, що тепер вода тисне на дно і зверху вниз, причому ці тиски стають однаковими, коли висоти стовпів усередині трубки і ззовні стають однаковими, а дно відпадає під дією сили тяжіння, яка діє на нього.

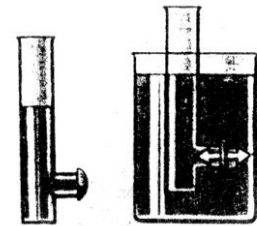


Рис. 35

3) Такі самі досліди можна провести з посудиною, в якій гумова плівка закриває бічний отвір. **Покажіть це і зробіть висновки** (рис. 35).

4) На цьому етапі вивчення цього питання доцільно показати також до-

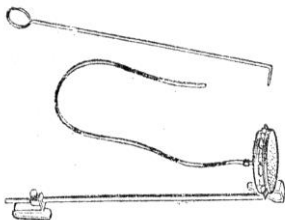


Рис. 36

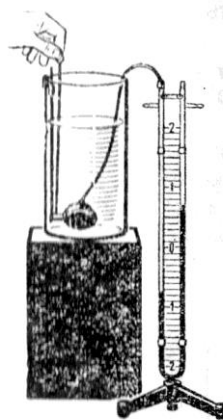


Рис. 37

сліді з манометричною капсулою і рідинним манометром, за допомогою яких краще і швидше можна продемонструвати всі досліди, на основі яких можна зробити висновки як про існування тиску усере

дині рідини та про його залежність від глибини, так і про те, що рідина тисне з усіх боків і що на даній глибині тиски зверху вниз, знизу вгору і з усіх боків однакові.

Для демонстрування досліду використовують манометричну капсулу із стержнем, за допомогою якого капсулу можна повертати (рис. 36). За допомогою цієї капсули, з'єднаної з манометром, показують, що рідина тисне з усіх боків, причому цей тиск збільшується з глибиною.

Якщо встановити коробочку приладу на певній глибині всередині рідини і повертати її плівкою вгору, вбік, униз, то покази манометра при цьому не змінюватимуться (рис. 37).

Досліди 2. Демонстрування явища гідростатичного парадоксу

Обладнання: прилад для демонстрування явища гідростатичного парадоксу («прилад Паскаля»), посудина з водою.

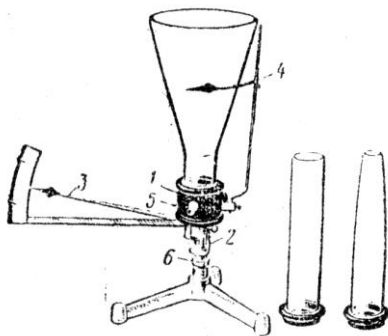


Рис. 38

Прилад для демонстрування явища гідростатичного парадоксу (рис. 38) складається з основи, дном якої є гумова плівка (1), стояка (2), стрілки, з'єднаної з гумовим дном (3), показчика рівня води (4), зливного ніпеля (5), гвинта для установлення стрілки (6).

До складу приладу входять три посудини різної форми, але з однаковою площею дна. Дном трьох посудин є гумова плівка, закріплена в стояку приладу. Посудини по черзі вкручують у стояк приладу і наливають в них воду; дно при цьому прогинається і його рух передається стрілці. Дослід показує, що **при однакових висотах стовпів води в посудинах стрілка відхиляється на одне й те саме число поділок шкали.**

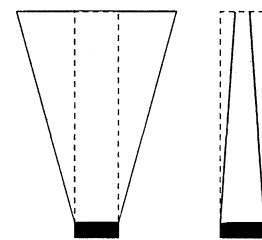


Рис. 39

Це означає, що сила, з якою рідина тисне на дно посудини не залежить від форми посудини, вона дорівнює вазі

вертикального стовпа, основою якого є дно посудини, а висотою – висота стовпа рідини (рис. 39). Це «парадоксальне» твердження можна пояснити законом Паскаля.

Запитання для самоконтролю

1. З якою метою вводиться демонстрація явища гідростатичного парадоксу?
2. Знання якого матеріалу допоможе пояснити явище гідростатичного парадоксу?

Дослід 3. Виконати фронтальну роботу «Вимірювання тиску рідини манометром»

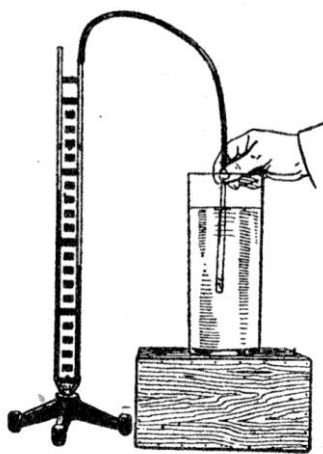


Рис. 40

Під час підготовки учнів до цієї роботи звертають увагу на те, що тиск у всіх дослідах, які вони будуть виконувати, визначається за **показами манометра** і що всі манометри заповнені підфарбованою **водою**. Тому для розрахунку тиску за формулою $p = \rho gh$ у всіх випадках замість ρ підставляють **густину води – рідини в манометрі**, а не рідини, в яку опускають скляну трубку, з'єднану з манометром, а замість h – різницю рівнів рідини в манометрі.

Крім того, з'ясовують, що **глибину занурення скляної трубки вимірюють від рівня рідини в трубці до вільної поверхні води в посудині** (рис. 40).

Таблицю для занесення результатів вимірювання дає вчитель, який, аналізуючи цю таблицю, звертає увагу ще і на те, що для встановлення залежності тиску від густини рідини в останньому досліді, в якому використовується інша рідина (а не вода), скляну трубку треба опускати на ту ж саму глибину, що і у воді. В останню колонку таблиці записують результат розрахунку тиску, а самі розрахунки роблять під таблицею. Для спрощення розрахунків учням дають пораду підставляти у формулу $g \approx 10 \frac{Н}{кг}$.

Фронтальна робота

Вимірювання тиску рідини манометром

- Мета роботи:** 1) навчитися вимірювати тиск рідини манометром;
 2) перевірити залежність тиску рідини від глибини занурення;
 3) перевірити залежність тиску рідини від її густини.

Обладнання: манометр з гумовою і скляною трубками, посудина з водою, посудина з розчином солі, лінійка (ц.п. . . . см).

Звіт про виконання роботи

| № п/п | Назва рідини | Глибина занурення | Різниця рівнів рідини в манометрі | Тиск |
|-------|--------------|-------------------|-----------------------------------|---------------|
| 1 | Вода | 8см ± . . . | 8 см ± . . . | $p_1 = \dots$ |
| 2 | Вода | 10см ± . . . | . . . ± . . . | $p_2 = \dots$ |
| 3 | Розчин солі | 10см ± . . . | . . . ± . . . | $p_3 = \dots$ |

$$p_1 = \rho g h_1; \quad p_1 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,08 \text{ м} = 800 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} (\text{Па})$$

$$p_2 =$$

$$p_3 =$$

Висновки:

1. Чим більше глибина, тим тиск рідини.
2. Чим більше густина рідини, тим в ній тиск на даній глибині.

Запитання для самоконтролю

1. Як правильно виміряти глибину занурення скляної трубки? Покажіть на рисунку.
2. На що повинен звернути увагу вчитель при перевірці звіту до даної роботи?

ЗАВДАННЯ № 4

Ознайомитися з демонстраційним експериментом під час вивчення питання про атмосферний тиск

Про атмосферний тиск та його вимірювання учні знають з курсу географії. Основне завдання вчителя фізики – експериментально довести існування атмосферного тиску та можливість його вимірювання, розглянути питання, пов'язані з практичним використанням атмосферного тиску.

Досліди 1. Демонстрування дослідів, які підтверджують існування атмосферного тиску

Обладнання: трубка з поршнем (від приладу «куля Паскаля»), шприц, прилад для демонстрування фонтана у розрідженому просторі, посудина з отворами в дні, лівер (або звичайна скляна трубка), піпетка, насос Комовського, склянка з водою, аркуш паперу, деко, посудина з підфарбованою водою, посудина з водою.



Рис. 41



Рис. 42

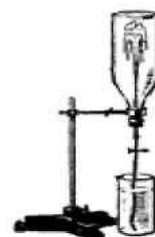


Рис. 43

1) Піднімання води в трубці за поршнем

Від кулі Паскаля викручують кулю і в клас не заносять. Поршень попередньо змочують водою, щоб він щільно прилягав до стінок трубки.

Дослід демонструють так, як показано на рис. 41. Воду використовують підфарбовану, посудину ставлять на підставку, дослід показують на білому фоні. За таким же принципом діє і шприц, з яким теж доцільно показати дослід.

2) Демонстрування фонтана у розрідженому повітрі

З приладу для демонстрування фонтана відкачують повітря за допомогою насоса Комовського, закривають кран, опускають гумовий патрубок приладу в посудину з водою і відкривають кран. Спостерігають утворення фонтана (рис. 42).

Якщо такого приладу немає у фізичному кабінеті, його виготовляють з товстостінної пляшки або круглодонної колби. Один кінець скляної трубки відтягують, а на другий надівають гумовий патрубок із затискачем. Після відкачування повітря насосом гумовий патрубок опускають у посудину з водою і відкривають затискач (рис. 43).

3) Демонстрування лівера і піпетки

Лівер і піпетка показані на рис. 44. Замінити лівер можна звичайною скляною трубкою, відкритою з обох кінців. **Дію лівера** показують так: опускають його в скляну посудину з підфарбованою водою; вода заповнює лівер до вільної



Рис. 44



Рис. 45

поверхні води у посудині. Після цього закривають пальцем верхній отвір лівера і виймають його з води. **Атмосферний тиск утримує воду у лівері.** Потім відкривають верхній отвір трубки; спостерігають, що вода виливається з лівера (рис. 45). Повідомляють, що лівер використову-

ють для взяття проб різних рідин, причому з різних глибин. Для демонстрування дії піпетки стискають пальцем гумову трубку, щоб видалити частину повітря з неї, після чого опускають кінець піпетки в рідину і відпускають гумову трубку. Рідина потрапляє у піпетку і утримується в ній атмосферним тиском, якщо кінець піпетки вийняти з рідини. Натискаючи на гумову трубку, одержують краплі рідини.

4) Демонстрування посудини з отворами в дні. З жерстяної банки виготовляють такий саморобний прилад: шилом роблять в дні багато отворів, у кришці – один отвір, який можна закривати пальцем (або виготовленою пробкою) (рис. 46). Спочатку за допомогою тонкого дроту показують учням, що в дні банки є отвори. Потім банку занурюють у посудину з водою і чекають, поки вона наповниться водою. Після цього отвір у кришці закривають пальцем, виймають прилад з води і розташовують його над деко. Звертають увагу на те, що вода не виливається з банки, **тому що її утримує атмосферний тиск.**

Відкривають отвір у кришці, вода під дією сили тяжіння струменями витікає з банки, утворюючи своєрідний «душ» (рис. 47).

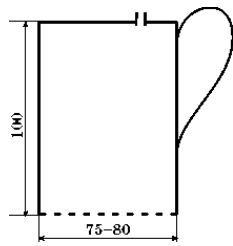


Рис. 46



Рис. 47



Рис. 48

5) Дослід із склянкою і аркушем паперу

Склянку наповнюють водою, накривають аркушем паперу і, тримаючи її над деко або широкою посудиною, перевертають догори дном. Вода не виливається (рис. 48). **Чому?**

6) Дослід з магдебурзькими півкулями (або тарілками)



Рис. 49

Магдебурзькі півкулі змащують тонким шаром вазеліну або тавоту і щільно прикладають одну до одної. За допомогою насоса усередині півкуль розріджують повітря. Закривають кран, знімають гумову трубку і пропонують двом учням роз'єднати півкулі. Їм це не вдається. Відкривають кран; півкулі легко роз'єднуються (рис. 49). **Поясність дослід.**

7) Демонстрування автоматичної напувалки для птиці

Напувалка складається з пляшки, наповненої водою і перекинутої в коритце так ,що шийка її лежить трохи нижче від рівня води в коритці (рис. 50).

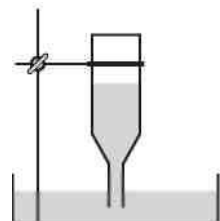


Рис. 50

Чому вода не виливається з пляшки?

Якщо рівень води в коритці знизиться і шийка пляшки вийде із води, частина води з пляшки витече. **Чому? Покажіть це.**

Запитання для самоконтролю

1. Які із запропонованих вище дослідів можна виконати у будь-якій школі, зокрема на саморобному обладнанні?

2. Які з дослідів можна перенести для виконання учнями вдома?
3. На якому принципі працює автоматична напувалка для птиці? Якої відповіді треба вимагати від учнів?
4. У досліді із склянкою і аркушем паперу скільки краще наливати у склянку води: повністю заповнювати її або частково? Відповідь обґрунтуйте та перевірте.

ЗАВДАННЯ № 5

Ознайомитися з манометрами, навчитися користуватися ними

У шкільному демонстраційному і лабораторному експерименті доводиться користуватися рідинним відкритим і закритим манометрами і металевим манометром. Тому вчителю треба знати будову і принцип дії кожного манометра і вміти користуватися ними.

Дослід 1. Вивчення відкритого рідинного манометра

Обладнання: відкритий рідинний манометр, манометрична капсула, посудини з водою та іншими рідинами.

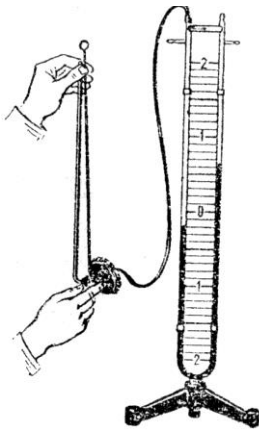


Рис. 51

Відкритий рідинний манометр складається з двоколінної скляної трубки, в яку наливають підфарбовану рідину. Рідина встановлюється в обох колінах на однаковому рівні, бо на її поверхню в колінах посудини діє тільки атмосферний тиск.

Щоб зрозуміти, як працює такий манометр, його можна сполучити гумовою трубкою з круглою плоскою коробкою, один бік якої затягнутий гумовою плівкою - **манометричною капсулою** - (рис. 51). Якщо злегка натиснути пальцем на плівку, то рівень рідини в коліні манометра, сполученого з коробкою, знизиться, а в другому коліні - підвищиться. *Чим це пояснюється?*

Від натискування на плівку тиск повітря в коробці збільшується. За законом Паскаля це збільшення тиску передається й рідині в тому коліні манометра, яке сполучене з коробкою. Тому тиск на рідину в цьому коліні буде більшим, ніж у другому, де на рідину діє атмосферний тиск. Під дією сили цього надлишкового тиску рідина почне переміщатися: в коліні із стиснутим повітрям рідина опуститься, у другому - підніметься. Рідина буде в рівновазі (зупиниться), коли надлишковий тиск стиснутого повітря зрівноважиться тиском, що його чинить надлишковий стовп рідини в другому коліні манометра. Чим більше тиснути на плівку, тим більшим буде надлишковий тиск повітря і тим більшим буде надлишковий стовп рідини у другому коліні, тим більшим буде його тиск.

Таким чином, **про зміну тиску можна робити висновки за висотою цього надлишкового стовпа.**

Слід підкреслити, що **відкритий рідинний манометр показує те значення тиску, на яке відрізняється в той чи інший бік від атмосферного тиск у посудині.**

Дослід 2. Вивчення закритого ртутного манометра

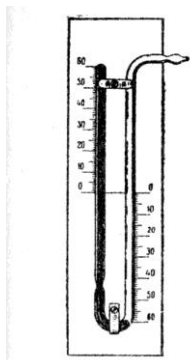


Рис. 52

Обладнання: закритий ртутний манометр, тарілка з ковпаком до насоса Комовського.

Ртутний закритий манометр (рис. 52) застосовують для вимірювання досить малих тисків. Ліве коліно такого манометра запаяне і повністю заповнене ртуттю. Ртуть тримається в ньому завдяки тиску іззовні. Тому манометр починає діяти і давати покази тільки тоді, коли вимірюваний тиск буде менший від висоти ртутного стовпа лівого коліна відносно рівня правого коліна.

Показати це можна, відкачуючи повітря з-під ковпака за допомогою насоса Комовського.

На відміну від відкритого манометра, різниця рівнів ртуті у манометрі із закритим коліном дає значення справжнього тиску в посудині, з якою прилад сполучено.

Дослід 3. Вивчення металевого манометра

Обладнання: демонстраційний металевий манометр МТ-150, різні технічні манометри, насос ручний.

Основна частина такого манометра – зігнута в дугу металева трубка (рис. 53), один кінець якої закритий. Другий кінець трубки за допомогою крана сполучається з посудиною, в якій вимірюють тиск.

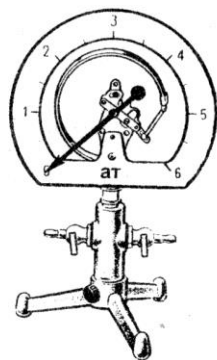


Рис. 53

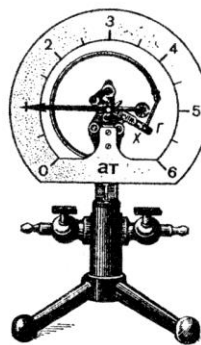


Рис. 54

Якщо стрілка манометра стоїть на поділці 0, то це означає, що у посудині, з якою з'єднано манометр, тиск дорівнює зовнішньому атмосферному. Якщо стрілка встановиться біля поділки 1, то це буде означати, що тиск у посудині на 1 ат ($\approx 10^5$ Па) більший за атмосферний. Значить, **такий манометр показує, на скільки тиск у посудині більший за атмосферний.**

Щоб цей манометр міг показувати абсолютний тиск у посудині, стрілку його треба поставити на поділку 1 (рис. 54). Для цього ослаблюють гвинт Г манометра і встановлюють його стрілку проти першої поділки, переміщуючи хомутик Х. Після цього гвинт знову міцно закручують.

Дію приладу починають демонструвати з показу зв'язку манометричної трубки зі стрілкою. Для цього пальцем легенько натискають на кінець трубки вгору, а потім униз і спостерігають, як переміщується стрілка.

Після цього закривають один кран манометра, а другий з'єднують спочатку з нагнітальним, а потім з розріджувальним ніпелем ручного насоса. Стрілка манометра показує спочатку **збільшення**, а потім **зменшення** тиску.

Розгляньте різні технічні манометри. Який тиск вони вимірюють: абсолютний чи надлишковий над атмосферним?

Запитання для самоконтролю

1. Який висновок можна робити про тиск у посудині, якщо рівень рідини (води) в коліні манометра, з'єднаному з посудиною, стоїть вище на 15 см відносно рівня рідини у другому коліні?
2. Який тиск повинен бути у посудині, щоб закритий ртутний манометр почав діяти (рис. 52)?

ЗАВДАННЯ № 6

Ознайомитися із сполученими посудинами та їх застосуванням

Спочатку ознайомлюють учнів з поняттям сполучених посудин за допомогою двох скляних трубок, з'єднаних гумовою трубкою, а потім показують набір різних за формою посудин, з'єднаних скляною трубкою; підкреслюють, що у всіх випадках виконується закон сполучених посудин: однорідна рідина встановлюється в них на однаковому рівні.

Далі розглядають і показують застосування сполучених посудин і ознайомлюють учнів із сполученими посудинами, заповненими різними рідинами.

Досліди 1. Демонстрування сполучених посудин та встановлення закону сполучених посудин

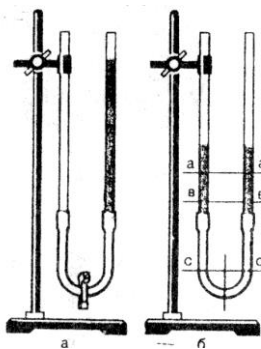


Рис. 55

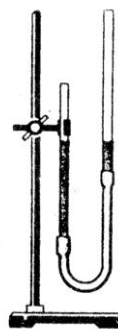


Рис. 55

Обладнання: дві скляні трубки, з'єднані гумовою трубкою; набір сполучених посудин, різних за формою і розміром; U – подібна трубка, заповнена різними рідинами.

Починають з досліду, зображеного на рис. 55-а. Гумову трубку на середині затискають і в одну з трубок наливають воду. Потім затискач відкривають, вода починає перетікати в другу трубку до тих пір, поки поверхні води в обох трубках не будуть на однаковому рівні (рис. 55-б), причому тиски в обох посудинах на будь-якому рівні однакові (а-а, в-в, с-с).

Після цього одну з трубок залишають закріпленою на штативі, а другу піднімають, опускають або нахиляють в різні боки (рис. 56). Спостерігають, що у всіх випадках поверхні рідини в обох трубках залишаються на одному горизонтальному рівні.

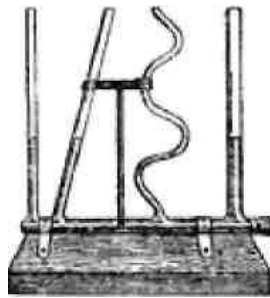


Рис. 57

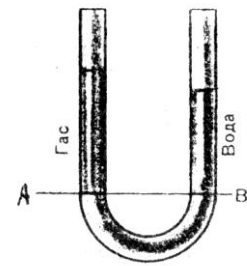


Рис. 58

Далі показують прилад з набором сполучених посудин різної форми (рис. 57), знову підтверджуючи закон сполучених посудин для однорідної рідини.

Під час вивчення питання про сполучені посудини, наповнені різними рідинами, показують дослід, зображений на рис. 58; експериментально доводять, що тиски рідин на рівні АВ однакові, і тому висоти стовпів рідин обернено пропорційні густинам рідин.

Досліди 2. Демонстрування дослідів, ілюструючих застосування сполучених посудин

Обладнання: поливальниця (дитяча), чайник, кавник, моделі водомірного



Рис. 59



Рис. 60

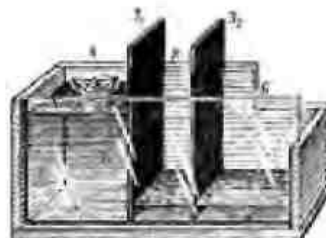


Рис. 61

скла і шлюзу, посудини з водою.

У всіх випадках працюють із рисунками у підручниках і демонструють дію поливальниці, чай-

ника, кавника (рис. 59), за допомогою моделей показують принцип дії водомірного скла (рис. 60) і шлюзу (рис. 61).

Запитання для самоконтролю

1. Які з вивчених раніше приладів і установок являють собою сполучені посудини?
2. Чи можна вивчення сполучених посудин забезпечити демонстраційним експериментом у будь-якій школі?

3. Як довести, що для сполучених посудин з різними рідинами $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$?

Коротко матеріал про тиск рідин і газів представлений в ОК-14 і ОК-15.

ЗАВДАННЯ № 7

Розв'язати експериментальні задачі з розділу «Тиск рідин і газів»

За «Вступом» до цього посібника проробити питання про експериментальні задачі; використати також посібники [18, 44, 51].

Задача №1

У скляну посудину налейте води так, щоб вона не вилитася, коли в неї занурити тіло (камінь, металевий брусок тощо). За допомогою масштабної лінійки визначте, на скільки збільшився тиск на дно після занурення тіла.

Обладнання: скляна посудина, посудина з водою, камінь або брусок металевий, масштабна лінійка.

Задача №2 (якісна)

Циліндричні посудини різних діаметрів зрівноважили на терезах. Потім в обидві посудини налили однакові об'єми води. Чи порушилася рівновага? Чи однаковий тиск води на дно цих посудин? Відповідь перевірте на досліді.

Обладнання: дві циліндричні посудини, терези, набір гир, мензурка, посудина з водою.

Задача №3 (якісна)

Скляну циліндричну трубку з приставним дном занурили у посудину з водою. До якого рівня треба налити води в трубку, щоб дно відпало? Чи спостерігатиметься аналогічне, якщо трубку взяти не циліндричну? Відповідь обґрунтуйте і перевірте на дослідах.

Обладнання: циліндрична і конічна трубки від приладу Паскаля, приставне дно, широка посудина з водою, банка з водою.

Задача №4

Якщо занурити у воду трубку із запаяним верхнім кінцем або пляшку, перевернуту догори дном, то повітря в них стиснеться, тому що вода частково зайде у посудину. Обчисліть тиск повітря у трубці або пляшці. Потрібні числові

дані візьміть з досліду. **Обладнання** підберіть самі.

Задача №5

За допомогою барометра-анероїда та масштабної лінійки визначте силу тиску атмосферного повітря на поверхню зошита.

Обладнання: барометр-анероїд, масштабна лінійка, зошит.

Задача №6

У конічну мензурку налейте 100-150 мл води. Масштабною лінійкою виміряйте висоту стовпа води і діаметр дна мензурки. Обчисліть тиск та силу тиску води на дно мензурки, а також масу і силу тяжіння цієї води. Порівняйте силу тиску з силою тяжіння води, зробіть відповідні висновки.

Обладнання: конічна мензурка, масштабна лінійка, посудина з водою.

Задача №7

За допомогою сполучених посудин і лінійки визначте густину олії.

Обладнання: скляна U – подібна трубка, вода, олія, лінійка.

Використані задачі з посібника [3].

Запитання для самоконтролю

1. Які із запропонованих вище задач можна розв'язати за допомогою саморобного обладнання?
2. Чи можна деякі з них дати учням для розв'язання вдома? Які саме?
3. Чи можна замість фабричних скляних посудин використати майонезні банки або пляшки з-під мінеральної або іншої води?
4. Знання якого матеріалу перевіряються під час розв'язання задач № 2, 3, 6?
5. Як теоретично довести, що сила тиску на дно конічної посудини дорівнює вазі вертикального стовпа рідини, а не силі тяжіння всієї рідини, наливої у посудину? В якому класі це можна зробити?

РОБОТА № 1.4. ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ «ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛА»: ЗАКОН АРХІМЕДА. ПЛAVАННЯ ТІЛ

Мета роботи: вивчити методичні особливості постановки демонстраційного та лабораторного експерименту при введенні поняття про архімедову силу, під час вивчення закону Архімеда і питання про плавання тіл; виконати всі види експерименту.

ЗАВДАННЯ № 1

1. Проробити матеріал підручників:

- [31] - §§ 37, 38, 39, 40, лабораторні роботи № 8, 9;
[12] - §§ 63, 64, 65;
[45] - §§ 48, 49, 50, лабораторні роботи № 7, 8;
[52] - §§ 23, 24, 25, лабораторна робота № 9.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як вводиться поняття про виштовхувальну силу; встановлюється, від чого вона залежить;
- як формулюється закон Архімеда;
- у чому полягають умови плавання тіл;
- які є неточності і помилки з цих питань у підручниках;
- які лабораторні роботи з цих питань пропонуються виконувати; які є помилки у вказівках і таблицях до цих робіт.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з демонстраційним і лабораторним експериментом під час введення поняття виштовхувальної сили та вивчення закону Архімеда

У підручниках і методичних посібниках пропонується декілька підходів до введення поняття виштовхувальної сили: 1) починати з теоретичного доведення того, що така сила повинна існувати, а потім одержані висновки підтверджувати експериментально; 2) починати зразу з демонстраційного екс-

перименту, а потім розглядати теоретичне підтвердження одержаних висновків;
3) починати з розв'язування задач, на основі аналізу яких ввести поняття виштовхувальної сили; з'ясувати, від чого вона залежить і чому вона дорівнює, а потім одержані висновки підтверджувати за допомогою демонстраційного експерименту та розглядати теоретичне доведення.

Не зовсім стандартним, але дуже вдалим є підхід через розв'язування задач. Даний підхід запропонував В.І.Лукашик. На думку автора, в деяких випадках розв'язування задач, може бути вихідним моментом для свідомого сприйняття учнями суті явища або поняття.

Запропонований підхід дає можливість більш об'єктивно осмислити зміст матеріалу, дозволяє активізувати процес сприйняття і в поєднанні з наступним демонстраційним експериментом, який підтверджує зроблені висновки, залишає більш глибокий відбиток у свідомості учнів.

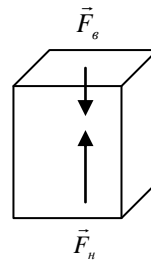
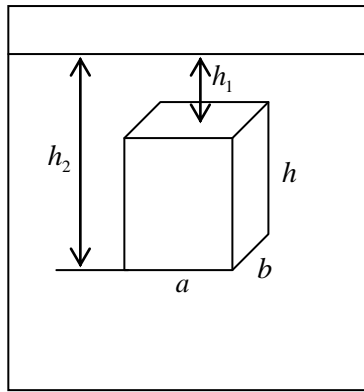
Використання даного підходу при введенні поняття виштовхувальної сили значно сприяє розвитку мислення учнів, тому що аналіз відповідей, одержаних при розв'язуванні задач, порівняння їх виступають як база для свідомого сприйняття учнями нового матеріалу.

В.І.Лукашик запропонував перед вивченням питання про дію рідини на занурене в неї тіло розв'язувати задачі такого змісту.

Задача. У посудину з водою занурили брусок (довжиною 8 см, шириною 5 см, висотою 10 см) на глибину 5 см від рівня води у посудині до верхньої грані тіла. Обчислити: а) з якою силою **вода тисне** на верхню грань бруска; б) на нижню грань; в) чому дорівнює рівнодійна цих сил; г) яка вага води, яку витісняє брусок.

Як показує зміст цієї задачі, розв'язання її базується на вже пройденому матеріалі. **Текст задачі учні записують у зошитах.**

$$\begin{aligned}
 a &= 0,08\text{ м} \\
 b &= 0,05\text{ м} \\
 h &= 0,1\text{ м} \\
 h_1 &= 0,05\text{ м} \\
 \rho &= 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \\
 F_г &- ? \\
 F_н &- ? \\
 R &- ? \\
 P_{\text{води}} &- ?
 \end{aligned}$$



1. Знайдемо тиск води на верхню грань:

$$p_г = \rho g h_1; \quad p_г = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,05\text{ м} \approx 500 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \approx 500\text{ Па}$$

2. Знайдемо площу верхньої і нижньої грані:

$$S = ab; \quad S = 0,08\text{ м} \cdot 0,05\text{ м} = 0,004\text{ м}^2$$

3. Знайдемо силу тиску води на верхню грань:

$$F_г = p_г S; \quad F_г = 500 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 0,004\text{ м}^2 = 2\text{ Н}$$

4. Знайдемо глибину, на якій знаходиться нижня грань тіла:

$$h_2 = h_1 + h; \quad h_2 = 0,05\text{ м} + 0,1\text{ м} = 0,15\text{ м}$$

5. Знайдемо тиск води на нижню грань:

$$p_н = \rho g h_2; \quad p_н = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,15\text{ м} = 1500 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \approx 1500\text{ Па}$$

6. Знайдемо силу тиску води на нижню грань:

$$F_н = p_н S; \quad F_н = 1500 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot 0,004\text{ м}^2 = 6\text{ Н}$$

7. Знайдемо рівнодійну сил тисків:

$$R = F_н - F_г; \quad R = 6\text{ Н} - 2\text{ Н} = 4\text{ Н}$$

8. Знайдемо об'єм води, витісненої тілом:

$$V = abh; \quad V = 8\text{ см} \cdot 5\text{ см} \cdot 10\text{ см} = 400\text{ см}^3$$

9. Знайдемо масу води, витісненої тілом:

$$m = \rho V ; m = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 400 \text{см}^3 = 400 \text{г} = 0,4 \text{кг}$$

10.3 знайдемо вагу води, витісненої тілом:

$$P = mg ; P = 0,4 \text{кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \approx 4 \text{Н} .$$

Після розв'язування цієї задачі додому одній половині класу дається задача з даним бруском, але зануреним у розчин кухонної солі (густина $1200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$), а другій половині класу – задача з іншим тілом ($a = 6 \text{см}$, $b = 4 \text{см}$, $h = 12 \text{см}$), зануреним у воду.

Учням пропонується розв'язати ці задачі за наведеним вище зразком, але не формулювати запитання, а писати тільки формули і робити розрахунки.

На наступному уроці аналізуються результати, одержані при розв'язуванні трьох задач. На дошці робляться такі записи:

| | 1. $F_{\text{верх}}$ | 2. $F_{\text{ниж}}$ | 3. R | 4. $P_{\text{рід}}$ | 5. $\rho_{\text{рід}}$ | 6. $V_{\text{тіла}}$ |
|---|----------------------|---------------------|--------|---------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 1 | 2 Н | 6 Н | 4 Н | 4 Н | $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | 400см^3 |
| 2 | 2,4 Н | 7,2 Н | 4,8 Н | 4,8 Н | $1200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | 400см^3 |
| 3 | 1,2 Н | 4,08 Н | 2,88 Н | 2,88 Н | $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ | 288см^3 |

↓
 $F_{\text{вишп}}$

Аналізуючи *першу і другу* колонки, звертаємо увагу учнів на те, що у всіх випадках сила тиску на нижню грань більша, ніж на верхню, тому **рівнодійна цих сил завжди напрямлена вгору — вона є виштовхувальною силою.**

Аналізуючи **перший і другий** рядки і **третю і п'яту** колонки, підводимо учнів до висновку, що **виштовхувальна сила залежить від густини рідини.**

Аналізуючи так само **перший і третій** рядки і **третю і шосту** колонки, встановлюємо **залежність виштовхувальної сили від об'єму зануреного тіла.**

Потім пропонуємо учням подивитись на **третю і четверту** колонки і відповісти на запитання: **чому ж дорівнює виштовхувальна сила?**

У всіх трьох випадках вона **дорівнює вазі рідини, витісненої тілом.**

Після цього всі одержані висновки підтверджуються експериментально.

Додому треба дати завдання - за підручником розглянути теоретичне доведення існування виштовхувальної сили.

Знання всього матеріалу перевіряється на наступному уроці.

Досліди 1. Демонстрування дослідів, підтверджуючих наявність виштовхувальної сили та її залежності від густини рідини і об'єму тіла

Обладнання: динамометр демонстраційний, циліндр від приладу «відерце Архімеда», тіло іншого об'єму, посудина з водою, посудина з насиченим розчином кухонної солі, штатив.

Перед демонструванням дослідів ознайомтеся з будовою, принципом дії і можливостями демонстраційного динамометра.

1) З'ясовують з учнями, як експериментально можна підтвердити, що при зануренні тіла у рідину на нього буде діяти виштовхувальна сила.

Використовують демонстраційний динамометр, закріплений на штативі, циліндр від приладу «відерце Архімеда», посудину з водою. Замість циліндра можна скористатися будь-яким тілом (рис. 62-а).

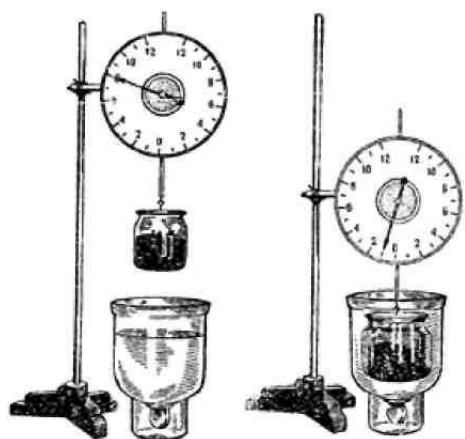


Рис. 62

Стрілку динамометра встановлюють на нуль і підвішують до нього циліндр. Знімають покази динамометра. Занурюють циліндр у воду. Покази динамометра зменшуються (рис. 62-б). З'ясовують, що зменшення показів динамометра підтверджує те, що **виштовхувальна сила напрямлена вертикально вгору, тобто у бік, протилежний силі тяжіння.**

Тому виштовхувальна сила буде дорівнювати різниці показів динамометра.

Вчителю треба мати на увазі, що автори всіх вказаних вище підручників в тексті відповідних параграфів, в інструкціях і таблицях до лабораторних робіт користуються такими виразами, як «вага тіла у повітрі» і «вага тіла в рідині», що є невірним. Вага тіла може змінюватися тільки під час прискореного руху.

У даному випадку вага тіла залишається незмінною, але при зануренні тіла в рідину зменшується його дія на підвіс, але виникає дія на опору, в ролі якої виступає рідина (за третім законом Ньютона, з якою силою рідина діє на тіло, з такою ж силою тіло діє на рідину). Це означає, що вага тіла розподіляється між підвісом і опорою.

На це треба звернути увагу під час демонстрування першого досліду.

УВАГА!

| |
|--|
| Вага тіла в рідині така ж сама, як і у повітрі, але вона розподіляється між підвісом і опорою |
|--|

Після проведення першого досліду звертають увагу учнів на те, що визначати виштовхувальну силу за різницею показів динамометра не зовсім зручно. Краще зразу вимірювати цю силу, врахувавши можливості демонстраційного динамометра.

З цією метою після підвішування циліндра до динамометра поворотом його шкали стрілку встановлюють на нуль і опускають циліндр у посудину з водою. **Динамометр зразу покаже виштовхувальну силу.**

Зверніть увагу, в якому напрямі відхиляється стрілка! Про що це говорить?

Який підсумок треба зробити після демонстрування першого досліду?

2) Після цього шляхом співбесіди з учнями з'ясовують, як можна підтвердити висновки про залежність виштовхувальної сили від об'єму тіла і густини рідини.

Під час демонстрування цих дослідів теж зразу вимірюють виштовхувальну силу і роблять відповідні висновки.

Замість циліндра використовують тіло іншого об'єму, а замість води – насичений розчин кухонної солі.

Досліди 2. Демонстрування дослідів, підтверджуючих закон Архімеда

Обладнання: динамометр демонстраційний, прилад «відерце Архімеда», штатив, посудина з водою, порожня посудина.

Спочатку показують самий простий дослід, який підтверджує висновок про те, що виштовхувальна (або архімедова) сила дорівнює вазі рідини, витісненої тілом.

Для цього підвішують до демонстраційного динамометра циліндр від приладу «відерце Архімеда», встановлюють стрілку динамометра на «нуль».

Занурюють циліндр у рідину: динамометр покаже виштовхувальну силу. Потім до демонстраційного динамометра підвішують відерце, внутрішній об'єм якого дорівнює об'єму циліндра (попередньо демонструють це учням), і встановлюють стрілку динамометра на нуль. Наливають повне відерце рідини, в яку занурювали тіло. Динамометр покаже вагу витісненої рідини. Порівнюють її з виштовхувальною силою.



Рис. 63

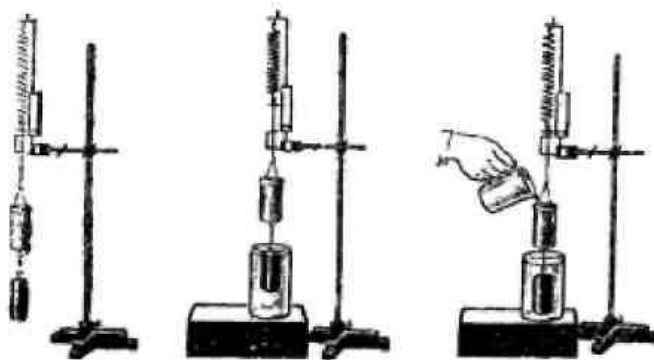


Рис. 64

1) Підтвердити закон Архімеда за допомогою демонстраційного динамометра можна і іншим способом.

Підвішують до динамометра відерце,

а до нього – циліндр (рис. 63) і ставлять стрілку динамометра на нуль. Опускають циліндр у посудину з водою. Динамометр показує виштовхувальну силу. Наливають повне відерце води. Стрілка повертається до нульової поділки.

Значить, вага води в об'ємі зануреного тіла зрівноважує виштовхувальну силу. Так підтверджується закон Архімеда.

Подібний експеримент можна виконати повністю з приладом «відерце Архімеда» так, як показано на рис. 64.

Виконайте його і поясніть кожний етап експерименту.

Дослід 3. Виконати фронтальну роботу «Визначення виштовхувальної сили, що діє на занурене в рідину тіло»

Слід відзначити, що на відміну від підручників в цій лабораторній роботі краще виконати два такі завдання: навчитися вимірювати виштовхувальну силу за допомогою динамометра (лабораторного) і перевірити, що вона дорівнює **вазі рідини, витісненої тілом**.

Підготовкою до цієї роботи будуть виступати всі експерименти, описані вище, зокрема перший дослід по вимірюванню виштовхувальної сили без установлення стрілки динамометра на нуль (лабораторний динамометр не має такої можливості).

Крім того, на уроці, що передує лабораторній роботі, обов'язково треба розв'язати таку експериментальну задачу: **виміряти виштовхувальну силу, яка діятиме на занурене у воду тіло, за допомогою тільки мензурки, не користуючись динамометром** (учням показують тіло і дають мензурку).

З учнями з'ясовують, що, оскільки за законом Архімеда виштовхувальна сила дорівнює вазі витісненої тілом рідини, то за допомогою мензурки можна виміряти об'єм тіла (а значить, об'єм витісненої ним рідини) і, знаючи густину рідини, обчислити масу і вагу цієї рідини, тобто виштовхувальну силу.

Звертають також увагу на те, що при зануренні тіла у **воду**, густина якої

дорівнює $1 \frac{г}{см^3}$, **чисельно** об'єм витісненої рідини в $см^3$ і її маса в $г$ будуть од-

наковими: якщо, наприклад, $V = 20см^3$, то $m = ρV$ буде дорівнювати:

$m = 1 \frac{г}{см^3} \cdot 20см^3 = 20г$, а цю масу легко виразити в $кг$ для обчислення ваги за фо-

рмулою $P = 9,8 \frac{Н}{кг} m$, причому учням радять для спрощення розрахунків округ-

лити $9,8 \frac{Н}{кг}$ до $10 \frac{Н}{кг}$: $P = 9,8 \frac{Н}{кг} \cdot 0,02кг = 0,2Н$.

Слід мати на увазі, що таблицю для занесення результатів вимірювань дає вчитель. У цій таблиці передбачені дослід №1, 2. Другий дослід доцільно запропонувати більш сильним учням. Для його виконання можна дати їм таку

саму пробірку, але з піском іншої маси, щоб учні встановили, що виштовхувальна сила не залежить від маси зануреного тіла, якщо об'єм його залишається сталим. Можна дати пробірку іншого об'єму, заповнену теж піском, щоб учні перевірили залежність виштовхувальної сили від об'єму, і, нарешті, можна скористатися однією пробіркою, але замінити воду на насичений розчин кухонної солі і перевірити залежність виштовхувальної сили від густини рідини. Вчитель все це повинен передбачити заздалегідь, врахувавши кількість учнів, яким можна дати додаткові завдання. Учні, які виконують їх, вносять доповнення до мети роботи, обладнання, до деяких колонок таблиці.

Взірець оформлення

Фронтальна робота

Визначення виштовхувальної сили, що діє на занурене в рідину тіло

Мета роботи: 1) навчитися вимірювати виштовхувальну силу за допомогою динамометра; 2) перевірити, що вона дорівнює вазі рідини, витісненої тілом.

Обладнання: пробірка з піском, посудина з водою, динамометр (ц.п. Н), мензурка (ц.п. ... см³).

Звіт про виконання роботи

| № досліду | Покази динамометра | | Виштовхувальна сила | Початковий об'єм води в мензурці | Об'єм води після занурення тіла | Об'єм витісненої води | Маса витісненої води | Вага витісненої води |
|-----------|--------------------|-------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| | Тіло у повітрі | Тіло у воді | | | | | | |
| 1 | ± | ± | | ± | ± | | | |
| 2 | ± | ± | | ± | ± | | | |

Висновок:

Запитання для самоконтролю

1. Як можна продемонструвати всі досліди, якщо у фізичному кабінеті немає демонстраційного динамометра?
2. Чи зрозуміли ви, чому не можна говорити про зміну ваги тіла при його зануренні в рідину?

3. Які переваги має підхід до введення поняття виштовхувальної сили через розв'язання відповідних задач з наступним експериментальним підтвердженням одержаних висновків?
4. Порівняйте мету фронтальної роботи, яку пропонують автори підручників для 7 класу, з метою, сформульованою у цьому посібнику. Зробіть відповідні висновки.
5. Які пробірки – великі чи малі краще використовувати в цій лабораторній роботі?
6. Чи може завдання по перевірці закону Архімеда (в лабораторній роботі) допомогти під час вивчення наступного матеріалу про плавання тіл і виконання лабораторної роботи по з'ясуванню умов плавання тіла в рідині?

ЗАВДАННЯ № 3

Ознайомитися з демонстраційним і лабораторним експериментом під час вивчення питання про плавання тіл

Вивчення питання про плавання тіл краще починати з аналізу сил, які діють на тіло, занурене в рідину. На таке тіло діють дві сили: сила тяжіння і архімедова сила, від співвідношення яких залежить поведінка тіла в рідині.

Проведений аналіз повинен підвести учнів до висновків, коли тіло плаває, тоне і спливає. Ці висновки і підтверджують шляхом демонстраційного експерименту. Передбачена програмою лабораторна робота дає можливість учням самим ще раз перевірити одержані висновки. Під час вивчення цього матеріалу треба звернути увагу на те, що порівнювати можна сили, прикладені до тіла, тобто силу тяжіння $\vec{F}_{тяж}$ і архімедову силу $\vec{F}_{арх}$, а не вагу тіла і архімедову силу, як це зроблено у деяких підручниках [12, 45].

Досліди 1. Демонстрування дослідів, за допомогою яких підтверджуються умови, при яких тіло плаває, тоне і спливає

Обладнання: три пробірки з піском, динамометр лабораторний, мензурка з водою.

Для досліду краще використати три пробірки з піском: одну - наповнити так, щоб вона тонула; другу - так, щоб вона плавала, майже повністю занурившись у воду; третю - щоб вона плавала, наполовину занурившись у воду.

Силу тяжіння можна виміряти лабораторним динамометром, а архімедову силу – за допомогою мензурки так, як це показано у завданні № 2.

Всі результати вимірювань записуються на дошці.

Виконайте ці досліди, запишіть результати вимірювань і зробіть відповідні методичні висновки.

Досліди 2. Демонстрування дослідів з картезіанським водолазом

Обладнання: картезіанський водолаз.

Підтвердити умови плавання тіл доцільно також за допомогою картезіанського водолаза. Цей прилад запропонував французький учений Декарт (Картезія) в першій половині XVII ст.



Рис. 65

Високу скляну посудину наповнюють водою, залишаючи зверху невеликий об'єм повітря. У цю посудину опускають невелику пробірку, частково заповнену водою. Кількість води підбирають так, щоб пробірка після опускання у посудину плавала, піднімаючись над водою на 2-3 мм (рис. 65). Зверху посудину щільно закривають гумовою плівкою.

Увага! У сучасних умовах пробірку можна замінити на піпетку, а в якості посудини взяти поліетиленову пляшку ємністю 1,5-2 літри.

Натискаючи на гумову плівку, збільшують тиск у посудині. Цей тиск передається через рідину до пробірки, в яку входить певний об'єм води. Сила тяжіння, що діє на пробірку, збільшується, і пробірка починає опускатися на дно.

Якщо припинити дію на плівку, то повітря у пробірці розширюється і витісняє надлишкову воду з пробірки. Сила тяжіння її зменшується і вона спливає.

Повільно збільшуючи (або зменшуючи) натискання на плівку, можна примусити пробірку плавати всередині рідини у посудині.

Слід мати на увазі, що досліди з картезіанським водолазом допомагають пояснити принцип занурення і спливання підводного човна.

Досліди 3. Поводження суцільних тіл з різною густиною у воді

Обладнання: посудина з водою, металева, коркова, парафінова, дерев'яна кульки (або бруски) однакового об'єму.

Мета досліду – показати, що поведження **суцільних** тіл у рідинах залежить від співвідношення густин рідини і речовини, з якої виготовлене тіло.

Якщо густина речовини твердого тіла більша за густину рідини, то тіло тоне в цій рідині.



Рис. 66

Якщо густина речовини твердого тіла менша за густину рідини, то тіло плаватиме на поверхні рідини.

Чим менша густина речовини тіла порівняно з густиною рідини, тим менша частина його об'єму занурена в рідину (рис. 66).

У широкую посудину з водою на нитці опускають металеву кульку, вона тоне. Опускають кульки або бруски, виготовлені з корка, дерева, парафіну.

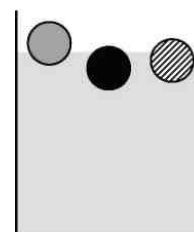


Рис. 67

Перед початком цих дослідів працюють з таблицею густин речовин твердих тіл; з'ясовують, як повинно розташуватися кожне тіло на поверхні води у посудині, порівнюючи положення їх одне з одним (рис. 67).

Досліди 4. Плавання тіл всередині рідини

Обладнання: посудина з водою, посудина з насиченим розчином кухонної солі, картоплина, яйце, пляшечка з пробкою, кухонна сіль.

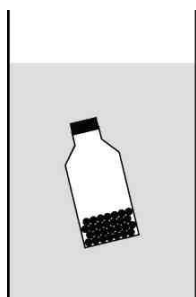


Рис. 68

На столі ставлять дві посудини – одну з водою, другу – з насиченим розчином кухонної солі. Опускають у воду невелику картоплину і спостерігають, що вона тоне. З'ясовують, що густина картоплини більша за густину води.

Виймають картоплину з води і опускають її в насичений розчин кухонної солі. Спостерігають, що вона плаває на поверхні рідини. Після цього доливають у розчин воду, перемішують

чи його, і чекають, поки картоплина не буде плавати всередині рідини. Аналізують одержаний результат.

Такий самий дослід проводять з яйцем і пляшечкою (рис. 68).

Пляшечку заздалегідь готують так. Насипають в неї сухого піску або іншого баластного матеріалу з таким розрахунком, щоб пляшечка дуже повільно тонула у воді. Сила тяжіння, що буде діяти на таку пляшечку, повинна як найменше відрізнятись від архімедової сили. Тільки тоді після повільного збільшення густини рідини за допомогою кухонної солі можна буде спостерігати піднімання пляшечки і плавання її всередині рідини [7, 14].

Досліди 5. Вивчення ареометрів – приладів для вимірювання густини рідин

Обладнання: ареометри для вимірювання густини, більшої і меншої за густину води ($1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ або $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$); високі посудини з водою, насиченим і ненасиченим розчином кухонної солі, спиртом (або бензином).

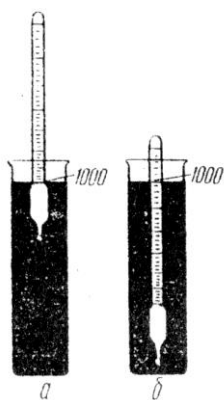


Рис. 69

Ареометр являє собою скляну трубку з деяким розширенням, на дні якої міститься свинцевий або залізний дріб, залитий зверху сургучем або парафіном, які не дають йому можливості рухатися. Зверху у трубку вставлено шкалу. Якщо ареометр призначений для вимірювання густин, більших за густину води, то поділка $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ($1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$) буде зверху і навпаки (рис. 69).

Якщо густина рідини, в яку опускають ареометр, буде більшою за $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, то він підніметься і на шкалі покаже значення цієї густини. Значить, на шкалі такого ареометра значення поділок збільшуються зверху вниз від $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ до значень, більших за $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. У ареометра, призначеного для вимірювань густин, менших за $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, значення поділок зменшуються від $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ знизу вгору.

Розгляньте ареометри і **виміряйте** ними густину різних рідин. **Поясніть**, чому ареометри в різних рідинах занурюються на різну глибину.

Якщо у фізичному кабінеті школи немає ареометра фабричного виробництва, то принцип його дії можна продемонструвати на саморобному приладі, показаному на рис. 69-а.

Для виготовлення цього приладу використовують пробірку з дробом (або іншим матеріалом) та скляну трубку довжиною 15-20 см. Баластного матеріалу доцільно взяти стільки, щоб прилад у спирті або бензині занурився майже до верхнього кінця трубки. Тоді з цим приладом можна показати досліди, опускаючи його у воду та різні розчини кухонної солі, демонструючи тим самим принцип роботи ареометра.



Рис. 69-а

Дослід 6. Виконати лабораторну роботу № 10: «З'ясування умов плавання тіла»

Підготовкою до цієї роботи буде пояснення матеріалу про плавання тіл, зокрема демонстрування умов, при яких тіло тоне, плаває і спливає.

Оскільки виштовхувальна сила в цих демонстраційних дослідах визначається за об'ємом витісненої води, то учні ще раз повторюють, як за допомогою мензурки можна визначити цю силу. Фактично ці ж досліди вони і будуть робити під час виконання цієї лабораторної роботи.

Учням треба підготувати дві пробірки з піском: одну – наповнену так, щоб вона тонула, а другу – так, щоб вона плавала, приблизно наполовину занурившись у воду. Тоді за допомогою другої пробірки учні зможуть перевірити, коли тіло плаває і коли спливає. Треба ще раз учнів попередити, що для встановлення умов, при яких тіло плаває, тоне і спливає, треба не забувати, що порівнюються сили, які діють на тіло – це сила тяжіння і архімедова сила, а не вага тіла з архімедовою силою. Таблицю для занесення результатів вимірювання дає вчитель. Учнів попереджають, що після виконання роботи і заповнення таблиці вони повинні зробити висновки і на схематичних рисунках показати вектори сил, що діють на кожне тіло у трьох випадках.

Лабораторна робота № 10

З'ясування умов плавання тіла в рідині

Мета роботи: перевірити, при яких умовах тіло плаває, тоне, спливає.

Обладнання: динамометр (ц.п. Н), мензурка (ц.п. ... см³), посудина з водою, дві пробірки з піском.

Звіт про виконання роботи

| № досліду | Сила тяжіння, що діє на тіло | Об'єм витісненої води | Маса витісненої води | Вага витісненої води (архімедова сила) | Поводження тіла |
|-----------|------------------------------|-----------------------|----------------------|--|-----------------|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |

Висновки:

Рисунки:

Запитання для самоконтролю

1. На які помилки, що зустрічаються у підручниках щодо пояснення питання про плавання тіл, треба звернути увагу учнів?
2. Чи обов'язково у дослідах № 3 брати кульки або бруски однакового об'єму?
3. Як пояснити, чому ареометр можна використовувати для вимірювання густин різних рідин? Чому при перенесенні його з води в рідину з іншою густиною він занурюється ще глибше або, навпаки, спливає? На що ви будете звертати увагу при поясненні цього питання учням?

ЗАВДАННЯ № 4

Розв'язати експериментальні задачі з питань «Дія рідини і газу на занурені в них тіла. Закон Архімеда. Плавання тіл»

У «Вступі» до цього посібника проробити питання про експериментальні задачі; використати також посібники [18, 44, 51]. За підручником [12] §65 ознайомитися з методом гідростатичного зважування для вимірювання густини твердих і рідких тіл. Звернути увагу на помилки і недоліки, які є в цьому параграфі, виправити їх.

Задача №1

Знайти густину речовини твердого тіла методом гідростатичного зважування.

Обладнання: динамометр; тверде тіло, густина речовини якого невідома; посудина з водою.

Задача №2

Знайти густину невідомої рідини (розчину кухонної солі) методом гідростатичного зважування.

Обладнання: динамометр, посудина з водою, посудина з розчином кухонної солі, тверде тіло.

Задача №3 (якісна)

Гирю і посудину з водою, які знаходяться на одній шальці, зрівноважили на терезах. Чи порушиться рівновага, якщо гирю опустити в посудину з водою? Відповідь обґрунтуйте і перевірте на досліді.

Обладнання: терези, набір гир, посудина з водою, штатив.

Задача №4 (якісна)

Прив'язане до гумового шнура тіло занурюють у воду. Чи зміниться розтяг шнура, якщо в посудину долити ще води? Про що це свідчить? Проведіть дослід.

Обладнання: тверде тіло, гумовий шнур, дві посудини з водою.

Задача №5

Скориставшись тільки мензуркою з водою, визначте густину речовини тіла, що плаває на поверхні води.

Обладнання: тіла з дерева, парафіну, корка, мензурка, посудина з водою.

Задача №6

Маючи динамометр і посудину з водою, визначте об'єм даного тіла. Результати обчислень перевірте за допомогою мензурки.

Обладнання: тіло неправильної форми (камінець), динамометр, посудина з водою; мензурка (тільки для перевірки).

Задача №7 (якісна)

Чи однакову силу прикладають, щоб утримати порожнє відро в повітрі і наповнене водою – у воді? Відповідь обґрунтуйте і перевірте за допомогою відерця Архімеда.

Обладнання: відерце Архімеда, динамометр, посудина з водою.

Задача №8 (якісна)

Посудину з водою зрівноважили на терезах, а потім занурили у воду гирю. Гирю якої маси треба поставити на праву шальку терезів для встановлення рівноваги? Відповідь обґрунтуйте і перевірте на досліді.

Обладнання: терези, набір гир.

Задача №9 (якісна)

В одну посудину налито воду, у другу – насичений розчин кухонної солі. Як за допомогою будь-якого плаваючого у воді тіла визначити, в якій посудині розчин? Відповідь перевірте на досліді.

Обладнання: тіла з дерева, парафіну та корка; посудина з водою, посудина з насиченим розчином кухонної солі.

Задача №10

Визначте масу налитого в посудину розчину кухонної солі. Використайте мензурку і ареометр.

Обладнання: посудина з розчином кухонної солі (або з іншою рідиною), мензурка, ареометр.

Задача №11

Обчислити роботу, необхідну для занурення у воду дерев'яного бруска, який плаває в ній. Результати обчислень перевірте експериментально.

Обладнання: посудина з водою, дерев'яний брусок, лінійка, динамометр із стрілкою.

Задача №12

Виміряйте густину пластиліну, використовуючи лише мензурку з водою.

Обладнання: шматок пластиліну, мензурка, посудина з водою.

Запитання для самоконтролю

1. Які помилки слід виправити, що є у §65 підручника [12]?
2. Які із запропонованих вище задач можна дати учням для виконання вдома? Які поради доцільно дати їм щодо виготовлення і застосування саморобного обладнання?

Матеріал з даної теми коротко представлений в ОК-16.

РОБОРА № 1.5. ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ І ЛАБОРАТОРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ: «МЕХАНІЧНА РОБОТА ТА ЕНЕРГІЯ»

Мета роботи: вивчити демонстраційний і лабораторний експеримент, який можна виконати з простими механізмами.

ЗАВДАННЯ № 1

1. Проробити матеріал підручників:

[31] – §§ 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28; 46, 47, 50; лабораторні роботи № 3, 4, 5, 6, 7;

[12] – §§ 13, 14, 19, 20, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 50, 51, 52, 53;

[45] – §§ 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 53, 55, 56, 57, 59, 60, 61, лабораторні роботи №3, 5, 6, 9, 10;

[51] – §§ 9, 10, лабораторні роботи № 6, 7;

[52] – §§ 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, лабораторні роботи № 5, 6, 7, 8.

Зробити короткі записи з таких питань:

- з якими простими механізмами ознайомлюють учнів автори різних підручників;
- в яких підручниках дається поняття про ККД простих механізмів; які лабораторні роботи пропонується виконувати.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з демонстраційним і лабораторним експериментом під час вивчення простих механізмів

Програмою з фізики передбачаєно вивчати такі прості механізми, як важіль, нерухомий і рухомий блоки, похила площина. Учні повинні знати, що таке момент сили, вміти визначати плече сили, знати, у чому полягає правило моментів і чому вводиться таке поняття як коефіцієнт корисної дії простого механізму. Особливу увагу треба звернути на важіль: продемонструвати умови рівноваги важеля, звернути увагу на те, як визначаються плечі сил; показати, що важелі можуть бути I роду – коли вісь обертання міститься між точками прикладання сил, і II роду – коли точки прикладання сил розміщені по один бік від осі обертання. Засвоєнню матеріалу про важіль і умови його рівноваги буде допомагати передбачена програмою лабораторна робота, під час виконання якої учні будуть навчатися користуватися таким простим механізмом, як важіль і експериментально перевіряти умови його рівноваги.

Досліди 1. Демонстрування дослідів під час вивчення важеля і блоків

Обладнання: шкільний лабораторний важіль, два блоки, динамометри демонстраційний і лабораторний, штатив, набір тягарців по 1Н, лінійка.

а) Важіль. Рівновага сил на важелі

Продемонструвати досліди з важелем I і II роду, як це показано на рис. 70.

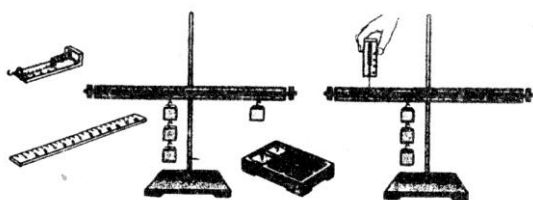


Рис. 70

Умови рівноваги важеля записати як у вигляді рівності відношень сил і плечей, так і у вигляді рівності моментів сил. Обов'язково треба звернути увагу на те, який виграш в силі можна одержати, користуючись важелем.

б) Блоки – нерухомий і рухомий. Поняття про виграш в силі, які дають блоки

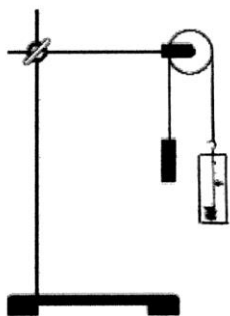


Рис. 71

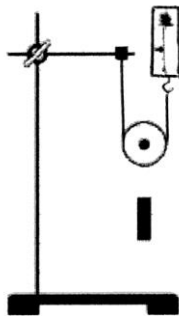


Рис. 72

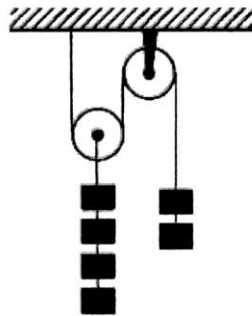


Рис. 73

Продемонструвати досліди, показані на рис. 71 і 72. Довести, що нерухомий блок не дає виграшу в силі, а рухомий –

дає у 2 рази.

Слід мати на увазі, що вагу вантажів, які підвішують до блоків, доцільно збільшити: використати не один, а декілька тягарців по 1 Н.

Показати також, що замість динамометра, яким вимірюється прикладена сила, можна скористатися тягарцями, які будуть зрівноважувати вагу вантажів; підвішених до блока; для рухомого блока в цьому випадку доведеться скористатися ще і нерухомим блоком (рис. 73).

Дослід 2. Виконати лабораторну роботу № 11: «Вивчення умови рівноваги важеля»

Пояснення вчителем матеріалу про важіль і умови його рівноваги, а також демонстрування відповідних дослідів виступають як попередня підготовка учнів до виконання цієї лабораторної роботи.

Таблицю для занесення результатів вимірювань дає вчитель на уроці лабораторної роботи. Учні перевіряють умову рівноваги важелів як першого (I), так і другого (II) роду.

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 11

Вивчення умови рівноваги важеля

Мета роботи: вивчити лабораторний важіль, перевірити умову його рівноваги.

Обладнання: лабораторний важіль на штативі, набір тягарців по 1Н, лінійка, лабораторний динамометр.

Звіт про виконання роботи

| № досліду | Сила, яка обертає важіль за годинниковою стрілкою | | | Сила, яка обертає важіль проти годинникової стрілки | | |
|-----------|---|--------------------|------------------|---|---------------------|-------------------|
| | Значення сили, F | Довжина плеча, l | Момент сили, M | Значення сили, F' | Довжина плеча, l' | Момент сили, M' |
| 1 | $F_1 =$ | $l_1 =$ | $M_1 =$ | $F'_1 =$ | $l'_1 =$ | $M'_1 =$ |
| 2 | $F_2 =$ | $l_2 =$ | $M_2 =$ | $F'_2 =$ | $l'_2 =$ | $M'_2 =$ |
| 3 | $F_3 =$ | $l_3 =$ | $M_3 =$ | $F'_3 =$ | $l'_3 =$ | $M'_3 =$ |

Висновок:

Досліди 3. Демонстрування дослідів під час вивчення похилої площини

Обладнання: трибометр демонстраційний, штатив, візок або машинка, брусок, набір тягарців по 1Н, динамометри демонстраційний або лабораторний, лінійка.

Про похилу площину можна прочитати у підручнику [12] в §51(5) і у підручнику [45] в інструкції до лабораторної роботи № 10. По-перше, користуючись поняттям роботи, треба теоретично довести, що **похила площина дає вигоду в силі у стільки разів, у скільки разів довжина похилої площини більша від її висоти.**

Зробити це можна так: робота, яка виконується під час піднімання тіла вертикально вгору, дорівнює добутку прикладеної до тіла сили на висоту h . Якщо тіло піднімається рівномірно, то прикладена сила дорівнює силі тяжіння. Тому $A_1 = F_{тяж} h$. Але можна підняти тіло на ту саму висоту й іншим способом – рівномірно переміщуючи його вздовж похилої площини довжиною L , прикладаючи меншу силу - силу тяги. Робота при цьому буде дорівнювати: $A_2 = F_{тяги} L$. Силу тяги і переміщення теж можна виміряти. Якщо б не було тертя, то за законом збереження енергії роботи в обох випадках були б рівні: $A_1 = A_2$.

$$F_{тяж} h = F_{тяги} L. \text{ Звідси } \frac{F_{тяж}}{F_{тяги}} = \frac{L}{h}.$$

Цей висновок обов'язково підтверджується експериментально. Дослід треба проводити з таким тілом, щоб силою тертя можна було знехтувати. Це може бути у тому випадку, коли на тіло буде діяти сила тертя кочення. Значить, по похилій площині доцільно піднімати візок, або машинку; на скільки можна навантажувати ці тіла, треба перевіряти на досліді. Потім на прикладі похилої площини можна дати і поняття коефіцієнта корисної дії простого механізму;

$$ККД = \frac{A_k}{A_e}, \text{ де } A_k - \text{ корисна робота, } A_e - \text{ виконана робота.}$$

$$A_k = A_1, A_e = A_2.$$

У цьому випадку $A_1 \neq A_2$ і $A_2 > A_1$.

Щоб показати на досліді, що це дійсно так, треба по похилій площині піднімати таке тіло, на яке діяла б сила тертя ковзання, якою не можна нехтувати. Таким тілом може бути навантажений брусок. Теоретичне вивчення цього матеріалу та експериментальне підтвердження одержаних висновків і буде виступати, як попередня підготовка до лабораторної роботи по визначенню ККД під час піднімання тіла по похилій площині.

Дослід 4. Виконати лабораторну роботу № 12: «Визначення коефіцієнта корисної дії (ККД) похилої площини»

Перед початком роботи ще раз доцільно звернути увагу учнів на те, як треба тримати динамометр під час вимірювання сили, прикладеної до тіла під час його переміщення вздовж похилої площини.

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 12

Визначення коефіцієнта корисної дії похилої площини

Мета роботи: визначити коефіцієнт корисної дії під час піднімання тіла вздовж похилої площини.

Обладнання: динамометр (ц.п. . . Н), вимірювальна стрічка (ц.п. . . . см), брусок, штатив з муфтою і лапкою, трибометр, набір тягар-

ців.

Звіт про виконання роботи

1. Сила тяжіння: $F_{тяж} = \dots \text{ Н} \pm \dots \text{ Н}$
2. Сила тяги: $F_{тяги} = \dots \text{ Н} \pm \dots \text{ Н}$
3. Висота похилої площини: $h = \dots \pm \dots$
4. Довжина похилої площини: $L = \dots \pm \dots$
5. Робота під час підйому на висоту h (корисна робота):

$$A_{кор} = F_{тяги} h;$$

$$A_{кор} = \dots = \dots \text{ Дж}$$

(без похибки, т. я. це непряме вимірювання!)

8. Повна робота: $A_n = F_{тяги} L$; $A_n = \dots = \dots \text{ Дж}$

9. ККД: $ККД = \frac{A_{кор}}{A_n} \cdot 100\%$; $ККД = \dots$

Висновок:

Запитання для самоконтролю

1. Як теоретично пояснити, чому нерухомий блок не дає виграшу в силі, а рухомий дає виграш в силі в два рази?
2. Чи можна лабораторну роботу № 11 провести на саморобному обладнанні? Якому саме?
3. Чи можна учням до лабораторної роботи № 12 дати ще додаткове завдання: перевірити, чи залежить ККД похилої площини від кута її нахилу?

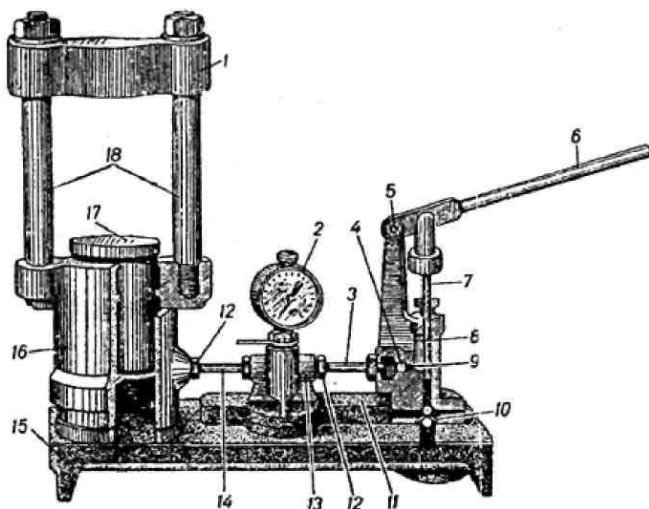


Рис. 74

Завдання № 3

Ознайомитись із практичним застосуванням гідравлічної машини

Досліди 1. Демонстрування дослідів з гідравлічним пресом

Обладнання: гідравлічний прес, пристрої до преса.

Розгляньте шкільний гідра-

влічний прес. Гідравлічний прес із закритою насосною системою (рис. 74) складається з таких основних частин: великого циліндра 16, хрестоподібної колонки 13 з манометром 2 і запобіжним клапаном, малого циліндра з насосом 8, бачка для масла 11 і підставки 15. Бачок становить єдине ціле з підставкою. На великому циліндрі на двох масивних сталевих колонах 18 закріплена плита 1. Спресовуване тіло кладуть між плитою 17 поршня, що рухається у великому циліндрі, і нерухомою плитою 1. На колонах є риски, які показують, на яку максима-

льну висоту можна піднімати поршень. У стінці великого циліндра є отвір для випускання повітря. У малому циліндрі 8 переміщується поршень 7. При підніманні цього поршня за допомогою рукоятки 6 масло з бачка 11 входить у малий циліндр через всмоктувальний клапан 10 і при опусканні поршня переходить через нагнітальний клапан 9 та трубки 3 і 14 у великий циліндр і піднімає поршень. Після стискування покладеного між плитами 17 і 1 тіла масло випускають у бачок, відкручуючи вентиль, розміщений на тилівій стороні хрестоподібної колонки.

Щоб гідравлічний прес підготувати до роботи, треба бачок преса 11 заповнити маслом. Для преса придатні всі незасихаючі машинні масла. Бачок перед заповненням треба витерти чистою ганчіркою; отвір для заповнення бачка маслом завжди тримають закритим. Щоб виявити переміщення великого поршня, слід прикласти палець до місця дотику платформи поршня і тримаючої колонки.

Палець відчує переміщення поршня. Якщо поршень не піднімається, треба витиснути із великого циліндра повітря, відкривши отвір у

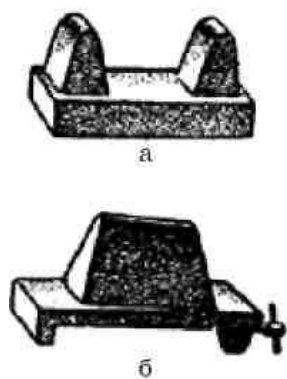


Рис. 75

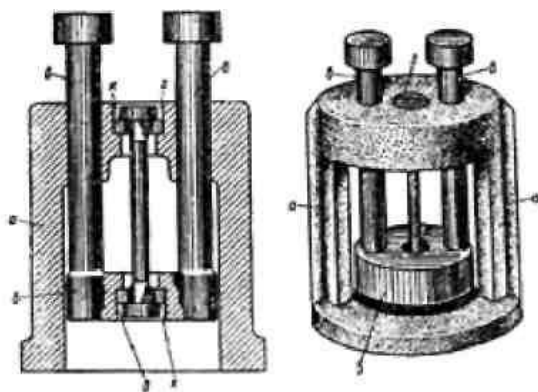


Рис. 76

стінці цього циліндра.

Циліндр буде повністю звільнений від повітря, коли з цього отвору почне витікати масло. Отвір після цього закривають. До гідравлічного преса додається декілька пристроїв, за допомогою яких можна показати певні досліди.

1) **Пристрій для згинання металевих брусків або стержнів** (рис. 75) являє собою дві чавунні плити, одна з яких має два конічні виступи (а), а друга – один (б). Плитку з двома виступами ставлять на плиту великого поршня преса і на неї кладуть брусок або стержень, який треба зігнути. Плитку з одним виступом пригвинчують до плити 1, закріпленої на колонах.

2) **Пристрій для розривання стержнів** (рис. 76) складається з чавунного постаменту (а), що має круглу основу, і рухомої залізної платформи (б) з двома упорними стержнями (в). Стержень для розривання має циліндричну форму з конічними розширеннями і плоскими головками на кінцях.

Його закладають у пристрій за допомогою двох загартованих кілець (к) з прорізами. Для кілець у платформі і в основі постаменту є відповідні гнізда (г).

3) **Пристрій для продавлювання отворів у металевих пластинках** показано на рис. 77. До преса додається 6 залізних пластинок завтовшки 1-1,5 мм,

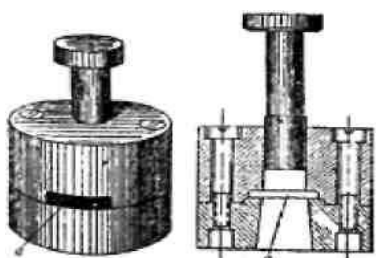


Рис. 77

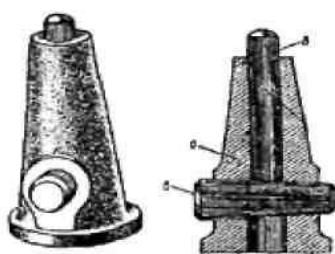


Рис. 78

які для пробивання отворів закладають у прямокутний отвір (а) пристрою. Пластинки можуть бути саморобними.

4) **Пристрій для спресовування свинцевих ошурків** (рис. 78) складається з чавунної колонки

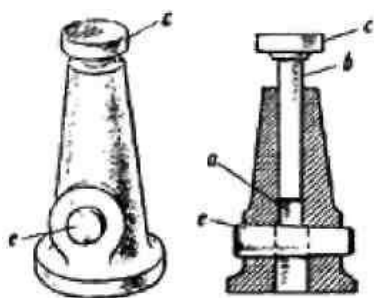


Рис. 79

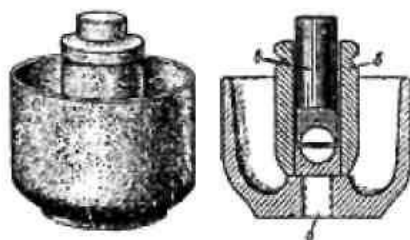


Рис. 80

4) **Пристрій для спресовування свинцевих ошурків** (рис. 78) складається з чавунної колонки (а) конічної форми з осьовим циліндричним каналом. «Дном» каналу є стальна конічна пробка (в), для якої в колонці зроблено гніздо.

Свинцеві ошурки насипають у циліндричний канал (а) (рис. 79), зверху вставляють стержень (б) з надітою на нього головкою (с). Пристрій затискають між плитами преса. Після спресування ошурок вибивають конічну пробку (е) і через більш широку нижню частину каналу видавлюють спресовані ошурки.

Корисно показати учням зразки спресованої маси (наприклад, жмихів) і деталі, одержані завдяки «порошкової металургії».

5) Пристрій для плавлення льоду під тиском (рис. 80) складається з чавунної чашки (а), на дні якої є циліндричний виступ із заглибиною у формі півкулі.

На виступ надівають циліндр (б) з каналом. У канал входить поршень (в) з широкою головкою в горі і заглибиною у формі півкулі внизу.

Для демонстрування досліду в чашку (а) пристрою і в його знімний циліндр (б), з якого перед цим виймають поршень (в), насипають танучого льоду, на який кладуть кусочок свинцю. У циліндр вставляють поршень, після чого пристрій ставлять на великий поршень преса. Лід під поршнем пристрою стискають під тиском кілька десятків атмосфер. Випустивши масло з великого циліндра преса в бачок, виймають пристрій і, знявши з нього циліндр, виштовхують льодяний циліндрик. Звертають увагу на те, що кусочок свинцю, покладений на лід зверху, опинився внизу. Пояснюють спостережуване явище тим, що при збільшенні тиску температура плавлення льоду в циліндрі зменшилась і стала нижчою від $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Лід у циліндрі, маючи температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, вищу за нову температуру його плавлення, плавиться. Утворена з льоду вода має температуру його плавлення, нижчу від $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Свинець тоне у воді. При зменшенні тиску до нормального вода знову замерзає, утворюючи льодяний циліндрик, на дні якого і опинився кусочок свинцю [7, с.168-171; 8, с.252-253].

Запитання для самоконтролю

1. Який вигаш в силі дає гідравлічний прес?
2. Які б досліди ви вибрали для демонстрування їх за допомогою гідравлічного преса?

ЗАВДАННЯ № 4

Розв'язати експериментальні задачі з теми «Робота і потужність. Енергія»

Перед розв'язанням цих задач треба ще раз проробити питання про експериментальні задачі, звернути увагу на методичні особливості постановки і розв'язання таких задач (див. «Вступ» до цього посібника, а також посібники [18, 44, 51]).

Треба не забувати, що результати прямих вимірювань записуються з абсолютною похибкою вимірювання.

Задача №1

Користуючись тільки мензуркою, визначте масу налитого в колбу насиченого розчину кухонної солі. Густина такого розчину дорівнює $1200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Обладнання: мензурка, колба з насиченим розчином кухонної солі.

Задача №2 (якісна)

На терезах зрівноважили в однакових колбах воду і розчин кухонної солі. В якій колбі міститься вода, в якій розчин солі? Чому?

Обладнання: колби з водою і розчином кухонної солі, важільні терези.

Задача №3

Визначити масу однієї краплини води. Розрахуйте, яка сила тяжіння діє на таку краплю.

Обладнання: піпетка, мензурка, посудина з водою.

Задача №4

Визначити товщину алюмінієвої фольги.

Обладнання: алюмінієва фольга правильної геометричної форми (обертка від цукерки), вимірювальна лінійка, важільні терези, набір гир.

Задача №5 (якісна)

Є дві однакові за розмірами і кольором кулі (показують їх). Як за допомогою сталюї лінійки визначити, яка з куль має більшу масу? Зробіть це.

Обладнання: дві кулі, однакові за розміром і кольором, сталюа лінійка,

нитки. сірники.

Запитання: чи можна кулі замінити брусками? Перевірте на досліді.

Задача №6 (якісна)

Алюмінієвий брусок і брусок з оргскла мають однакові об'єми (показують їх). Який з брусків має більшу масу? Чому? Відповідь перевірте на досліді.

Обладнання: два однакових за розміром бруски з алюмінію і оргскла, важільні терези (для перевірки).

Примітка: якщо брусків з алюмінію і оргскла немає, то можна використати бруски з інших матеріалів, але про це треба обов'язково повідомити учнів.

Задача №7 (якісна)

Пластмасовий і дерев'яний бруски мають однакові об'єми (показують). Як за допомогою терезів, не використовуючи важків, перевірити, яка речовина має більшу густину? Зробіть це.

Обладнання: пластмасовий і дерев'яний бруски однакового об'єму, важільні терези.

Задача №8

Користуючись терезами і важками, визначити об'єм алюмінієвого циліндрика (показують). Правильність відповіді перевірте за допомогою мензурки.

Обладнання: алюмінієвий циліндрик, важільні терези, набір гир, мензурка (для перевірки), нитки.

Задача №9

Використовуючи терези з важками, на досліді визначте місткість даної колби (показують). **Обладнання:** колба, посудина з водою, важільні терези, набір гир.

Задача №10 (якісна)

Не виконуючи розрахунків, за допомогою терезів визначте, що має більшу густину: пісок чи алюмінієві ошурки? **Обладнання:** важільні терези, коробки з піском і алюмінієвими ошурками.

Задача №11

Визначте експериментально, чому дорівнюватиме маса ртуті, якщо її нали-

ти в дану вам посудину. Користування ртуттю забороняється. Яке обладнання вам буде потрібне?

Задача №12

Використовуючи тільки масштабну лінійку, визначте силу тяжіння, що діє на даний вам сталевий брусок. Правильність обчислень перевірте за допомогою динамометра.

Обладнання: сталевий брусок, масштабна лінійка, динамометр лабораторний (для перевірки).

Задача №13 (якісна)

Є два мотки однакового дроту. Використовуючи тільки динамометр і не роблячи обчислень, визначте, в якому мотку довжина дроту більша. **Обладнання:** два мотки однакового дроту, динамометр лабораторний.

Задача №14

Використовуючи тільки динамометр, визначте об'єм даного вам латунного циліндрика. Правильність вимірювання перевірте за допомогою мензурки.

Обладнання: латунний циліндрик, динамометр лабораторний, мензурка (для перевірки).

Задача №15

Переміщуючи по поверхні стола брусок, прикріплений до динамометра, виконайте роботу 4 Дж. **Обладнання:** брусок, динамометр лабораторний, лінійка.

Задача №16

Підвісьте на штативі дві різні гири на будь-якій висоті і обчисліть, яку роботу вони мають виконати під час падіння. Користуватися можна тільки лінійкою. Яка з гир мала більшу потенціальну енергію і у скільки разів?

Обладнання: дві різні гири, лінійка (або вимірювальна стрічка), штатив. Для підбору наведених вище експериментальних задач використані посібники [3, 25].

Запитання для самоконтролю

1. Які з наведених вище експериментальних задач можна розв'язувати на саморобному обладнанні? На якому саме?
2. Чим можна замінити колби, які пропонуються у деяких задачах?
3. Чи можна у деяких задачах використовувати тіла з інших матеріалів? Чи можуть бути у цих випадках певні обмеження?
4. Чи можна деякі запропоновані вище задачі використати для розв'язання вдома?

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ У 8 КЛАСІ

РОБОТА № 2.1. ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ «ТЕПЛОВІ ЯВИЩА»

Мета роботи: вивчити методику і відпрацювати техніку постановки демонстраційного і лабораторного експерименту з теми.

ЗАВДАННЯ № 1

1. За підручниками проробити такі параграфи:

[32] - §§ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15;

[13] - §§ 14, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36;

[46] - §§ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20;

[52] - §§ 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 44, 45, 46, 47.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках для основної школи вводиться поняття про тепловий рух; яка його відмінність від механічного руху;
- поняття про внутрішню енергію тіла, способи її зміни;
- види теплопередачі: теплопровідність, конвекція, випромінювання (або променевий теплообмін);
- які досліди пропонуються у підручниках з цих питань;
- в яких підручниках передбачено вивчати питання про теплове розширення тіл;
- які досліди пропонуються з цього питання;
- якими дослідями супроводжується введення поняття про кількість теплоти та питому теплоємність речовини;
- на якому рівні різні підручники ознайомлюють учнів із зміною агрегатних станів речовини, які досліди при цьому пропонуються.

УВАГА!
ДОДЕРЖУЙТЕСЬ ПРАВИЛ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС
ВИКОНАННЯ РОБІТ НА ТЕПЛОВІ ЯВИЩА

1. Перед роботою перевірте справність електричної вилки й шнура, що під'єднуються до мережі.
2. Забороняється користуватися електричними плитками з відкритими спіралями.
3. Забороняється брати незахищеними руками прилади з гарячою рідиною та інші гарячі предмети.

2. За «Вступом» до даного посібника проробити матеріал про демонстраційний експеримент та вимоги до нього, про короткотривалі фронтальні досліди та домашні досліди і спостереження.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися із демонстраційним експериментом під час вивчення питання про теплове розширення тіл

У підручниках [32] і [13] дається поняття про коефіцієнти лінійного і об'ємного розширення твердих і рідких тіл, записуються формули для визначення довжини твердого тіла і об'єму рідини при будь-якій температурі; у вправах пропонуються відповідні розрахункові задачі. Не звертається увага тільки на те, що поняття зміни **об'єму** може застосовуватися і для твердих тіл, і що у такому випадку треба знати, що коефіцієнт об'ємного розширення твердого тіла у три рази більший за коефіцієнт лінійного розширення того ж тіла: $\beta = 3\alpha$, де β – коефіцієнт об'ємного розширення, а α – коефіцієнт лінійного розширення твердого тіла. Тому у довідниках даються таблиці тільки для коефіцієнтів **лінійного** розширення твердих тіл.

Вивчення матеріалу про теплове розширення тіл починають з повторення дослідів, які демонструвались на початку вивчення теми «Початкові відомості про будову речовини». Оскільки кількісна характеристика теплового розширення тіл дається тільки для твердих і рідких тіл, то і досліди демонструють тільки для цих тіл.

Для твердих тіл показують дослід з приладом «куля Гравезанда» (див. рис. 2), для рідин – дослід, показаний на рис. 3 або на рис. 4.

Запитання для самоконтролю

1. Чи доцільно запропонувати учням придумати і виконати вдома певні досліди по розширенню твердих і рідких тіл?

ЗАВДАННЯ № 3

Ознайомитися із демонстраційним експериментом під час вивчення питання про теплопровідність тіл

У курсі фізики розглядаються два способи зміни внутрішньої енергії тіл – за рахунок виконання механічної роботи і шляхом теплопередачі.

Програмою передбачено вивчати три види теплопередачі: теплопровідність, конвекцію і випромінювання (або променевий теплообмін).

Всі види експерименту з цих питань можна поділити на дві групи: перша – це досліди, на основі яких вводиться саме поняття того або іншого виду теплопередачі; друга – це досліди, які дають змогу порівняти між собою різні види теплопередачі або один і той же вид теплопередачі для різних тіл.

Слід мати на увазі, що майже всі досліди з цих питань можна показати на саморобному обладнанні. Частина дослідів учні зможуть виконати вдома. Про ці можливості теж не треба забувати.

Дослід 1. Введення поняття про теплопровідність тіл



Рис. 81

Обладнання: мідна дротина, штатив, спиртівка, підставка, сірники (або цвяхи), парафін або пластикін.

Один кінець товстої мідної дротини (або стержня) закріплюють у штативі і до неї за допомогою парафіну прикріплюють цвяхи або сірники. Нагрівають вільний кінець дротини в полум'ї спиртівки. Спостерігають, що відбувається з цвяхами або сірниками (рис. 81).

На основі проведеного дослідів і відповідного пояснення (див. підручники) дають означення теплопровідності.

Перенесення енергії від більш нагрітих частин тіла до менш нагрітих внаслідок теплового руху і взаємодії частинок називається *теплопровідністю*.

Підкреслюють, що під час теплопровідності перенесення речовини не відбувається.

Досліди 2. Порівняння теплопровідності різних твердих тіл

Обладнання: мідна і залізна дротини, два штативи, прилад для дослідження теплопровідності різних металів, сірники (або цвяхи), парафін або пластилін, спиртівка, дерев'яна та скляна палички, металева паличка (або стержень).

1) Після введення поняття теплопровідності порівнюють теплопровідності різних твердих тіл, спочатку металів.

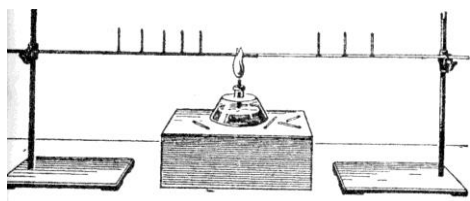


Рис. 82

З цією метою показують дослід з двома різними металевими дротинами – мідною і залізною (рис. 82) і упевнюються у тому, що мідь краще передає теплоту, ніж залізо.

Під час підготовки цього дослідів вільні кінці дротин складають так, щоб вони перекривали один одного на 2-3 см.

Порівняння теплопровідності металів можна зробити і за допомогою фабричного приладу, показаного на рис. 83 (такий прилад може бути і саморобним).

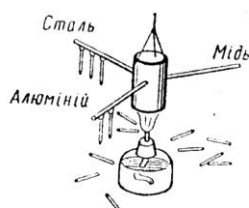


Рис. 83

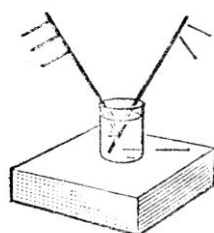


Рис. 84

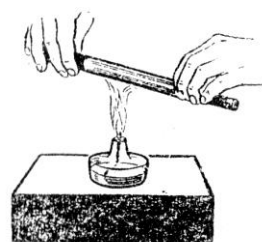


Рис. 85

2) Після цього показують погану теплопровідність дерева і скла у порівнянні з металами. Для проведення дослідів використовують металеву, дерев'яну та скляну палички.

Ці палички (всі три або дві) одночасно опускають у посудину з гарячою водою (рис.84). Спостерігають, що з металевої палички сірники падають один за одним, а на дерев'яній (або скляній) продовжують триматися.

3) Добру теплопровідність металу і погану – дерева можна показати також

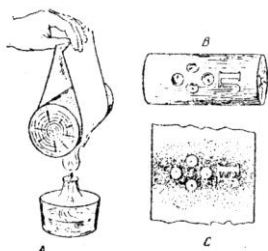


Рис. 86

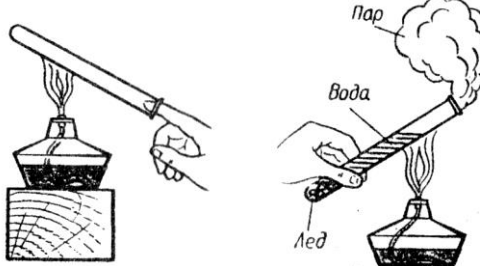


Рис. 87

на таких дослідах.

а) Металевий стержень **щільно** обгортають тонким папером, вносять у полум'я спиртівки і тримають у ньому

близько хвилини (рис. 85). Звертають увагу на те, що папір, всупереч сподіванням, не займається і навіть не обвуглюється.

Потім таким самим способом повторюють дослід, але папером обгортають дерев'яний циліндр. У цьому випадку він швидко займається.

б) Можна використати і ще один варіант такого експерименту. В дерев'яний циліндр встромляють декілька кнопок і обгортають його папером. Вносять циліндр у полум'я спиртівки. Отримують нерівномірне обвуглювання паперу (рис. 86).

Досліди 3. Демонстрування поганої теплопровідності рідин і газів (повітря)

Обладнання: дві пробірки, посудина з водою, спиртівка.

Щоб показати погану теплопровідність повітря і води, треба їх нагрівати зверху, як показано на рис. 87. Пробірку надівають на палець, піднімають приблизно під кутом 45° і нагрівають її верхній кінець. В такому положенні пробірку можна тримати довго. Це свідчить про те, що і скло, і повітря – погані провідники теплоти. У другій пробірці нагрівають верхні шари води. Через деякий час вода на поверхні починає кипіти, виділяючи пару, а нижні шари її залишаються холодними. Значить, вода – поганий провідник теплоти.

Після демонстрування цих дослідів логічно поставити запитання про те, як краще нагрівати рідини і гази. Це дасть можливість перейти до вивчення другого виду теплопередачі – конвекції.

Запитання для самоконтролю

1. Як на основі атомно-молекулярного вчення пояснюється механізм теплопровідності?
2. Які досліди з теплопровідності учні зможуть виконати вдома? Які поради може дати вчитель?
3. Щоб показати погану теплопровідність води і погану теплопровідність повітря, ви користуєтесь однією пробіркою. Який дослід треба проводити першим? Чому?
4. Які з розглянутих вище дослідів можна використати для створення проблемної ситуації під час вивчення теплопровідності?

ЗАВДАННЯ № 4

Ознайомитися із демонстраційним експериментом під час вивчення питання про конвекцію в рідинах і газах

Вивчення цього питання доцільно почати з аналізу останніх дослідів, ілюструючих погану теплопровідність рідин і газів. Звідси випливає висновок, що рідини і гази треба нагрівати знизу, а не зверху.

Який же спосіб теплопередачі тоді буде мати місце? Чим він буде відрізнятися від теплопровідності?

Дослід 1. Демонстрування конвекції в рідинах

Обладнання: скляна колба з водою (краще круглодонна), штатив, перманганат калію, спиртівка, хімічна склянка з водою, перегородка.

Закріплюють у штативі скляну колбу з водою, опускають на дно кристалик перманганату калію. Розташовують спиртівку під

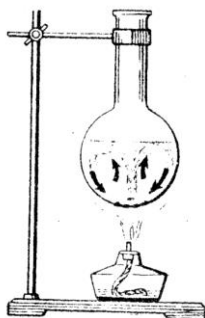


Рис. 88



Рис. 89

колбою у тому місці, де знаходиться кристалик, і підігрівають воду (рис. 88).

Помічають, що нагріті нижні шари води, підфарбовані марганцевокислим калієм у фіолетовий колір, виштовхуються холодною водою і піднімаються угору. Завдяки такому руху вся вода рівномірно прогрівається. Отже, **енергія переноситься з одного місця в інше потоками речовини - води.**

На основі цього досліду ще раз підкреслюють, що у даному випадку, на відміну від теплопровідності, теплопередача відбувається **за рахунок переміщення самої речовини.**

Замість описаного вище досліду можна показати і інший, запропонований у посібнику [6]. Для цього досліду використовують хімічну склянку з водою. За її розмірами виготовляють перегородку з тонкої жерсті або картону так, щоб вона щільно прилягала до стінок. Встановлюють перегородку у склянку з водою так, як показано на рис. 89.

З однієї сторони перегородки на дно склянки кладуть кристалик перманганату калію і нагрівають склянку саме з цього боку. Спостерігають, як переміщуються підфарбовані шари води.

Дослід 2. Демонстрування конвекції в газах

Обладнання: вертушка паперова, змійка паперова, електроплитка лабораторна або електрична лампа; загострена дротина, зігнута під прямим кутом.

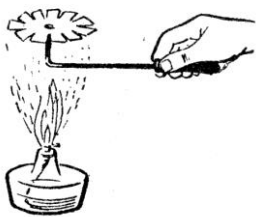


Рис. 90



Рис. 91

Конвекцію у повітрі можна продемонструвати за допомогою легкої саморобної вертушки, посаженої на гострий кінець дроту і розміщеної над електричною лампою (електроплиткою, полум'ям спиртівки) (рис. 90), або за допомогою саморобної паперової змійки (рис. 91).

Висота розміщення вертушки або змійки підбирається експериментально. Звертають увагу учнів на те, що вертушка обертається завдяки потоку нагрітого повітря, що піднімається вгору над лампою. Це говорить про те, що і у повітрі має місце другий спосіб передачі теплоти – **конвекція.**

На основі всіх проведених дослідів як з рідиною, так і з газом дають означення такого виду теплопередачі, як конвекція.

Конвекція – це такий спосіб теплопередачі, який відбувається шляхом перенесення енергії струменями рідини або газу.

Конвекція – це основний спосіб передавання теплоти в рідинах і газах.

Поради щодо виготовлення вертушки і змійки

Вертушку можна виготовити з цупкого паперу або алюмінієвої фольги. Необхідно вирізати коло діаметром 80-100 мм і вписати в нього коло діаметром 15-20 мм. Потім коло розділити на 12 частин і надрізати його вздовж радіальних ліній до малого кола (рис. 92).

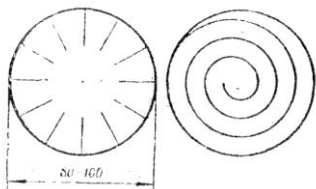


Рис. 92 Рис. 93

Одержані пелюстки трохи прогнути відносно їх поздовжньої осі. У центрі диска зробити невелике поглиблення для опори. Замість вертушки можна зробити **легку змійку**. Вирізати з паперу коло такого ж діаметра, як було вказано вище, і розрізати його по спіральній лінії (рис. 93). Держак для вертушки або змійки роблять із дроту діаметром 1,5-2 мм, один кінець його треба заточити, а другий - вигнути таким чином, щоб зручно було тримати в руці.

Запитання для самоконтролю

1. Що треба зробити, щоб на початку дослідів з рідиною верхні шари рідини не підфарбовувались?
2. Який з двох дослідів, запропонованих для демонстрування конвекції в рідинах, краще з методичної точки зору?
3. Чому при проведенні цих дослідів дають таку пораду: підігрівати посудину на меншій площі, використовувати для цього навіть свічку?
4. На фоні якого екрану бажано проводити ці дослідів?

ЗАВДАННЯ №5

Ознайомитися із демонстраційним експериментом під час вивчення питання про випромінювання (або променевий теплообмін)

Як вже зазначалося вище, спочатку треба показати дослід, за допомогою якого ознайомити учнів ще з одним способом передавання теплоти – **випромінюванням** (або променевим теплообміном), а потім теж на основі експерименту порівняти як вбиральну, так і випромінюючу здатність тіл з чорною і білою (або блискучою) поверхнями.

Дослід 1. Введення поняття про третій вид теплопередачі – випромінювання (або променевий теплообмін)

Обладнання: манометр рідинний демонстраційний, теплоприймач (термоскоп), електрична плитка лабораторна, штативи.

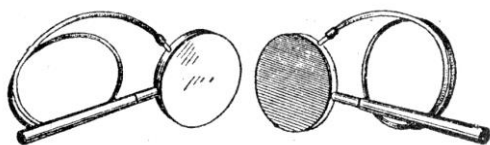


Рис. 94

Для проведення досліду використовують рідинний манометр і новий прилад – **теплоприймач** (термоскоп) (рис. 94). Він являє собою плоску круглу коробку, один бік якої відполірований, як

дзеркало, а другий покритий чорною матовою фарбою. Всередині коробки знаходиться повітря, яке може виходити через отвір у теплоприймачі.

З'єднують теплоприймач з манометром і підносять його **збоку** до задалегідь нагрітої електричної плитки, закріпленої так, як показано на рис. 95. Теплоприймач повертають до плитки **чорною поверхнею, не звертаючи поки що на це увагу учнів.**

Спостерігають, що стовпчик рідини в манометрі переміщується. Значить, повітря в теплоприймачі нагрілося й розширилося.

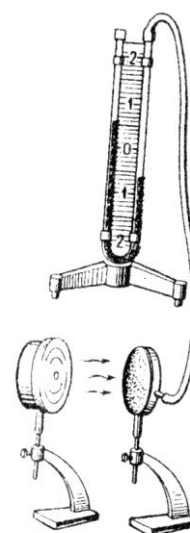


Рис. 95

Як пояснити нагрівання повітря у теплоприймачі? Тільки передаванням енергії йому від нагрітого тіла, тобто, теплопередачею. Але це не можуть

бути вже відомі способи теплопередачі, бо повітря між теплоприймачем і електроплиткою має **погану теплопровідність**. **Конвекційні** ж потоки повітря йдуть вгору, а теплоприймач розташований збоку від плитки.

З цього випливає, що енергія до теплоприймача передавалась **іншим, ще невідомим способом** - його називають **випромінюванням**.

Звертають увагу на те, що при цьому способі передачі енергія передається **тепловими променями**, які можуть поширюватися **і у вакуумі**. Саме так передається на Землю енергія від Сонця.

Підкреслюють, що **випромінюють енергію всі тіла при будь-якій температурі**, але, **чим вища температура тіла, тим більше енергії воно випромінює**.

Дослід 2. Порівняння вбиральної здатності тіл з чорною і білою (або блискучою) поверхнями

Обладнання: теж саме, що і у досліді 1.

Після введення поняття про третій вид теплопередачі доцільно звернути увагу на те, що нас оточують тіла, різні за кольором і станом поверхні.

Чи однаково вони **поглинають теплові промені**, тобто, чи є однаковою **вбиральна здатність тіл?**

Тепер вже привертають увагу учнів на те, що в першому досліді теплоприймач був повернутий до плитки **чорною поверхнею і різниця рівнів рідини в манометрі була досить значною**.

Після цього до плитки теплоприймач повертають дзеркальною поверхнею і спостерігають, що рівні рідини в манометрі майже не змінюються.

Отже, тіла з **чорною** (або взагалі з темною) **поверхнею краще поглинають енергію і тому більше нагріваються**.

Слід додати, що для збереження однакових умов в цих дослідах (приблизно однакова температура плитки) одразу після проведення першого досліді плитку треба увімкнути в освітлювальну мережу, а перед початком другого досліді – вимкнути.

Дослід 3. Порівняння теплового випромінювання (або випромінюючої здатності) чорною і білою поверхнями

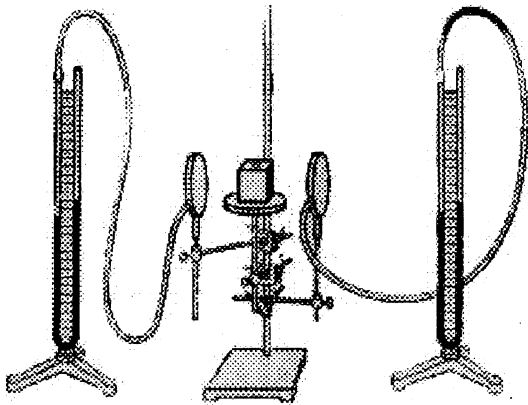


Рис. 96

Обладнання: куб Леслі, теплоприймачі – 2, рідинні манометри – 2, столик підйомний, електрична плитка, посудина з водою.

Для проведення досліду використовують два рідинних манометри і два теплоприймачі; у ролі тіла, що випромінює теплові промені, виступає куб Леслі. Куб Леслі – це металевий порожнистий куб, одна грань якого чорна, а протилежна – полірована, блискуча.

З іншої пари граней – одна матова, а друга – пофарбована в білий колір. Складають установку, що зображена на рис. 96. На одному рівні з кубом Леслі на однаковій відстані від нього розміщують однакові теплоприймачі, з'єднані з однаковими манометрами. Куб повертають до одного теплоприймача чорною поверхнею, до другого – білою. Куб наповнюють киплячою водою. Через 2-3 хвилини різниця рівнів рідини в манометрах стає різною. Більший тиск повітря показує той манометр, до якого куб повернуто чорною поверхнею.

Висновок: біла поверхня набагато менше випромінює енергії за той самий час з одиниці площі поверхні, ніж чорна. Чорна поверхня добре вбирає і добре випромінює теплові промені.

Запитання для самоконтролю

1. Чому при демонструванні дослідів з випромінювання теплоприймач необхідно розташовувати збоку від нагрітого тіла?
2. Чи буде манометр давати покази, якщо теплоприймач розташувати над гарячою плиткою чорною або білою поверхнями? Як пояснити ці досліди?
3. Які поверхні теплоприймачів повинні бути повернутими до куба Леслі в досліді, за допомогою якого порівнюються випромінюючі здатності чорної і білої поверхонь?

ЗАВДАННЯ № 6

Ознайомитися із демонстраційним експериментом під час вивчення питань про кількість теплоти та зміну агрегатних станів речовини

Під час вивчення питань про кількість теплоти треба доводити, що кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання тіла, залежить від маси тіла, зміни його температури і від речовини, з якої виготовлено це тіло.

Перші дві залежності не вимагають постановки певних експериментів. Вони є зрозумілими для учнів. Що стосується залежності кількості теплоти від речовини, то експеримент у цьому випадку є обов'язковим. Він передбачається і програмою. На основі відповідного досліду фактично вводиться поняття питомої теплоємності речовини. При вивченні питання про зміну агрегатних станів речовини обов'язковими є демонстрації, які підтверджують сталість температури плавлення і тверднення даної речовини, а також сталість температури кипіння води. Дуже корисними є демонстрації, які ілюструють процес випаровування різних рідин та їх охолодження під час випаровування, а також процес кипіння рідини (на прикладі води). Всі ці демонстрації передбачені програмою.

Дослід 1. Демонстрування досліду, на основі якого учні підводяться до поняття питомої теплоємності речовини

Обладнання: дві однакові склянки з хімічного скла, циліндрик латунний, стальний або алюмінієвий з набору калориметричних тіл, два термометри, електроплитка, мензурка, динамометр.

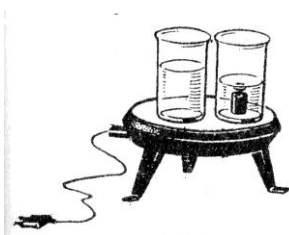


Рис. 97

Щоб довести учням, що кількість теплоти, потрібної для нагрівання тіла, залежить від речовини, треба показати такий дослід. В одну хімічну склянку наливають, наприклад, 90г води і опускають в неї алюмінієвий циліндрик масою 50 г; об'єм води вимірюють мензуркою, а вагу циліндрика – динамометром, за вимірною вагою визначають масу.

Всі вимірювання виконують у присутності двох учнів, викликаних для надання допомоги у проведенні досліду. Роблять висновок, що загальна маса води і алюмінію в цій склянці дорівнює **140 г** (90 г + **50 г**).

У другу склянку наливають тільки воду, маса якої повинна дорівнювати **140 г** (90 г + **50 г**).

Таким чином, порівнювати треба нагрівання **50 г алюмінію** в першій склянці з нагріванням **50 г води** у другій склянці.

Чи однакова кількість теплоти буде потрібна для нагрівання до певної температури тіл однакової маси, але з різних речовин? Учням пропонують виміряти температури в кожній склянці. Звертають увагу на те, що вони є однаковими; записують їх на дошці.

Після цього одночасно ставлять склянки на заздалегідь нагріту, увімкнуту в мережу, електричну плитку (рис. 97), і кожний із учнів починає слідкувати за зміною показів відповідного термометра, опущеного в склянку.

Через 0,5-1 хв (цей час перевіряється вчителем перед уроком) одночасно вимірюють і записують на дошці декілька показів кожного термометра.

Із самого початку учні бачать, що у першій склянці температура підвищується швидше, ніж у другій склянці. Про що це говорить?

Це говорить про те, що для нагрівання 50 г алюмінію на певне число градусів потрібна менша кількість теплоти, ніж для нагрівання 50 г води на теж число градусів. **Значить, кількість теплоти, потрібна для нагрівання тіл, залежить не тільки від їх маси і зміни температури, але ще і від речовини, з якої виготовлені тіла.** На основі цього підводять учнів до **поняття теплоємності тіла і питомої теплоємності речовини.**

Дослід 2. Демонстрування досліду, на основі якого підтверджується сталість температур плавлення і тверднення для певних кристалічних речовин

Обладнання: посудина з водою, посудина з танучим льодом, пробірка, гіпосульфід, термометр, електрична плитка.

Сталість температури плавлення кристалічних тіл можна показати як за допомогою льоду, так і за допомогою гіпосульфїту (це основна частина фіксажу, що використовується у фотографії).

Посудину з **танучим льодом** готують перед уроком, а під час пояснення матеріалу роблять декілька вимірювань температури суміші води і льоду і упевнюють учнів, що поки лід плавиться, температура його не змінюється і дорівнює 0 °С.

Процес перетворення води на лід показати в класі не зовсім зручно, тому що не завжди можна забезпечити для цього відповідні умови.

Краще використати гіпосульфїт, процес тверднення якого проходить досить повільно і при температурі, яку можна завжди забезпечити.

Треба знати, що гіпосульфїт плавиться і кристалізується при температурі приблизно 48 °С, тому його нагрівають у пробірці, опущеної у посудину з водою, яку ставлять на електричну плитку. Слід мати на увазі, що гіпосульфїт плавиться досить швидко, а кристалізується у повітрі досить повільно, а це дає змогу отримати достатню кількість вимірів температури.

Але треба знати і те, що гіпосульфїт після повного плавлення (якщо припинити його нагрівання) може переохолоджуватися і остигати до кімнатної температури, не переходячи у твердий стан. Щоб процес охолодження відбувався швидше, можна пробірку з розплавленим гіпосульфїтом опустити у посудину з холодною водою. Але щоб відбувався процес кристалізації, в пробірку треба кинути кристалик гіпосульфїту.

Тільки тоді температура рідкого гіпосульфїту швидко зростає до 48 °С, пробірка нагрівається, а це підтверджує, що під час тверднення теплота виділяється, і тривалий час відбувається перехід гіпосульфїту у твердий стан при сталій температурі 48 °С, що і фіксує термометр, опущений у пробірку з гіпосульфїтом.

Треба знати, що для демонстрування таких дослідів **не можна користуватися нафталіном, це заборонено правилами техніки безпеки.**

Досліди 3. Демонстрування процесу випаровування різних рідин та їх охолодження під час цього процесу

Обладнання: посудина з водою, пляшечки із спиртом, одеколоном та іншими рідинами, термометр, аеродинамічна труба, піпетка, вата, аркуші паперу, пластилін, картон.

Щоб продемонструвати процес випаровування рідин і показати залежність його швидкості від роду рідини, показують учням такий дослід.

По чисто вимитій, сухій поверхні класної дошки проводять ватними тампонами, змоченими водою, спиртом або іншими рідинами. Спостерігають, що вологі смуги зникають поступово, але не одночасно. На основі цього дослідів вводять поняття випаровування і роблять висновок, що його швидкість залежить від роду рідини.

Цей дослід можна показати інакше. За допомогою пластиліну прикріплюють до дошки аркуш паперу. Піпеткою наносять зверху в різних місцях краплини різних рідин. Освітлюють утворені плями. **Помічають різну швидкість їх випаровування.**

Повторюють перший або другий варіант дослідів, обдуваючи струменем повітря утворені плями (за допомогою картону або аеродинамічної труби). Встановлюють, що плями зникають з поверхні дошки або паперу швидше. **Значить, під час вітру, який відносить молекули пари, рідина випаровується швидше.**

Щоб показати залежність швидкості випаровування рідини від площі її поверхні, однакову кількість рідини (наприклад, води) за допомогою ватних тампонів наносять на дошку так, щоб плями мали різні площі. Встановлюють, що, **чим більшу поверхню має рідина однакової маси, тим швидше вона випаровується.**

І, нарешті, показують, що швидкість випаровування рідин залежить від температури. Для цього використовують дві пластинки з матового скла, одну з яких нагрівають над електроплиткою. Ватними тампонами наносять на них од-

накової площі плями рідини (маси повинні бути однаковими). Спостерігають, що з нагрітої пластинки рідина випаровується швидше.

Щоб показати, що під час випаровування рідина охолоджується, використовують термометр, яким вимірюють температуру в приміщенні, записуючи її на дошці. Потім кульку термометра обгортають ганчіркою (або ватою), змоченою водою, і обдувають її картоном або аеродинамічною трубою. **Спостерігають зниження показів термометра.**

Значить, **під час випаровування температура рідини знижується, рідина охолоджується.** Замість води для проведення даного досліду краще використовувати спирт або одеколон [8, 58, 61].



Рис. 98

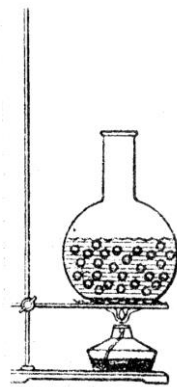


Рис. 99

Дослід 4. Спостереження за процесом кипіння рідини, встановлення сталості температури кипіння рідини

Обладнання: колба або склянка з хімічного скла, електрична плитка, термометр, білий екран, посудина з водою.

Воду у відкритій колбі ставлять на електричну плитку і починають нагрівати. Спостерігають, що з підвищенням температури у воді з'являються численні дрібні бульбашки (рис. 98). Це бульбашки повітря, яке завжди розчинене у воді. Всередину цих бульбашок починає випаровуватися вода.

З дальшим нагріванням води розмір бульбашок зростає, Архімедова сила, що діє на них, збільшується, внаслідок чого бульбашки спливають.

При певній температурі з наближенням до поверхні об'єм бульбашок різко зростає, на поверхні вони лопаються, і водяна пара, що міститься в них, виходить в атмосферу, спостерігається рясне і бурхливе виділення пари, - вода кипить (рис. 99).

Саме так, користуючись прозорою посудиною, показують, у чому полягає процес кипіння.

У цьому ж досліді зразу показують, що **температура води під час кипіння не змінюється**, термометр показує 100 °С (це при нормальному атмосферному тиску, в інших випадках можуть бути невеликі відхилення від 100 °С, але сталість температури зберігається).

Щоб показати, що температура кипіння залежить від роду рідини, у киплячу воду насипають кухонну сіль; вода перестає кипіти. Солі насипають стільки, щоб утворився насичений розчин.

Через деякий час цей розчин починає кипіти, і термометр показує температуру, більшу, ніж 100 °С, яка теж залишається сталою, поки відбувається процес кипіння.

Запитання для самоконтролю

1. На основі яких прикладів можна з'ясувати, що кількість теплоти, потрібна для нагрівання будь-якого тіла, залежить від маси цього тіла і зміни його температури?
2. Чому у досліді 1 доцільно ставити склянки на заздалегідь нагріту електричну плитку?
3. Що треба знати про гіпосульфит, щоб користуватися ним для демонстрування дослідів на плавлення і тверднення кристалічних речовин?
4. Чи можна у будь-якій школі підготувати досліди з танучим льодом? Як це треба зробити?
5. Чому під час випаровування рідина охолоджується? Чому для проведення дослідів, що підтверджують цей висновок, замість води краще брати спирт або одеколон?

РОБОТА № 2.2. ЛАБОРАТОРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ «ТЕПЛОВІ ЯВИЩА»

Мета роботи: вивчити методику проведення лабораторних робіт і постановки експериментальних задач під час вивчення теплових явищ в основній школі.

ЗАВДАННЯ № 1

1. За підручниками проробити такі параграфи:

[32] - §§ 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15; 16, 17, лабораторні роботи № 1, 2;

[13] - §§ 30, 31, 33, 34, 35, 36;

[46] - §§ 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, лабораторні роботи № 1, 2;

[52] - §§ 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 44, 45, 46, 47, лабораторні роботи № 12, 13.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках для основної школи вводиться поняття кількості теплоти та її розрахунку;
- які способи виконання лабораторних робіт пропонуються у підручниках;
- чи сприяють розвитку самостійності учнів наведені у підручниках інструкції до лабораторних робіт?

2. За «Вступом» до цього посібника *проробити* матеріал про фронтальні лабораторні роботи, короткотривалі фронтальні досліди та експериментальні задачі.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з будовою і призначенням калориметра

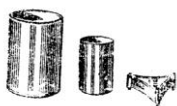
Перед проведенням серії лабораторних робіт з калориметрії треба заздалегідь ознайомити учнів із шкільним приладом — **калориметром**. Слід звернути увагу на будову, призначення та правила користування приладом.

Дослід 1. Ознайомлення з калориметром

Обладнання: набір калориметрів, посудина з водою, циліндрик з набору калориметричних тіл, термометр, мензурка, важільні терези з набором гир, електрична плитка, скляна паличка.

Ознайомлення з калориметром краще проводити шляхом спільної роботи з учнями, тобто шляхом використання короткочасного фронтального експерименту. З цією метою калориметри ставлять на кожну парту.

Звертають увагу на те, що для проведення багатьох дослідів з теплових явищ використовують спеціальний прилад – **калориметр**.



Учням пропонують розібрати калориметр: вийняти спочатку внутрішню посудину, а потім спеціальну вставку із теплоізолюючого матеріалу (рис. 100).

Вставка з одного боку має виріз певного розміру. У цей виріз щільно вставляється внутрішня посудина, і тим самим забезпечується її стійке положення у зовнішній посудині. Після цього учням пропонують зібрати прилад. Звертають увагу, що під час зборки між внутрішньою і зовнішньою посудинами утворюється **повітряний прошарок**.

Рис. 100

виріз щільно вставляється внутрішня посудина, і тим самим забезпечується її стійке положення у зовнішній посудині. Після цього учням пропонують зібрати прилад. Звертають увагу, що під час зборки між внутрішньою і зовнішньою посудинами утворюється **повітряний прошарок**.

Завдяки низькій теплопровідності повітря і відсутності конвекційних потоків внутрішня посудина добре ізольована від теплообміну з зовнішнім середовищем.

Звертають увагу на світлі поверхні посудин калориметра. Це зменшує теплопередачу шляхом випромінювання. Таким чином з'ясовують, що калориметр являє собою прилад, в якому **зведено до мінімуму розсіювання теплоти від рідини**, що в ньому знаходиться.

Калориметром **не вимірюють** безпосередньо кількість теплоти, як, наприклад, вимірюють термометром температуру, але **створюють необхідні умови** для калориметричних дослідів, в результаті яких обчислюється кількість теплоти.

Далі вчитель пояснює, а учні записують **основні прийоми використання калориметра**, щоб у подальшому запобігти помилок при його застосуванні:

- 1) у дослідах з калориметрії зважують лише внутрішню посудину;
- 2) вимірювання температури рідини в калориметрі робиться у зібраному приладі та безпосередньо перед проведенням досліду.

Щоб показати, як треба поводитися з калориметром, доцільно розв'язати таку експериментальну задачу.

Задача

В калориметр з холодною водою опускають нагрітий у киплячій воді металевий циліндр (він повинен вже грітися у посудині з киплячою водою, поставленій на електричну плитку). Експериментально визначити, яку кількість теплоти отримують при цьому калориметр і вода в ньому.

У співбесіді з учнями спочатку з'ясовують, що треба знати, щоб розрахувати кожен кількість теплоти, – це маси тіл та їх початкову і кінцеву температури. Вимірюють об'єм води за допомогою мензурки, за цим об'ємом визначають масу води; за допомогою важільних терезів вимірюють масу **внутрішньої** посудини калориметра (на це звертають увагу!). Виливають воду в калориметр і термометром вимірюють початкову температуру води і калориметра, після чого зразу ж переносять в калориметр нагрітий до 100 °С металевий циліндр, перемішують воду склянною паличкою і вимірюють кінцеву температуру всіх тіл. Паралельно **повторюють поняття ціни поділки приладу та похибки вимірювання; пригадують правила вимірювання температури рідини термометром та її об'єму мензуркою, маси тіла за допомогою важільних терезів.**

Всі досліди робить сам вчитель, а учні уважно спостерігають, як він виконує всі дії і як користується калориметром.

Після розрахунку відповідних кількостей теплоти ($Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t_1)$ – для води; $Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t_1)$ – для калориметра) звертають увагу на те, чому дорівнює **теплоємність внутрішньої посудини калориметра:**

$$C_2 = c_2 m_2; C_2 = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,037 \text{кг} \approx 34 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \text{ – якщо ця посудина алюмінієва.}$$

Знання цієї величини допоможе учням в аналізі результатів, одержаних під час виконання наступних лабораторних робіт.

Запитання для самоконтролю

1. Чому шкільний калориметр складається з двох посудин?
2. Чому дві посудини калориметра розділені між собою повітряним простором?
3. Чи має значення колір металу, з якого виготовляють посудини калориметра?
4. Чи можна для проведення калориметричних дослідів користуватися тільки внутрішньою посудиною калориметра?
5. Коли при проведенні дослідів треба вимірювати температуру рідини в калориметрі?

ЗАВДАННЯ № 3

Ознайомитися з методикою підготовки та проведення лабораторної роботи №1 «Вивчення теплового балансу за умов змішування води різної температури»

У «Вступі» зверталась увага на те, що кожна лабораторна робота повинна бути добре підготовленою і що попередня підготовка може бути різноманітною. З метою підготовки до цієї лабораторної роботи доцільно розв'язати задачу, подібну до наведеної в пункті 5 §30 підручника [13], або розібраної в прикладі 2 §10 підручника [46]. Розв'язання таких задач дає можливість показати учням, як у замкнених системах проявляється закон збереження енергії: кількість теплоти, яку віддає гаряча вода, дорівнює кількості теплоти, яку одержує холодна. А після цього учням треба поставити запитання: чи змогли б вони *на досліді* знайти кількість теплоти, яку віддає гаряча і отримує холодна вода під час змішування води з різною температурою?

З учнями чітко з'ясовують, що практично треба робити і в якій послідовності виконувати вимірювання. Крім того, обов'язково звертають увагу на те, чи можна на досліді одержати точну рівність отриманої і відданої кількості теплоти. Негативна відповідь на це запитання пояснюється, насамперед, тим, що у будь-якому вимірюванні завжди допускаються певні похибки. Але у даному досліді не враховується ще й теплота, що йде на нагрівання калориметра

(це основне!) та випромінюється у навколишній простір. Все це й призводить до того, що неможливо одержати рівності кількостей теплоти.

У який же бік будуть відхилення? Яка кількість теплоти буде більшою? З учнями з'ясовують, що *це залежить від послідовності виконання роботи*. Якщо у калориметр спочатку налити холодну воду, а потім в неї виливати гарячу, то гаряча вода буде віддавати теплоту не тільки холодній воді, але й калориметру. Тому кількість теплоти, яку віддала гаряча вода, буде більшою, ніж кількість теплоти, яку одержала холодна вода.

Якщо ж спочатку налити в калориметр гарячу воду, а потім в неї влити холодну, то холодна вода отримує теплоту як від гарячої води, так і від калориметра. Тому у даному випадку кількість теплоти, яку одержала холодна вода, буде більшою, ніж віддана гарячою. Правильність зроблених висновків учні і повинні перевірити під час виконання лабораторної роботи. Тому доцільно поділити клас на дві групи, яким і треба дати відповідні завдання, а потім проаналізувати одержані результати. Далі слід з'ясувати, додержання яких умов повинно привести до кращих результатів:

1) температури холодної і гарячої води треба вимірювати безпосередньо перед змішуванням;

2) загальний об'єм води після змішування треба вимірювати тоді, коли вода остигне.

Учнів необхідно попередити, що *гарячу воду не можна виливати у мензурку, вона може лопнути!* Тому масу гарячої води можна визначити за загальною масою води, вимірявши її об'єм після того, як вода остигне.

Після того, як все це буде з'ясоване, учням треба дати таке **завдання додому**: написати план виконання роботи, в якому б враховувалась послідовність проведення відповідних вимірювань.

Яким повинен бути план, показує наведений нижче взірець оформлення звіту про виконання роботи.

Лабораторна робота № 1

Вивчення теплового балансу за умов змішування води різної температури

Мета роботи: порівняти кількість теплоти, яку віддає гаряча вода, з тією, яку одержує холодна при їх змішуванні.

Обладнання: мензурка (ц.п. 2 см³), термометр (ц.п. 1 °С), калориметр, посудина з гарячою водою, посудина з холодною водою.

Звіт про виконання роботи

1. Визначаємо об'єм холодної води: $V_1 = 85\text{см}^3 \pm 1\text{см}^3$

2. Обчислюємо масу холодної води: $m = 85\text{г} \pm 1\text{г}$

3. Виливаємо холодну воду в калориметр.

4. Вимірюємо температуру холодної води: $t_1 = 19,0^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$

5. Вимірюємо температуру гарячої води: $t_2 = 58,0^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$

6. Виливаємо гарячу воду в холодну і вимірюємо температуру суміші:

$$t = 39^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$$

7. Після остигання переливаємо всю воду в мензурку і вимірюємо загальний об'єм

води: $V = 183\text{см}^3 \pm 1\text{см}^3$

8. Обчислюємо загальну масу води: $m = 183\text{г} \pm 1\text{г}$

9. Обчислюємо масу гарячої води: $m_2 = m - m_1$; $m_2 = 183\text{г} - 85\text{г} = 98\text{г}$

10. Визначаємо кількість теплоти, яку одержала холодна вода:

$$Q_1 = cm_1(t - t_1); \quad Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,085\text{кг} (39^\circ\text{C} - 19^\circ\text{C}) = 7140\text{Дж} \approx 7100\text{Дж}$$

11. Визначаємо кількість теплоти, яку віддала гаряча вода:

$$Q_2 = cm_2(t - t_2); \quad Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,098\text{кг} (39^\circ\text{C} - 58^\circ\text{C}) = -7820\text{Дж} \approx -7800\text{Дж};$$

$$|Q_2| = 7800\text{Дж}.$$

Висновок: кількість теплоти, яку віддала гаряча вода, виявилась більшою, ніж одержала холодна вода, так як частина теплоти пішла в основному на нагрівання калориметра.

Щоб упевнитися у тому, що розходження між кількостями теплоти Q_1 і $|Q_2|$ знаходиться у межах норми, треба підрахувати кількість теплоти, необхідної для нагрівання калориметра.

Це додаткове завдання можна дати більш сильним учням. Треба пригадати з ними, чому дорівнює **теплоємність калориметра**, яка була розрахована на попередньому уроці, - це $34 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}}$. Знаючи, що калориметр нагрівся, як і вода, від 19°C до 39°C , то $Q_{\text{кал}} = 34 \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C} = 680 \text{Дж}$, тобто розходження між кількостями теплоти Q_1 і $|Q_2|$, що дорівнює 700Дж , знаходиться у межах норми.

Таким чином, хоча дана лабораторна робота і виконується після повного пояснення матеріалу, при такій підготовці вона містить чимало елементів дослідження і аналізу, що є дуже важливим для розвитку розумової діяльності учнів.

Запитання для самоконтролю

1. Чому на досліді ми не повинні одержати, що Q_1 дорівнює $|Q_2|$?
2. Яка кількість теплоти повинна бути більшою при виконанні роботи в тій послідовності, як це показано у взірці?
3. Чи зміниться результат, якщо в калориметр спочатку налити гарячу воду, а в неї холодну? Чи перевірили ви це?
4. Що треба знати, щоб швидше підрахувати кількість теплоти, яка йде на нагрівання калориметра?
5. Чому при аналізі результатів, одержаних при виконанні цієї лабораторної роботи, в **основному** звертається увага на кількість теплоти, яка пов'язана із зміною температури калориметра?

ЗАВДАННЯ № 4

Ознайомитися з методикою підготовки та проведення лабораторної роботи № 2

«Визначення питомої теплоємності речовини»

З метою попередньої підготовки учнів до виконання цієї роботи треба розв'язати задачу, в якій вимагається визначити питому теплоємність певної речовини. Такою задачею може бути приклад 3 в §9 підручника [32] або задача №13 («Задачі для повторення») з підручника [46]. На основі розв'язання такої задачі учні повинні розробити план виконання лабораторної роботи і користуватися ним під час уроку.

При виконанні цієї роботи в звичайних класах, як правило, не враховується калориметр. У більш сильних класах (або для більш сильних учнів) треба враховувати, що в теплообміні буде брати участь і калориметр. (Зверніть увагу на §31 підручника [13]).

Оскільки теплоємність калориметра відома, то це буде спрощувати розрахунки.

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 2

Визначення питомої теплоємності речовини

Мета роботи: визначити питому теплоємність алюмінію.

Обладнання: мензурка (ц.п. ... см³), термометр (ц.п. ... °С), алюмінієвий циліндрик, калориметр, посудина з холодною водою, посудина з гарячою водою, терези, важки (найменша гирка ... г).

Звіт про виконання роботи

1. Визначаємо об'єм холодної води: $V_1 = (\dots \pm \dots) \text{ см}^3$
2. Обчислюємо масу холодної води: $m_1 = (\dots \pm \dots) \text{ г}$
3. Вимірюємо температуру холодної води: $t_1 = \dots^\circ\text{С} \pm \dots^\circ\text{С}$
4. В калориметр з водою опускаємо металевий циліндрик, нагрітий до температури: $t_2 = \dots^\circ\text{С} \pm \dots^\circ\text{С}$.

5. Вимірюємо температуру води після занурення в неї циліндрика:

$$t = \dots \pm \dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

6. Визначаємо масу циліндрика:

$$m_2 = (\dots \pm \dots) \text{ г}$$

7. Визначаємо кількість теплоти, яку одержала холодна вода:

$$Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1); \quad Q_1 = \dots = \dots \text{ Дж}$$

8. Кількість теплоти, яку віддав циліндрик, можна визначити:

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_2);$$

але згідно закону збереження енергії $Q_1 = |Q_2|$, тому: $c_2 = \frac{Q_1}{|m_2(t - t_2)|}$;

9. Обчислюємо питому теплоємність алюмінію: $c_2 = \dots$

10. **Висновок:**

Якщо врахувати калориметр, то одержана кількість теплоти буде дорівнювати:

$$Q_{\text{од}} = Q_1 + Q_2; \quad Q_{\text{од}} = c_1 m_1 (t - t_1) + C_2 (t - t_2),$$

де C_2 – теплоємність калориметра і $t_2 = t_1$.

Цю кількість теплоти ($Q_{\text{од}}$) доцільно підрахувати, а потім записувати рівняння теплового балансу: $Q_{\text{од}} + Q_{\text{від}} = 0$; $Q_{\text{від}} = c_3 m_3 (t - t_3)$,

де c_3 – невідома питома теплоємність речовини твердого тіла:

$$Q_{\text{од}} + c_3 m_3 (t - t_3) = 0$$

$$c_3 = -\frac{Q_{\text{од}}}{m_3 (t - t_3)} \text{ або } c_3 = \frac{Q_{\text{од}}}{m_3 (t_3 - t)}.$$

Крім того, слід мати на увазі, що дана лабораторна робота не є обов'язковою для всіх учнів. Цю роботу повинні виконувати учні, які звітуються на достатньому і високому рівнях. Саме для таких учнів дають завдання – вдома скласти план виконання роботи з урахуванням того, що в теплообміні приймає участь і калориметр.

У такому випадку іншим учням пропонують підготуватися до виконання таких експериментальних задач.

Задача №1

Визначити, яка кількість теплоти буде потрібна для нагрівання даного металевого циліндра (вказується, з якого металу) до 150 °С.

Обладнання: циліндрик з певного металу, терези, набір гир, термометр.

Задача №2

Визначити, яку кількість теплоти віддасть вода, налита в посудину, при охолодженні до 4 °С.

Обладнання: посудина з водою, мензурка, термометр.

Запитання для самоконтролю

1. Як краще в класі нагрівати досліджувані тіла при проведенні даної роботи?
2. Як перевірити правильність одержаного результату?
3. Вимірювання яких фізичних величин дає найбільшу похибку в цьому досліді?
4. Як підвищити точність результату досліду?
5. Коли треба вимірювати температуру води після занурення в неї циліндрика?
6. На скільки і як змінилась внутрішня енергія циліндрика?
7. На скільки і як змінилась внутрішня енергія води і калориметра?

ЗАВДАННЯ № 5

Розв'язати експериментальні задачі з розділу «Теплові явища»

За «Вступом» до цього посібника ознайомитися з методикою розв'язання експериментальних задач.

Задача №1

Визначити, яку кількість теплоти треба надати воді, що міститься у даній посудині, щоб нагріти її до кипіння.

Обладнання: колба з водою, мензурка, термометр.

Задача №2

На будь-якому нагрівнику нагріти воду в колбі до певної температури. Визначити, на скільки збільшилась внутрішня енергія води.

Обладнання: колба з водою, мензурка, термометр.

Задача №3

В киплячій воді нагріти латунний (або з іншого металу) циліндрик і опустити його в калориметр з холодною водою. Знаючи теплоємність калориметра і користуючись тільки мензуркою і термометром, знайти, на скільки змінилася внутрішня енергія циліндрика.

Задача №4

Визначити кількість теплоти, яку треба надати даному алюмінієвому (або латунному, сталевому) циліндрику, щоб нагріти його до температури плавлення і повністю розплавити.

Обладнання: металевий циліндрик, терези, набір гир, термометр.

Задача №5

Визначити питому теплоту плавлення льоду.

Обладнання:

I варіант: посудина з танучим льодом, калориметр, посудина з водою, мензурка, термометр;

II варіант: посудина з водою (з вертикальними стінками), шматок льоду, термометр, лінійка.

Задача №6

Визначити, яка кількість теплоти буде потрібна для того, щоб воду в колбі нагріти до кипіння і $1/5$ частину її випарити.

Обладнання: колба (або інша посудина) з водою, мензурка, термометр, терези, набір гир.

Задача №7

На електроплитці нагріти воду в колбі до кипіння і дати їй можливість декілька хвилин кипіти. Знайти загальну кількість теплоти, яку одержала вода за час нагрівання і кипіння.

Обладнання: колба з водою (або внутрішня посудина калориметра), мензурка, термометр.

Увага! Гарячу воду в мензурку не виливати!

Задача №8

Щоб приблизно визначити питому теплоту пароутворення води, можна виконати такий експеримент. Певну кількість води нагріти до кипіння на електричній плитці і виміряти час нагрівання, потім дати воді можливість кипіти і виміряти час випаровування частини води. За цими даними визначити питому теплоту пароутворення води. Експеримент проводити на заздалегідь розігрітій електроплитці!

Обладнання: внутрішня посудина калориметра (або скляна колба), мензурка, термометр, годинник.

Увага! Гарячу воду в мензурку не виливати!

Задача №9

Визначити, скільки теплоти виділяється при повному згорянні даного куска вугілля (або куска дерева). До якої температури можна нагріти воду, яка міститься в даній посудині, якщо використати всю розраховану вище теплоту.

Обладнання: кусок вугілля (або кусок дерева), посудина з водою, терези, набір гир, мензурка, термометр.

Задача №10

Визначити, яка кількість теплоти виділиться в приміщенні внаслідок остигання до кімнатної температури гарячої води, що міститься у даній металевій посудині. Які **прилади** потрібні будуть для проведення досліду?

Задача №11

Визначити, скільки теплоти виділиться при остиганні води в даній посудині до 0°C , її замерзанні і охолодженні одержаного льоду до -10°C .

Потрібні **прилади** підберіть самі.

Запитання для самоконтролю

1. Який інший спосіб розв'язання задачі №3 можна запропонувати? З яким обладнанням? Який із способів буде більш точним?
2. Який з двох запропонованих варіантів визначення питомої теплоти плавлення льоду (задача №5) буде більш точним? Чому?

Як розв'язати задачу №8 теоретично? Чому перед початком досліду електроплитка повинна бути повністю нагрітою?

3. При додержанні яких умов можна збільшити точність вимірювання питомої теплоти пароутворення води?

4. Чи можна деякі задачі дати учням для розв'язання вдома? Які саме?

Матеріал теми «Теплові явища» коротко представлений в опорних конспектах ОК-17, ОК-18.

РОБОТА № 2.3. НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З ТЕМИ «ЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА»

Мета роботи: вивчити зміст і методику проведення демонстраційного експерименту з електростатики, відпрацювати техніку постановки цього експерименту.

ЗАВДАННЯ № 1

Проробити матеріал підручників:

[32] - §§ 22, 23, 24, 25, 26, 27;

[13] - §§ 2, 3, 5, 6, 7, 8;

[46] - §§ 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31;

[53] - §§ 1, 2, 3, 4, стор. 24-29.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках вводиться поняття про електричний заряд, два роди зарядів, про взаємодію заряджених тіл;
- як автори підручників дають поняття провідників і непровідників електрики;
- за допомогою яких дослідів стверджується подільність електричного заряду, вводиться поняття електрона;
- які основні відомості про будову атома є у підручниках; як вони використовуються при поясненні електризації тіл; як доводиться існування провідників і непровідників електрики;
- як у підручниках вводиться поняття електричного поля; як на основі цього пояснюється електризація через вплив.

ЗАВДАННЯ № 2

Вивчити правила роботи з обладнанням при вивченні електростатичних явищ

Особливістю проведення демонстрацій з електростатичних явищ є те, що успіх їх визначається не тільки майстерністю експериментатора, але й станом повітря у класному приміщенні, а також станом ізолюючих частин приладів. На якість демонстрацій шкідливо впливають велика кількість вуглекислоти, тютюнового диму, а також робота різних іонізаторів (високовольтний індуктор, електрофорна машина, горіння газової горілки тощо). Крім того, з рук експериментатора на поверхню приладів наноситься жир, солі та волога, які погіршують ізоляційні якості приладів. Для успішного проведення демонстрацій з електростатики **необхідно виконувати такі умови:**

- 1) Перед проходженням теми слід ретельно вимити у воді з милом і просушити всі ізоляційні частини приладів з електростатики.
- 2) Скляні частини приладів покрити тонким шаром шелаку для зменшення гігроскопічності ізолятора.
- 3) Класне приміщення для дослідів повинно бути ретельно провітрено (незалежно від того, суха чи дощова погода у цей день).
- 4) Безпосередньо перед демонстрацією необхідно просушити прилади.
- 5) **На паличках для електризації** на одному кінці слід зробити позначку, щоб під час проведення демонстрацій брати руками паличку завжди за один кінець.
- 6) Для деяких демонстрацій необхідне заземлення: **для заземлення можна користуватися водопровідною мережею.** Дещо гірший результат буде при застосуванні металевих труб опалювальної системи. Користуватися трубами газової системи не слід, так як вони з'єднані на ізолюючій замазці!
- 7) *Руки експериментатора* повинні бути *чистими і сухими.*
- 8) Під час проведення демонстрацій *експериментатор повинен знаходитися на деякій відстані від приладів.*

9) Електростатичні прилади слід зберігати в закритих шафах у повній темряві.

10) Для всіх демонстрацій з електростатики на демонстраційному столі повинні знаходитись два види грілок для підсушки приладів. Для підсушки ізоляторів і металевих паличок, шматочків хутру, паперу зручно використовувати ящик, у середині якого поставлено декілька електричних ламп, з'єднаних між собою паралельно. Зверху ящик затягують дрібною металевою сіткою, на яку кладуть для сушки предмети.

Для підсушки електроскопів, електрометрів та електрофорної машини бажано використовувати рефлекторну піч. *Щоб тіла не деформувалися, прогрівати прилади слід при температурі не вище 50-60 °С.*

ЗАВДАННЯ № 3

Виконати демонстрації з питань: «Введення поняття про електричний заряд і електризацію тіл, два роди зарядів та взаємодію заряджених тіл»

Досліди 1. Введення поняття про електричний заряд і електризацію тіл.

Обладнання: скляна та ебонітова палички, лінійки з пластмаси та оргскла; дрібні клаптики паперу, металева пластина, капрон, аркуш паперу.

Треба спиратися на матеріал 7 класу – гравітаційні сили і гравітаційну взаємодію; пригадати, що вона найслабкіша у природі.

Демонструємо дослід: до дрібних клаптиків паперу, розташованих на металевій пластині, підносимо пластмасову лінійку – ніякої взаємодії не спостерігається.

Аналізуємо: у даному випадку може бути тільки гравітаційна взаємодія; оскільки вона дуже слабка, то ми нічого не спостерігаємо.

Продовжуємо дослід: натираємо лінійку капроном і підносимо до клаптиків паперу; вони притягуються до лінійки.

Аналізуємо: значить, у даному випадку спостерігається не гравітаційна взаємодія, не дія гравітаційних сил. А яких?

У даному досліді ми маємо справу з **електричними силами**.

Про тіло, яке після натирання набуває здатності притягувати до себе інші тіла, кажуть, що **воно наелектризоване, або що йому надано електричного заряду**.

А саме явище набування такої здатності називається **електризацією**.

Показуємо такі ж самі **досліди** з лінійкою (або паличкою) з оргскла (або скла), якщо її потерти аркушем паперу; з ебонітовою паличкою, якщо її потерти о капрон.

Досліди 2: Введення поняття про два роди електричних зарядів та їх взаємодію

Обладнання: ебонітова паличка, дві лінійки з пластмаси і одна з оргскла, капрон, аркуш паперу, електрична лампочка (в ролі підставки).

Після серії дослідів 1 робиться висновок, що наелектризувати можна різні тіла, і ставиться запитання: а чи однакові заряди (якісно, але не кількісно) одержують ці тіла?

Демонструємо дослід: електризуємо пластмасову лінійку (не забувайте, з якого кінця!) і покладемо її на лампочку, щоб вона могла легко повертатися; електризуємо другу пластмасову лінійку і підносимо її до зарядженого кінця першої лінійки; остання **відштовхується**.

Заряджаємо лінійку (або паличку) з оргскла, натираючи її об аркуш паперу, і підносимо її до зарядженого кінця пластмасової лінійки на лампочці – остання притягується.

Висновок: **заряди на пластмасі і оргсклі за якістю різні**; повинні існувати **два роди зарядів**.

Завдання:

1. Порівняйте заряди на пластмасі і оргсклі із зарядами на склі, потертому об аркуш паперу, і ебоніті, потертому об капрон. Запишіть висновок.

2. Зробіть загальні висновки щодо існування позитивних і негативних електричних зарядів.

Треба запам'ятати:

- якщо лінійку з **пластмаси** або паличку з **ебоніту** потерти **капроном**, то їм буде надано *негативного електричного заряду*;
- якщо лінійку з **оргскла** або **скляну** паличку потерти об аркуш **паперу**, то їм буде надано *позитивного електричного заряду*.

1. Як далі підвести учнів до висновку про взаємодію електричних зарядів? Запишіть.

2. **На досліді** перевірте, чи електризуються аркуш паперу і капрон під час натирання ними певних тіл. Зробіть висновки.

Запам'ятайте!

У всіх випадках треба підкреслювати, що **електричний заряд завжди зв'язаний з певним тілом, тому що він характеризує певну властивість тіл; сам по собі заряд не існує. В ролі тіл можуть виступати і окремі частинки речовини.**

Запитання для самоконтролю

1. Яке явище називають електризацією тіл? Запишіть.
2. Яке означення можна дати електричному заряду? Яку властивість тіл він характеризує? Запишіть.
3. Чи має значення, чим натирати вибрані вами тіла для отримання заряду **певного знаку**?
4. Чи треба на даному етапі вивчення теми ознайомити учнів з одиницею електричного заряду?
5. Чи можна демонстрування описаних вище дослідів забезпечити у **будь-якій** школі?
6. Які домашні досліді можна запропонувати учням?

ЗАВДАННЯ № 4

**Виконати демонстрації з питань: «Електроскоп. Провідники та не-
провідники електрики. Подільність електричного заряду»**

Досліди 1: Електроскоп

1. Електроскоп – це прилад, за допомогою якого з'ясовують, чи наелектризоване тіло. Його будова ґрунтується на взаємодії заряджених тіл. На рис.101 зображено шкільний електроскоп. У ньому крізь пластмасову пробку, вставлену в металеву оправу, пропущено металевий стержень, на кінці якого закріплено дві смужки з тонкого паперу. Оправа з обох боків закрита склом. Чим більший заряд електроскопа, тим більша сила відштовхування смужок, і тим на більший кут вони розійдуться.

Отже, за зміною кута розходження смужок електроскопа можна робити висновки, збільшився чи зменшився його заряд.

2. У шкільному фізичному кабінеті є електроскоп й іншого виду – електрометр (рис.102). У ньому легка стрілочка *B*, заряджаючись від стержня *D*, відштовхується від нього на деякий кут. Чим більший заряд на електрометрі, тим на більший кут відхиляється стрілка. Якщо доторкнутися до зарядженого електроскопа або електрометра рукою, то він розрядиться.

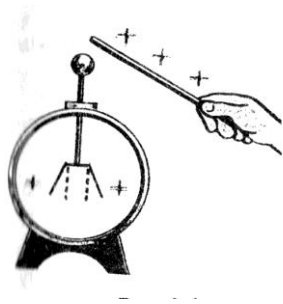


Рис. 101

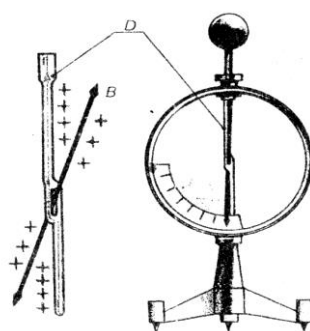


Рис. 102

3. За допомогою електроскопа або електрометра можна визначати також знак заряду тіла. Демонструємо дослід: заряджаємо електрометр від зарядженої капронною панчохою пластмасової лінійки (тобто, негативно) – стрілка відхиляється на деякий кут; після цього підносимо до кулі електрометра, не торкаючись її, заряджену теж негативно пластмасову лінійку – стрілка відхиляється ще більше.

Якщо ж до цього негативно зарядженого електрометра піднести, теж не торкаючись його, позитивно заряджену лінійку з оргскла, то відхилення стрілки зменшується.

Цим можна користуватися для визначення знака заряду будь-якого зарядженого тіла.

З цією метою заряджають електрометр зарядом відомого знака. Якщо при наближенні до нього будь-якого зарядженого тіла стрілка відхиляється ще більше, то, значить, тіло має заряд того самого знака, що й електрометр; якщо ж кут відхилення стрілки зменшується, то тіло заряджене протилежним за знаком зарядом.

Зробіть такі досліди і визначте, зарядом якого знака заряджаються гребінець, ручка, олівець та інші речі, якщо їх потерти капроном, аркушем паперу, хутром та ін.

Увага!

Слід мати на увазі, що при зіткненні зарядженої лінійки або палички із стержнем або кулею електрометра електричний заряд переходить на них тільки з дуже невеликої ділянки зарядженого тіла. Тому для кращого передавання заряду треба не обмежуватися тільки дотиком, а кілька разів провести лінійкою по стержню або кулі, щоразу повертаючи її в руці.

Досліди 2. Демонстрування провідників і непровідників електрики

Обладнання: два електрометри, розрядник прямий на ізолюючій ручці, лінійки – пластмасова, з оргскла, дерев'яна; аркуш паперу, картону; капрон, гума, нитки та ін.

Встановлюють поряд два електрометри і, зарядивши один з них, сполучають кулі електрометрів дротяним розрядником, тримаючи його за ізолюючу ручку. Стрілка зарядженого електрометра швидко опадає, а незарядженого – відхиляється так, що кути відхилення в обох електрометрах стають однаковими. Значить, **метал добре проводить електрику.**

Так само досліджуємо інші речовини – дерево, гуму, папір, скло, пластмасу, капрон, різні нитки та ін. Робимо висновок про існування провідників та непровідників (ізоляторів) електрики.

Досліди 3. Демонстрування подільності електричного заряду

Обладнання: два електрометри, розрядник прямий на ізолюючій ручці, пробна кулька на ізолюючій ручці, лінійки – пластмасова і з оргскла, капрон, аркуш паперу.

Повторюємо першу демонстрацію з дослідів 2. Тепер акцентуємо увагу на тому, що **заряд може ділитися**.

Розряджаємо другий електрометр і повторюємо дослід. Заряд, що залишився на першому електрометрі, знову ділиться навпіл.

Повторюємо цей дослід до тих пір, поки буде помітним відхилення стрілок електрометрів.

Виникає запитання: до яких пір заряд може ділитися і чи завжди треба мати *однакові* електрометри, щоб заряд першого з них ділився на дві рівні частини?

Щоб підготувати учнів до розуміння дослідів Йоффе і Міллікена і потім відповісти на поставлене запитання, можна повторити попередні дослідів, але розряджати перший електрометр маленькою пробною кулькою; в цьому випадку заряд електрометра буде зменшуватися не вдвічі, а маленькими порціями. Це дає можливість звернути увагу на те, що при використанні ще менших тіл порції зарядів, які переходять на них, стануть ще меншими. У ролі таких маленьких тіл можуть виступати порошинки металів або крапельки рідини.

Після пояснення дослідів Йоффе і Міллікена наголошується на тому, що, як **речовина має границю поділу – молекулу**, так і **заряд – частинку, яка має найменший заряд, що далі вже не ділиться**.

Саме так, на основі демонстрацій і аналізу класичних фізичних експериментів, учні підводяться до поняття *електрона*.

ЗАВДАННЯ № 5

Виконати демонстрації з питань: «Введення поняття електричного поля. Вивчення електризації через вплив (електростатичної індукції)»

Досліди 1. Введення поняття електричного поля

Обладнання: електрометр, лінійки пластмасові і з оргскла, аркуш паперу, капрон; лампочка (в ролі підставки).

Учнів треба підвести до висновку, що **електричне поле – це вид матерії, який зв’язаний з електричним зарядом і який можна виявити за дією на електричний заряд.**

Зробити це можна за допомогою демонстраційного експерименту. Треба пригадати і **ще раз показати досліди**, які вже демонструвалися: взаємодія заряджених лінійок, визначення за допомогою електрометра знака заряду зарядженого тіла.

Звернути увагу на те, що заряджена лінійка на лампочці починає повертатися, стрілка електрометра – змінювати кут відхилення, коли заряджене тіло (лінійка, паличка) перебувають ще на деякій відстані від лінійки або електрометра.

Виникає запитання: як передається дія одного зарядженого тіла на інше?

Повідомляється, що з **будь-яким зарядженим тілом зв’язане електричне поле, яке діє на електричний заряд, що міститься на другому тілі.**

За допомогою електричного поля здійснюється взаємодія електричних зарядів.

У ході експерименту треба показати, що поблизу заряджених тіл дія поля сильніша, а при віддаленні від них дія послаблюється.

Показати це можна на дослідах як з лінійками, так і з електрометром. ***Покажіть це.***

Досліди 2. Вивчення електризації через вплив

Обладнання: два електрометри, розрядник прямий на ізолюючій ручці, лінійки – пластмасова і з оргскла, капрон, аркуш паперу.

Починати вивчення цього питання треба із **створення проблемної ситуації**. Ще раз треба наголосити на тому, що електричне поле зв'язане з електричними зарядами і **діє тільки на електричні заряди**.

Після цього показати такий **дослід**: до **незарядженого** електрометра піднести заряджену лінійку (наприклад, з оргскла); учні побачать, що стрілка електрометра відхиляється, тобто електрометр заряджається. Чому? Адже електричне поле зарядженої лінійки може діяти тільки на заряджені тіла! А електрометр перед початком досліду був незарядженим. Так **створюється проблемна ситуація**.

Наступний етап – вихід з цієї ситуації, доведення того, що ніякого протиріччя в цьому досліді немає, що і у даному випадку **електричне поле зарядженої лінійки діє саме на електричні заряди**. З цією метою звертається увага на те, що такі частини електрометра, як куля, стержень, стрілка зроблені з металу.

Пригадуються висновки, зроблені на попередньому уроці, які стосуються металів: в них завжди є **вільні електрони**. Отже, **електричне поле зарядженої лінійки повинно діяти саме на вільні електрони, тобто на негативно заряджені частинки**. Якщо до кулі електрометра було піднесено лінійку з оргскла, заряджену позитивно, то під дією електричного поля цієї лінійки вільні електрони металевих частин електрометра будуть переміщатися в напрямі до лінійки і заряджатимуть кулю електрометра негативним зарядом; на стержні ж і стрілці не вистачатиме електронів – вони будуть заряджатися позитивно, тому стрілка електрометра відхилиться. Звернути увагу треба на те, що у даному випадку електрометр заряджається, коли заряджене тіло (лінійка, паличка) не торкається кулі електрометра, а перебуває на деякій відстані від неї. Тому такий спосіб електризації тіл за допомогою електричного поля одержав назву **електризації через вплив**. А що буде, якщо заряджене тіло забрати?

Якщо припиниться дія електричного поля, то вільні електрони повинні рівномірно розподілитися в провідниках; електрометр повинен розрядитися.

Перевірте це на досліді.

Виходячи з наведених вище міркувань, робимо висновок, що кінець провідника, найближчий до наелектризованого тіла, заряджається через вплив різноманітності з ним, а віддалений кінець – однойменно.

Але все це теоретичні висновки. Їх треба ***перевірити експериментально.***

Для ***дослід***у треба використати два електрометри, з'єднані металевим розрядником.

При піднесенні до одного з них зарядженої лінійки з оргскла спостерігаємо, що стрілки обох електрометрів відхиляються.

У відповідності до наведених вище міркувань найближчий електрометр повинен зарядитися **негативним** зарядом, а другий – **позитивним**.

Щоб упевнитися в цьому, треба забрати металевий розрядник і, таким чином, роз'єднати електрометри. Заряди на електрометрах повинні залишитися.

Зробіть це і перевірте, якого знака заряди залишилися на електрометрах.

Не забувайте, що під час роз'єднання електрометрів заряджену лінійку не можна забирати! Чи підтвердилися зроблені вище міркування?

Зверніть увагу на те, що в досліді з двома електрометрами можна залишити заряди на них при умові, якщо їх роз'єднати. Природно далі поставити **запитання**: чи можна через вплив зарядити один електрометр або будь-яке тіло, але так, щоб при віддаленні зарядженого тіла заряд на електрометрі залишився.

Щоб учні краще зрозуміли відповідь на поставлене запитання, можна використати такий прийом: викликати когось з учнів і запропонувати йому бути в ролі другого електрометра. Учень повинен взятися рукою за кулю електрометра, до якої вчитель підносить заряджене тіло. Після цього учень забирає руку, а потім вчитель – заряджене тіло. Електрометр залишається зарядженим.

Ще раз з'ясовується, який заряд повинен бути на електрометрі, і на досліді перевіряється, що заряд цей за знаком протилежний до зарядженого тіла.

Далі вчитель показує, що в ролі учня може бути і він сам: для цього достатньо при піднесенні зарядженого тіла торкнутися пальцем другої руки кулі електрометра, потім забрати палець, а після цього – заряджене тіло. Електрометр (як і будь-яке тіло) буде зарядженим.

Проведіть дослідження: чи має значення, в якому місці треба торкатися пальцем до кулі електрометра; а що, якщо доторкнутися до кулі з того боку, до якого підноситься заряджене тіло?

Спочатку поясніть це теоретично, а потім **перевірте на дослідах**. Який висновок можна зробити? **Зробіть!**

РОБОТА № 2.4. ШКІЛЬНІ ДЕМОНСТРАЦІЙНІ ЕЛЕКТРОВІМІРЮВАЛЬНІ ТА ІНШІ ПРИЛАДИ, ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Мета роботи: ознайомитися із шкільними демонстраційними електровимірними приладами, правилами користування ними; вивчити реостати різних видів, ознайомитися з потенціометром.

ЗАВДАННЯ № 1

Проробити матеріал підручників:

[32] - §33, 34, 35, 36, 37 (включаючи лабораторну роботу №6), 38, 39;

[13] - §46 (1, 3, 4), 47 (1, 3, 5, 6), 49 (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8), 50 (1, 2, 3, 4), 51, 53, «Це цікаво» (після § 53, 2-а частина), 54, «Це цікаво» (після §54, 2-а частина);

[46] - §37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49; лабораторна робота №5;

[53] - §8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках даються поняття про амперметр і вольтметр, про правила вмикання їх у коло;
- від чого залежить опір провідника, як цю залежність використовують в реостатах; які види реостатів представлені у підручниках;
- як у підручнику [13] дається поняття про потенціометр;
- як у підручниках розкривається питання про послідовне і паралельне з'єднання провідників;

- як у підручнику [13, «Це цікаво» – після §53, 54] використовуються закони цих з'єднань для пояснення питання про розширення меж вимірювання амперметра і вольтметра; зробити схематичні рисунки і записати повністю доведення.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитись з будовою шкільних демонстраційних електровимірювальних приладів – амперметра та вольтметра; вивчити правила користування ними

Будова приладів. Демонстраційні прилади – амперметри і вольтметри – показані на рис.103. Ці прилади є універсальними, вони застосовуються в колах як постійного, так і змінного струму; використовують їх і в ролі гальванометра.

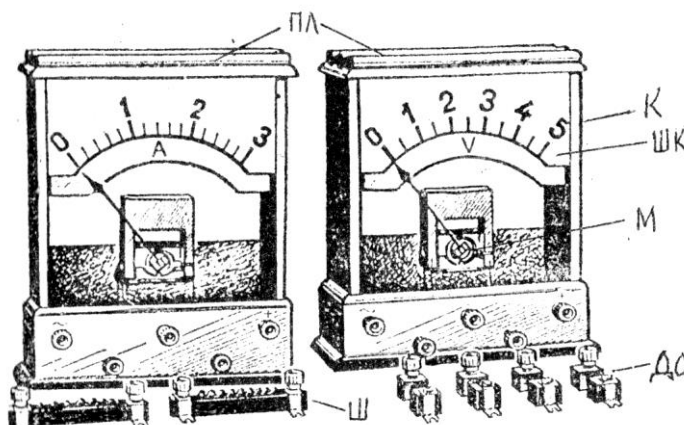


Рис. 103

Принцип їх роботи заснований на русі провідника із струмом (рамки) у магнітному полі; такі прилади належать до магнітоелектричної системи. Прилади такої системи можна використовувати для вимірювань сили струму або напруги тільки в колах постійного струму. Але вмонтовані в прилади випрямлячі дають можливість виконувати вимірювання і в колах змінного струму. На рис. 104 показані електричні схеми амперметра (а) і вольтметра (б). За своєю будовою ці прилади однакові і дещо відрізняються тільки елементами електричної схеми (рис.105) і шкалами. Складаються вони із вимірювального механізму (М),

змінних шкал (ШК), змінних шунтів (Ш) в амперметрі і змінних додаткових опорів (ДО) у вольтметрі (рис.103). Змонтовані прилади в пластмасових корпусах (К).

Випрямлячі розташовані в нижній частині корпусу. На передній стінці корпусу встановлено 5 клем: дві нижні

(червоного кольору) і три верхні (чорного кольору). Біля однієї верхньої клем (лівої) є позначка змінного струму «~», а біля другої (правої) поставлена позначка «+».

Середня клема є спільною як для постійного, так і для змінного струму. Між нижніми клемами є напис «Гальванометр», вони використовуються для вмикання приладу як гальванометра. Клеми на приладах є універсальними, до них можна підключати і провідники зі штекерами. У кришці корпусу є три прямокутних пази для установки шкал. Передній паз призначений для робочої шкали, два задні – для зберігання двох вільних шкал, які не використовуються у даному вимірюванні. Шкали прикріплені до пластмасових планок (ПЛ); за допомогою цих планок шкали можуть витягатись і вставлятись у корпус. Крім того, планки оберігають шкали від падіння всередину приладу.

На планках є позначки «-», «~», «Г», які відповідають призначенню приладу для вимірювань в колах постійного струму («-»), змінного – («~») або використанню приладу як гальванометра («Г»). На шкалах, як і на планках, нанесені ті ж самі умовні позначки; крім того, на них є позначення системи приладу (\cap) та його робочого положення (\perp). Як передня, так і задня сторони корпусу закриті склом. Це дозволяє вчителю слідкувати за розташуванням стрілки під час проведення дослідів, а учням – бачити шкалу, стрілку, вимірювальний механізм.

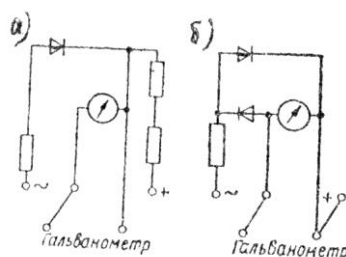


Рис. 104

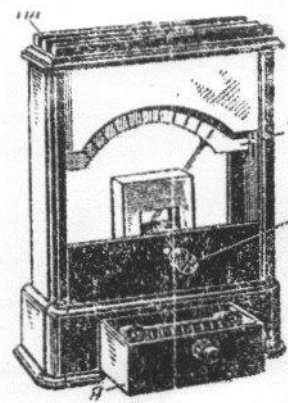


Рис. 105

На задній стінці корпусу розташована головка коректора (Кр) (рис. 105), за допомогою якого встановлюють стрілку приладу на нуль; в нижній частині корпусу є висувний ящик (Я), призначений для зберігання змінних шунтів або додаткових опорів.

Усередині кожного приладу закріплена додаткова фонові шкала (ФШ). З передньої сторони на цій шкалі є літери «А» в амперметрі і «V» у вольтметрі, номер приладу, фірмовий знак заводу і дата випуску. Із зворотної сторони на шкалі нанесено 10 рівномірних поділок. Початок і кінець поділок відповідають початкам і кінцям робочих шкал. Ці поділки призначені для визначення відповідного положення стрілки, а також для контролю за роботою приладу під час проведення дослідів учителем.

Амперметр демонстраційний

Щоб розглянути вище прилад працював **як амперметр** для вимірювання **сили постійного струму**, до нього **обов'язково** треба підключити відповідний шунт. Шунт приєднується до середньої і крайньої правої (з позначкою «+») клем, тобто паралельно до приладу.

У передній паз на кришці приладу опускають шкалу постійного струму тієї ж межі вимірювання, що і приєднаний до приладу шунт. (Майте на увазі, що шкали нанесені на двох сторонах підшкальника). За допомогою коректора стрілку встановлюють на нуль. Вмикають амперметр у коло, причому провідники підключають до клем на шунті так, щоб позитивний полюс джерела струму був з'єднаний з клемою, біля якої є позначка «+», тобто при використанні амперметра **треба дотримуватися полярності**. До приладу додаються шунти на 3 А і 10 А. **Завдання:** розгляньте відповідні шкали і визначте ціну поділки кожної з них.

Щоб можна було цим приладом вимірювати силу **змінного струму**, **теж обов'язково** треба підключити до нього шунт на 3 А або на 10 А (шунти ті ж самі, що і для постійного струму). У цьому випадку шунт підключається до середньої і крайньої лівої (з позначкою «~») клем.

Шкали використовують з позначкою «~».

Завдання: розгляньте шкали для змінного струму і визначте ціну поділки кожної з них.

Вмикають амперметр у коло змінного струму теж до клем на шунті.

УВАГА!

- Користуватися приладом як амперметром для вимірювання сили постійного (або змінного) струму **без шунтів забороняється!** Інакше прилад буде зіпсованим!
- Пам'ятайте: амперметр не можна включати в коло до джерела струму без споживачів!

Вольтметр демонстраційний

Щоб вимірювати напругу в колах **постійного** струму, треба до приладу **обов'язково** приєднати **послідовно** відповідний **додатковий опір**; приєднується він до крайньої правої клеми (з позначкою «+») або до середньої.

До приладу додаються два додаткових опори на 5 В і 15 В, на кожному з них є позначка «-». Значить, вони підключаються до приладу у тому випадку, коли треба здійснювати вимірювання напруги тільки у колах **постійного струму**. У передній паз на кришці приладу опускають шкалу **постійної** напруги тієї ж межі вимірювання, що й приєднаний до приладу додатковий опір.

Завдання: розгляньте шкали на 5 В і 15 В, на яких є позначка «-»; визначте ціну поділки кожної з них.

Потім, повертаючи головку коректора, встановлюють стрілку на нуль. За допомогою провідників, з'єднаних з кінцем додаткового опору і другою клемою (середньою або крайньою правою), вольтметр вмикають **паралельно** до тієї ділянки кола, на кінцях якої вимірюється напруга, **дотримуючись полярності**, як і при користуванні амперметром.

Для вимірювання напруги в колах **змінного** струму до приладу теж **обов'язково** треба приєднати **послідовно** відповідний **додатковий опір**; приєднується він до лівої клеми з позначкою «~» або до середньої.

До приладу додаються ще два додаткових опори на 15 В і 250 В, на кожному з яких є позначка «~». У передній паз на кришці приладу опускають шкалу змінної напруги тієї ж межі вимірювання, що і приєднаний до приладу додатковий опір.

Завдання: розгляньте шкали на 15 В і 250 В, на яких є позначка «~»; визначте ціну поділки кожної з них.

За допомогою коректора встановлюють на нуль стрілку приладу. Вмикають прилад в кола **змінного** струму так, як і в кола постійного струму: провідники приєднують до вільного кінця додаткового опору і середньої або крайньої лівої клем.

УВАГА!

- Користуватися приладом як вольтметром для вимірювання напруги в колах як постійного, так і змінного струму **без додаткових опорів забороняється!** Інакше прилад буде зіпсованим.
- Вольтметр, на відміну від амперметра, можна включати і безпосередньо до джерела струму.

Гальванометр

Розглянуті прилади можна використовувати і як **гальванометри** для виявлення **дуже малих струмів**. У такому випадку треба пам'ятати про високу чутливість приладу і не включати його в кола, в яких сила струму наближається до межі вимірювання цим гальванометром.

Щоб визначити цю межу, треба знайти ціну поділки шкали гальванометра. Вона зазначена на самій шкалі. Так як шкала має по 5 поділок у кожний бік від нуля, то максимальне значення сили струму або напруги для даного гальванометра буде дорівнювати добутку ціни поділки на кількість поділок, це і буде межа вимірювання цим приладом.

Якщо прилад використовується як гальванометр, то він підключається до нижніх (червоних) клем.

Слід мати на увазі, що гальванометр амперметра має досить великий опір (порядку кількох сотень омів), а гальванометр вольтметра – малий (порядку кількох омів).

Внутрішній опір гальванометра зазначений на його шкалі.

Завдання:

- 1) розрахуйте, якої сили струм буде проходити через гальванометр (від амперметра), якщо його підключити в коло з джерелом струму напругою 1,5 В і резистором опором 30 Ом; порівняйте одержані значення з межею вимірювання цього гальванометра; накресліть схему кола;
- 2) розрахуйте, яку напругу покаже гальванометр (від вольтметра), якщо його приєднати паралельно до резистора опором 30 Ом в колі, яке складається з джерела струму напругою 1,5 В, резистора опором 30 Ом і вимикача; порівняйте одержане значення напруги з межами вимірювання цього гальванометра; накресліть схему кола;
- 3) чи можна користуватися гальванометрами в колах, де є такі джерела струму як гальванічні елементи, акумулятори, випрямлячі, освітлювальна мережа?

У яких колах і для яких шкільних демонстрацій треба використовувати саме гальванометр?

Гальванометр використовують:

- 1) для виявлення струму у вакуумі (досліди з електронними лампами);
- 2) у дослідах з напівпровідниками;
- 3) для виявлення індукційного електричного струму;
- 4) для демонстрації вільних електромагнітних коливань і автоко-ливаний;
- 5) для виявлення фотоструму від фотоелементів або термоструму від термоелементів та ін.

У підручниках з фізики для 8 класу пропонуються досліди з термоелементом і фотоелементом, в яких використовується гальванометр [32, §29; 13, §44; 46, §32].

Зберігання та використання приладів

Прилади треба зберігати в сухому приміщенні при кімнатній температурі у закритій шафі й оберігати від пилу, так як за своєю будовою (пази в кришці для зміни шкал) вони недостатньо захищені від проникнення пилу всередину приладу. Під час зберігання і користування треба оберігати прилади від поштовхів і ударів.

При вимірюванні напруг або струмів необхідно слідкувати, щоб додаткові опори або шунти відповідали величинам, що вимірюються. **Якщо потрібно виміряти невідому величину напруги або струму, треба включати прилад на максимально можливу межу вимірювань і включати на дуже короткий час. Тільки переконавшись, що межі приладу відповідають величині, що вимірюють, можна включати прилад на тривалий час і робити відповідні вимірювання.** У випадку відсутності показів приладу треба перевірити всі з'єднання і пайки.

ЗАВДАННЯ № 3

1.Скориставшись порадами, які є у підручниках [13] і [41], розрахуйте опори шунтів на 3 А і 10 А для демонстраційного амперметра, а також додаткові опори для демонстраційного вольтметра на 15 В постійного і змінного струмів. Зробіть порівняння.

2.Правильність розрахунків *перевірте* за допомогою омметра або авометра. *Результати вимірювань запишіть.*

Запитання для самоконтролю

1. Чи зрозуміли ви, як треба поводитися з демонстраційними приладами:
 - а) що треба зробити, щоб прилад можна було використовувати як амперметр або вольтметр?
 - б) в якому випадку прилад буде зіпсованим? чому?
 - в) з якою межею вимірювання (максимальною або мінімальною) треба на початку досліду вмикати прилади в кола, коли порядок значень сили струму або напруги в них невідомий?

г) коли прилади можна застосовувати як гальванометри? до яких клем на приладі треба підключати їх у коло?

2. Як розрахувати опір шунта до амперметра? Яким повинен бути цей опір у порівнянні з опором самого приладу (або гальванометра)?
3. Як розрахувати опір додаткового опору до вольтметра? Яким повинен бути цей опір у порівнянні з опором самого приладу (або гальванометра)?

ЗАВДАННЯ № 4

Вивчити будову реостатів, навчитися вмикати їх для зміни сили струму в колі або як подільників напруги (потенціометрів)

Досліди 1. Будова і дія реостатів

Обладнання: реостат лабораторний з двома клемми, реостат повзунковий з трьома клемми на 15-30 Ом, реостати важільний і штепсельний (магазин опорів), джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, лампочка на 3,5 В або 6,3 В, амперметр демонстраційний на 3 А, вимикач, з'єднувальні проводи.

Будову реостатів – повзункового, важільного і штепсельного (магазину опорів) описано з використанням відповідних рисунків в §37 підручника [32], §50 [13], §47 [46]. Спираючись на ці рисунки, розгляньте кожний вид реостата і навчіться вмикати їх у коло для зміни сили струму в ньому. Розв'яжіть задачу №2 з вправи ▲ після §50 [13].

Покажіть такий *демонстраційний дослід*. Складіть коло, увімкнувши в нього джерело струму (випрямляч на 4 В або 6 В), вимикач, електричну лампочку на 3,5 В або 6,3 В, реостат, амперметр демонстраційний.

Спочатку з'ясуйте, як можна збільшувати або зменшувати опір відповідного реостата, а потім зробіть це. Як на такі зміни буде реагувати амперметр? Що буде із розжаренням лампочки?

Так само треба робити і в школі при вивченні питання про реостати.

У цьому і буде полягати підготовка учнів до виконання відповідної лабораторної роботи.

Досліди 2. Використання реостата як потенціометра

Обладнання: повзунковий реостат (з трьома клемми) на 30-100 Ом, випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, лампочка на 3,5 В або 6,3 В, вимикач, з'єднувальні проводи.

Для цієї мети використовують **повзунковий реостат з трьома клемми.**

Матеріал про потенціометр доцільно дати учням додатково до реостатів на тому ж уроці; в лабораторну роботу, в якій за програмою передбачено вивчати тільки реостат для регулювання сили струму, треба внести додаткове завдання з вивчення потенціометра.

Як ознайомити учнів з потенціометром і з'ясувати, чому він є подільником напруги? Зробити це можна так.

Спочатку треба намалювати схему кола, в якому до джерела струму підключені тільки нижні клемми *A* і *B* реостата (рис. 106).

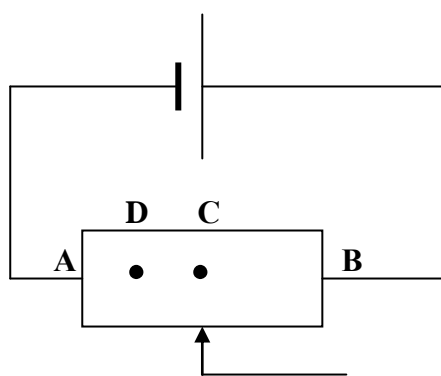


Рис. 106

Звернути увагу треба на те, що у цьому випадку на всьому реостаті буде напруга, яку дає джерело. Потім ставимо точку *C* посередині реостата. А яка напруга буде на ділянках реостата *AC* або *CB*? Половина всієї напруги.

Ставимо точку *D* так, щоб *AD* дорівнювало $\frac{1}{4}$ довжини всього реостата. Яка напруга буде на

ділянках *AD* і *DB* реостата? На ділянці *AD* - $\frac{1}{4}$ час-

тина всієї напруги, а на ділянці *DB* - $\frac{3}{4}$ всієї напруги. Таким чином, напругу на реостаті можна поділити на певні частини.

А як же використати ці частини напруги для живлення певного кола?

А для цього треба скористатися повзунком реостата, з'єднаного з верхньою клеммою реостата, і коло приєднати до верхньої і однієї нижньої клем реостата.

Показати це треба на таких рисунках (рис. 107).

У першій схемі (рис. 107-а) на лампочку буде подаватися напруга, яка є на реостаті між точками *A* і *C*.

У другій схемі (рис. 107-б) на лампочку буде подаватися напруга з ділянки реостата між точками *C* і *B*.

І в першому, і в другому випадках це буде однакова напруга.

Слід мати на увазі, що після замикання ключа напруга на лампочці не буде дорівнювати половині напруги, яку дає джерело струму.

Справа у тому, що після замикання ключа до джерела струму буде увімкнуте коло, яке складається з двох послідовно з'єднаних ділянок: 1) ділянки з паралельним з'єднанням половини реостата *AC* (або *CB*) і лампочки, 2) ділянки, яка є другою половиною реостата.

Внаслідок цього відбудеться певний перерозподіл напруг на двох частинах реостата.

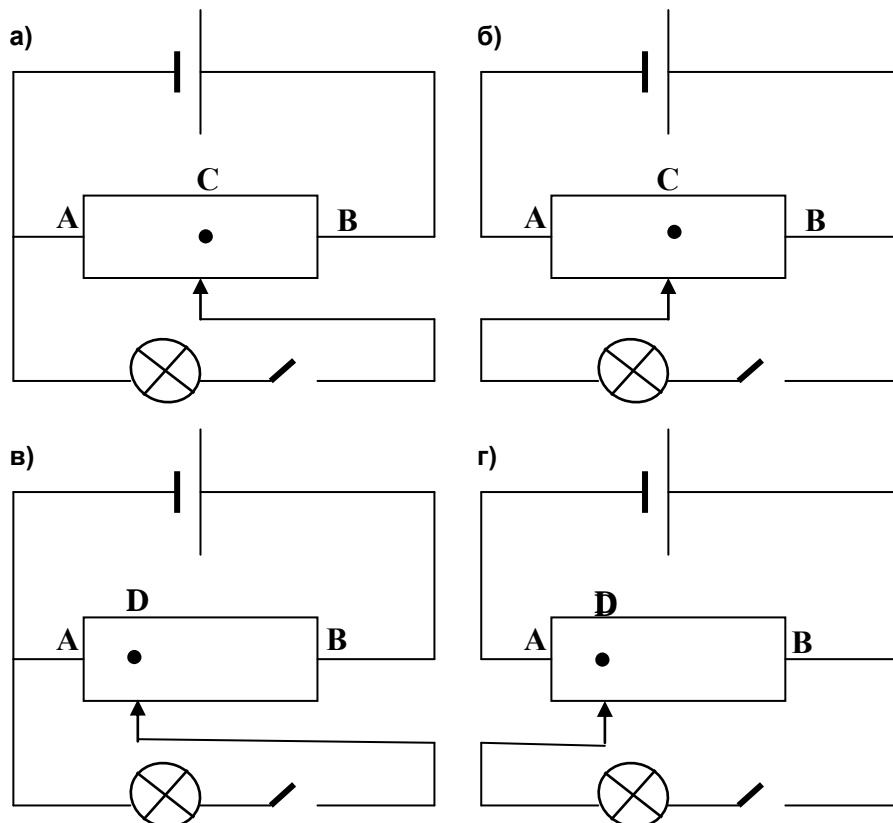


Рис. 107

Щоб упевнитися в цьому, корисно розв'язати одну із задач, які пропонуються для учнів 8 класу з метою підготовки їх до олімпіад.

Розглянемо задачу №193 із посібника [20].

Задача № 193

Напругу на навантаженні регулюють за допомогою реостата (рис. 108). Опори навантаження і реостата дорівнюють R . Навантаження ввімкнене до половини реостата. Вхідна напруга U . Як зміниться напруга на навантаженні, якщо його опір збільшити вдвічі?

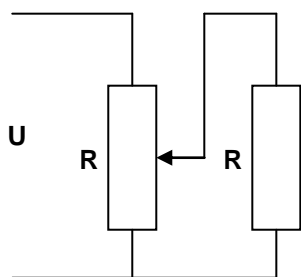


Рис. 108

Якщо коло приєднати до точок A і D реостата (рис. 107-в), то на лампочку буде подаватися напруга, яка буде на реостаті між точками A і D .

У випадку, показаному на рис. 107-г. коло підключається до точок D і B реостата. Значить, на лампочку буде подаватися напруга $U_{DB} > U_{AD}$.

З двох останніх прикладів можна зробити висновок, що **треба уважно дивитись, яка з нижніх клем підключається до кола**. Крім того, слід не забувати, що повзунок завжди з'єднаний з верхньою клемою.

Всі показані вище кола треба скласти і показати, як в кожному випадку змінюється розжарення нитки лампочки, тобто показати, що на лампочку ми дійсно подаємо різні напруги.

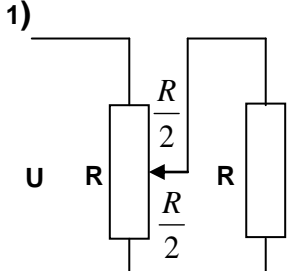
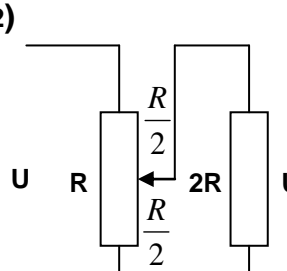
Зробити висновок про те, що за допомогою реостата, який має три клеми (коли вони всі підключені) можна **ділити напругу**.

Тому реостат, ввімкнений за такою схемою, називають **подільником напруги**, або **потенціометром**.

Далі треба з'ясувати, яка напруга буде подаватися на лампочку в схемах а) або в), якщо повзунок поставити в точку A .

Напруга буде дорівнювати нулю.

Якщо ж повзунок повільно переміщати від точки A до точки B , то напруга, що подається до кола, буде поступово збільшуватися від нуля до максимального значення.

| | | |
|--|---|---|
| 1) 2) |  |  |
| $\frac{R}{2}$ $\frac{R}{2}$ $\frac{R}{2}$ $\frac{R}{2}$ | $\frac{R}{2}$ $\frac{R}{2}$ $\frac{R}{2}$ $\frac{R}{2}$ | $\frac{R}{2}$ $\frac{R}{2}$ $\frac{R}{2}$ $\frac{R}{2}$ |
| U U | U U | U U |
| $\frac{U_2}{U_1} - ?$ | <p>1) $U_1 = I_1 R'$, де</p> <p>U_1 - напруга на навантаженні, I_1 - сила струму у нерозгалуженій частині кола, R' - опір паралельного з'єднання</p> $R' = \frac{\frac{R}{2} \cdot R}{\frac{R}{2} + R} = \frac{R}{3}, \quad R' = \frac{R}{3}$ $R_{заг} = R' + \frac{R}{2} = \frac{R}{3} + \frac{R}{2} = \frac{5R}{6}$ | <p>2) Знайдіть U_2 і $\frac{U_2}{U_1}$.</p> <p>Відповідь: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{10}{9}$.</p> |

Далі слід звернути увагу на те, що в даних дослідах ми робили висновки про зміну напруги, спостерігаючи, як змінюється розжарення нитки лампочки. В лабораторній роботі, яку учні виконуватимуть на наступному уроці, вони будуть упевнюватися в цьому, **вимірюючи ще і напругу на лампочці за допомогою вольтметра.**

Отже, схеми кіл, з якими вони будуть працювати, повинні бути такими самими, як розглянуті вище, але до лампочки обов'язково треба підключити вольтметр, що і повинні показати учні на кожній схемі. (Схеми учні повинні накреслити самостійно!). Нагадати учням, що **вольтметр до будь-якої ділянки кола підключається в останню чергу!**

Щоб лабораторна робота була більш конкретною, учням треба дати письмові вказівки до неї. Вони можуть бути такими.

ВКАЗІВКИ

до фронтальної роботи «Регулювання сили струму реостатом. Ознайомлення з роботою подільника напруги (потенціометра)»

I. Регулювання сили струму реостатом

1. Розгляньте уважно будову реостата. Встановіть повзунок так, щоб опір реостата був найбільшим.
2. Накресліть схему і складіть коло, яке складається з джерела струму, реостата, ввімкненого на найбільший опір, лампочки, амперметра і вимикача. Запишіть покази амперметра (амперметр лабораторний).
3. Встановіть повзунок так, щоб у коло було ввімкнено $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ частини реостата. Для кожного випадку запишіть покази амперметра.
4. Поясніть, чому саме так змінюються покази амперметра.

II. Вивчення роботи потенціометра

1. Накресліть схему і складіть коло, під'єднавши до джерела струму нижні клеми реостата, а до однієї нижньої клеми і повзунка – вимикач і електричну лампочку. Паралельно до лампочки підключіть вольтметр (вольтметр лабораторний).
2. Встановіть повзунок так, щоб у коло було ввімкнено $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ частини реостата. Для кожного випадку накресліть схему. Спостерігайте за розжаренням нитки лампочки і показами вольтметра; запишіть покази вольтметра.
3. Зробіть висновки, в яких випадках доцільно користуватися потенціометром?

Завдання:

1. Виконайте цю лабораторну роботу; у відповідності до вказівок за зразком, який наводиться нижче, напишіть звіт про її виконання.
2. Чи задовольняють одержані результати меті цієї роботи?
3. Які труднощі можуть виникнути в проведенні цієї роботи у школі?

Фронтальна робота

Регулювання сили струму реостатом. Ознайомлення з роботою подільника напруги (потенціометра)

Мета роботи: 1) навчитися користуватися реостатом для зміни сили струму в колі; 2) ознайомитись із застосуванням реостата як подільника напруги.

Обладнання: джерело струму, повзунковий реостат з трьома клеммами, лампочка, амперметр (ц. п. ...), вольтметр (ц. п. ...), вимикач, з'єднувальні про-води.

Звіт про виконання роботи

I. Регулювання сили струму реостатом

- 1.)
 - 2.)
 - 3.)
 - 4.)
- У відповідності до «Вказівок»

II. Вивчення роботи потенціометра

- 1.)
 - 2.)
 - 3.)
- У відповідності до «Вказівок»

Запитання для самоконтролю

1. З якими типами реостатів ви ознайомилися?
2. В яких випадках доцільно використовувати кожний тип реостата?
3. До яких клем необхідно ввімкнути реостат, показаний на рис. 109, щоб за допомогою нього можна було б регулювати силу струму в колі?

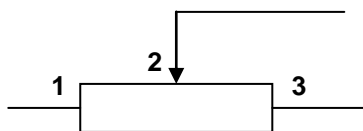


Рис. 109

4. Якщо цей прилад ввімкнено в коло до клем 1, 2, то для збільшення сили струму в колі повзунок треба рухати: а) праворуч; б) ліворуч; в) інша відповідь.
5. Якщо прилад ввімкнено в коло до клем 2, 3, то для зменшення сили струму в колі повзунок треба рухати: а) праворуч; б) ліворуч; в) інша відповідь.
6. Якщо прилад ввімкнено в коло до клем 1, 3, то для збільшення сили струму в колі повзунок треба рухати: а) праворуч; б) ліворуч; в) інша відповідь.
7. Як треба ввімкнути цей прилад в коло, щоб він працював як потенціометр?
Накресліть схему.

РОБОТА № 2.5. ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З ТЕМИ «ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ»

Мета роботи: навчитися готувати, проводити і аналізувати основні демонстраційні досліди з розділу «Постійний електричний струм».

УВАГА!

Без перевірки електричні кола не вмикати!

1. Перед початком роботи перевірити, чи не пошкоджені електрична вилка та шнур, що підключаються до мережі.
2. Забороняється вмикання без навантаження випрямлячів, тому що у цьому випадку електролітичні конденсатори фільтра дуже нагріваються, а іноді й вибухають.
3. Перед використанням демонстраційних електровимірювальних приладів – амперметра і вольтметра – в першу чергу, приєднайте до них відповідні шунти або додаткові опори.

Забороняється вмикання в коло амперметра без шунта, вольтметра – без додаткового опору!

ЗАВДАННЯ № 1

I. Проробити матеріал підручників

[32] - §§28, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39;

[13] - §§43, 45 (1, 2, 3), 46 (1, 3, 4), 47 (1, 3, 5, 6, 7), 49 (1, 3, 4, 6, 7, 8), 50, 53 (1, 2, 3, 4, 5), 54 (1, 2, 3, 4, 5, 7);

[46] - §§32, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49;

[53] - §§8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках вводиться поняття **електричного струму**? Записати означення цього поняття;

- як у підручниках дається поняття **електричного кола** та його **складових частин**? Записати умовні позначення основних складових частин кола;
- як у підручниках розкриваються поняття сили струму і напруги та вимірювання їх амперметром і вольтметром;
- як вводиться поняття електричного опору та його залежності від розмірів і матеріалу провідника, а також від температури;
- як у підручниках дається закон Ома для однорідної ділянки кола;
- з якими типами реостатів ознайомлюють учнів підручники з фізики для основної школи;
- як у підручниках розкривається питання про послідовне і паралельне з'єднання провідників.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитись з демонстраційним експериментом для введення поняття електричного опору та його залежності від розмірів і матеріалу провідника, а також від температури

Дослід 1. Введення поняття про електричний опір

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, реостат в ролі потенціометра на 30-100 Ом, різні резистори (1, 2, 4 Ом), котушка електромагніту або індукційна, лампочка на 3,5 В або 6,3 В, демонстраційні амперметр на 3 А і вольтметр на 5 В (або на 15 В), вимикач, з'єднувальні проводи.

Поняття електричного опору у відповідності до підручника [32] (автори Є.В.Коршак та інш.), вводиться зразу після понять сили струму і напруги.

Для встановлення певної напруги в колах, які будуть демонструватися, доцільно скористатися реостатом як потенціометром (не пояснюючи поки що цього учням!). Треба скласти коло, схема якого показана на рис. 110 (*Схема для вчителя!*).

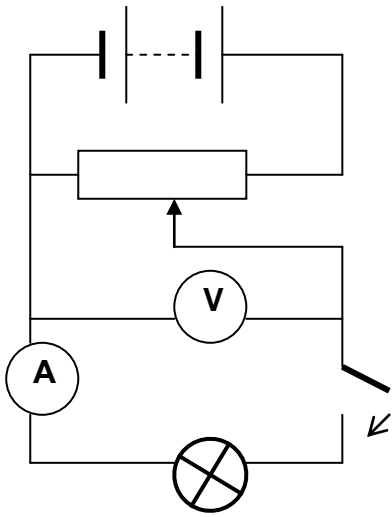


Рис. 110

На лампочку подаємо певну напругу, яку вимірює вольтметр, звертаємо увагу на його покази, а також на покази амперметра. Записуємо їх на дошці.

Замінюємо лампочку дротяним резистором або котушкою. Прикладаємо до них таку ж саму напругу (вчитель сам регулює це за допомогою потенціометра). Звертаємо увагу на зміну показів амперметра. Результати вимірювань знов записуємо.

Робимо висновок: **сила струму в колі при однаковій напрузі залежить від провідника, ввімкненого в коло.**

Після теоретичного пояснення руху електронів в провіднику під дією електричного поля (див. §35 у підручнику [32]) робимо висновок про те, що в будь-якому провіднику створюється протидія електричному струму, тобто, **провідник чинить певний опір струму**. Цей опір, на відміну від механічного, одержав назву **електричного опору**.

На основі проведеного досліду можна зробити висновок, що **різні провідники мають різний опір**. Конкретизуємо це на основі результатів, одержаних в наведених вище дослідах, вводимо позначення електричного опору – **R**.

Постановка запитання: від чого залежить опір провідника?

Досліди 2. Демонстрування залежності опору провідника від його довжини, площі поперечного перерізу і матеріалу (або речовини, з якої він виготовлений)

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, реостат на 30-100 Ом в ролі потенціометра, дошка з дротяними опорами, демонстраційні амперметр на 3 А і вольтметр на 5 В, вимикач, з'єднувальні проводи.

Розгляньте спочатку прилад для демонстрування вказаної залежності – дошку з дротяними опорами. На ній закріплені три дротини **однакової довжини**: друга знизу – ніхромова або константанова, третя – теж з того самого матеріалу, але її площа поперечного перерізу у 2 рази більша, **верхня** дротина має площу поперечного перерізу таку саму, як друга, але зроблена вона з іншого

матеріалу – сталі або міді. **Нижня** дротина має площу поперечного перерізу однакову з **другою**, але довжина її у 2 рази менша. Дослід треба починати із вмикання **другої** дротини довжиною ℓ і площею поперечного перерізу S . Напругу за допомогою потенціометра треба подати таку, щоб сила струму в колі не перевищувала 0,2-0,3 А.

Послідовність дослідів:

1) після **другої** вмикаємо **першу** дротину і встановлюємо, як опір залежить від довжини провідника,

2) потім вмикаємо **третю** дротину і встановлюємо залежність опору від площі поперечного перерізу, порівнюючи опір цієї дротини з опором другої,

3) після цього вмикаємо **четверту** (верхню) дротину і доводимо, що опір залежить від матеріалу провідника.

Слід мати на увазі, що порівняння опорів дротин здійснюється на основі введеного поняття **опору**: якщо опір в колі більший, то сила струму буде меншою і навпаки.

| Довжина | Площа поперечного перерізу | Матеріал (речовина) | Напруга U | Сила струму, I | Опір | Висновки |
|------------------|----------------------------|---------------------|-----------|----------------|---------------|--|
| ℓ | S | Ніхром | 2 В | 0,2 А | R | $\Rightarrow R \sim \ell$ |
| $\frac{\ell}{2}$ | S | Ніхром | 2 В | 0,4 А | $\frac{R}{2}$ | |
| ℓ | S | Ніхром | 2 В | 0,2 А | R | $\Rightarrow R \sim \frac{1}{S}$ |
| ℓ | 2S | Ніхром | 2 В | 0,4 А | $\frac{R}{2}$ | |
| ℓ | S | Ніхром | 2 В | 0,2 А | R | $\Rightarrow R$ залежить від матеріалу |
| ℓ | S | Сталь | 2 В | 1,8 А | $\frac{R}{9}$ | |

Результати дослідів доцільно зразу записувати в таблицю, взірець якої наведений вище, і паралельно проводити аналіз результатів вимірювань і робити відповідні висновки про залежність опору провідника від його довжини, площі поперечного перерізу і матеріалу, як це зроблено у цій таблиці.

Після цього вводиться поняття питомого опору речовини ρ і записується формула: $R = \rho \frac{\ell}{S}$.

Дослід 3. Демонстрування залежності опору провідника від температури

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12, демонстраційний амперметр на 3 А, стальна спіраль на підставці, вимикач, з'єднувальні проводи, спиртівка, сірники.

Для демонстрування залежності опору металевого провідника від температури можна скористатися саморобним приладом, основною частиною якого є **стальна** спіраль, яку можна закріпити на підставці або підвісити між двома штативами так, щоб за допомогою спиртівки її зручно було б підігрівати.

В коло послідовно із спіраллю треба включити демонстраційний амперметр і звернути увагу учнів на його покази, причому до кола доцільно подати таку напругу, яка б забезпечила існування в цьому колі струму силою приблизно до 2 А. Потім треба нагрівати спіраль за допомогою спиртівки і слідкувати за показами амперметра.

На основі цього дослідів роблять висновок **про збільшення опору провідника залежно від збільшення його температури.**

Потім припиняють нагрівання і спостерігають за зміною показів амперметра, на основі чого впевнюються у тому, що **при охолодженні провідника його опір зменшується.**

Треба знати, що нічого зайвого у коло включати не можна. Чим більшу частину загального опору кола (включаючи і джерело струму) буде складати опір спіралі, тим краще буде результат дослідів.

Звернути увагу на те, що і в цьому досліді ми робимо висновки про зміну опору провідника на основі відповідних змін сили струму в колі.

Запитання для самоконтролю

1. Чому не можна демонстраційні амперметри і вольтметри включати в коло, не приєднавши до них відповідних шунтів або додаткових опорів?
2. Чому у **досліді 2** пропонується починати досліди із вмикання **другої** дротини?
3. Чи можна заводську дошку з дротяними опорами, яка використовується у **досліді 2**, замінити саморобною?
4. Якими знаннями треба користуватися під час підбору дротин для цього приладу (з якого матеріалу повинні бути дротини)? (Див. таблицю 9 у збірнику задач А.П.Римкевича).
5. Чи доцільно перші три дротини взяти не ніхромовими, а мідними або алюмінієвими? Чому? Доведіть це.
6. З якого матеріалу краще брати четверту (верхню) дротину – із заліза чи міді? Чи можна використати дротину з якогось іншого матеріалу? Доведіть це (див. таблицю 9 у збірнику задач А.П.Римкевича).
7. Чому для демонстрування залежності опору провідника від температури треба користуватися сталлю (або залізною) спіраллю? Чи можна замінити її спіраллю від електронагрівальних приладів? Дайте конкретні пояснення (див. таблицю 9 у збірнику задач А.П.Римкевича).

ЗАВДАННЯ № 3

Навчитися шляхом демонстраційного експерименту підводити учнів до закону Ома для однорідної ділянки кола

Досліди 1. З'ясування залежності сили струму в однорідній ділянці кола від напруги на кінцях цієї ділянки

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, реостат на 30-100 Ом в ролі потенціометра, лампочка на 3,5 В або 6,3 В або дротяний резистор на 4-10 Ом, демонстраційні амперметр на 3 А і вольтметр на 5 В,

вимикач, з'єднувальні проводи.

Звернути увагу на те, що «в електричних колах для опису різних явищ використовують три найважливіші фізичні величини: силу струму, напругу, опір» [32, §36].

Яка ж існує залежність між цими фізичними величинами? Спочатку поставити **перше завдання**: з'ясувати, як сила струму в заданій ділянці кола залежить від напруги на її кінцях? Для цього досліду треба скласти коло за схемою, показаною на рис. 110. Замість лампочки можна використати дротяні резистори. Споживач (лампочка або резистор) в цьому колі повинен залишатися незмінним. За допомогою потенціометра змінюють напругу у 1,5; 2; 3 рази. Спостерігають за **силою струму, яка змінюється прямо пропорційно напрузі**.

Цей висновок **учитель разом з учнями** повинен зробити на основі аналізу результатів вимірювань напруги і сили струму, які фіксуються на дошці у вигляді таблиці. **Перевірте**, який споживач **краще** використовувати в цьому досліді і яку напругу прикладати до нього для одержання кращих результатів.

| Напруга (U) | Сила струму (I) | Висновки |
|-------------|-----------------|----------|
| | | |
| | | |
| | | |

Досліди 2. З'ясування залежності сили струму в однорідній ділянці кола від опору цієї ділянки

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, реостат на 30-100 Ом в ролі потенціометра, магазин резисторів демонстраційний, демонстраційні амперметр на 3 А і вольтметр на 5 В, вимикач, з'єднувальні проводи.

Для встановлення цієї залежності треба використати те ж саме коло, тільки замість лампочки або резистора треба увімкнути магазин резисторів (або штепсельний реостат), за допомогою якого можна буде змінювати опір ділянки у 2,

3, 4 рази. **Напруга при цьому повинна бути незмінною** (що можна регулювати за допомогою потенціометра), якою саме – треба перевіряти на досліді, але треба пам'ятати, що у всіх дослідях сила струму не повинна виходити за межі вимірювання амперметра (3 А), краще всього, щоб вона не перевищувала 2-2,5 А. Результати вимірювань і висновки теж доцільно фіксувати за допомогою таблиці:

| Напруга (U) | Опір (R) | Сила струму (I) | Висновки |
|-------------|----------|-----------------|----------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

На основі дослідів 1,2 роблять висновок, що $I = \frac{U}{R}$.

ЗАВДАННЯ № 4

Ознайомитися із демонстраційним експериментом, за допомогою якого вивчаються в основній школі закони послідовного і паралельного з'єднання провідників

Дослід 1. Вивчення законів послідовного з'єднання провідників

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, два резистори на 2 і 4 Ом (або лампочка на 3,5 В або 6,3 В і резистор на 4 Ом), демонстраційні амперметр на 3 А і вольтметр на 5 В, вимикач, з'єднувальні проводи.

Відомо, що при послідовному з'єднанні провідників сила струму у всіх точках кола однакова, напруга на кінцях послідовного з'єднання дорівнює сумі напруг на окремих його ділянках, і загальний опір з'єднання дорівнює сумі опорів окремих провідників.

Треба мати на увазі, що на початку вивчення постійного електричного струму учні виконували дві лабораторні роботи, які можна розглядати як підготовку до більш свідомого сприйняття матеріалу про послідовне з'єднання провідників.

Так, при виконанні лабораторної роботи «Складання електричного кола та вимірювання сили струму в різних його ділянках» учні, зробивши певні дослідження, упевнилися в тому, що **сила струму однакова у всіх провідниках, з'єднаних послідовно**. При виконанні лабораторної роботи «Вимірювання напруги на різних ділянках електричного кола» учні **на досліді** виявили, що **загальна напруга на кінцях двох послідовно з'єднаних провідників дорівнює сумі напруг на кожному з них**.

Таким чином, з **трьох** закономірностей, які мають місце для послідовного з'єднання провідників, **дві** вже відомі учням.

Тому після ознайомлення учнів з означенням послідовного з'єднання провідників зразу ж можна пригадати висновки, одержані ними при виконанні лабораторних робіт, зазначених вище, працюючи при цьому із схемою, наведеною на рис. 111.

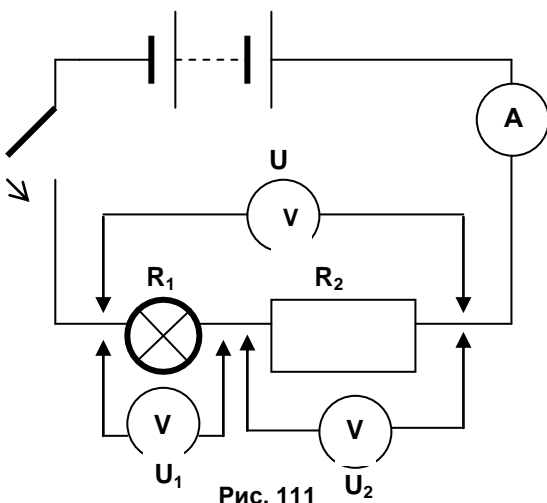


Рис. 111

З'ясувавши, що сила струму буде однаковою у всіх провідниках, робимо висновок, що амперметр можна вмикати в будь-яку ділянку кола (показуємо на рис.): $I = I_1 = I_2$.

Вимірюємо силу струму I і записуємо її значення на дошці.

Потім за допомогою **одного** демонстраційного вольтметра вимірюємо напруги: U, U_1, U_2 , виміряні значення теж записуємо і

ще раз доводимо, що: $U = U_1 + U_2$.

А далі треба **поставити запитання**: чи можна загальний опір R послідовного з'єднання знайти через опори окремих його ділянок R_1 і R_2 ?

Відповідь на це запитання доцільно одержати шляхом обчислень, використовуючи записані значення I, U, U_1 і U_2 : $R = \frac{U}{I}, R_1 = \frac{U_1}{I}, R_2 = \frac{U_2}{I}$.

Аналізуючи отримані значення для опорів, доводимо, що $R = R_1 + R_2$.

Зробіть всі вимірювання і обчислення, на основі цього запишіть всі закономірності для послідовного з'єднання провідників.

На основі отриманих результатів **доведіть**, що при послідовному з'єднанні провідників **напруги на окремих ділянках прямо пропорційні до їхніх опорів**. Зробіть відповідні **методичні** висновки щодо проведення наведених вище дослідів.

Досліди 2. Вивчення законів паралельного з'єднання провідників

Обладнання: те ж саме, що і для дослідів 1.

Для вивчення паралельного з'єднання провідників треба скласти коло за схемою, показаною на рис. 112. Майте на увазі, що складання такого кола починають з ділянки, де є паралельне з'єднання, а потім цю ділянку вмикають послідовно з вимикачем і амперметром до джерела струму.

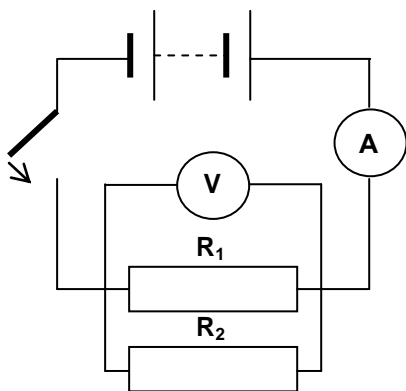


Рис. 112

Далі з'ясуємо, що напруга на кінцях провідників буде однаковою і вимірюємо її за допомогою вольтметра. Записуємо покази вольтметра.

Звертаємо увагу на те, що сила струму у даному випадку не може бути однаковою, тому її треба вимірювати як у кожному провіднику, так і в нерозгалуженій частині кола. З'ясуємо, що в схемі на рис. 112 амперметр ввімкнутий у нерозгалужену частину кола. Записуємо його покази.

Доцільно зразу ж з'ясувати, що за показами вольтметра (U) і амперметра (I) можна визначити загальний опір ділянки з паралельним з'єднанням.

Зробіть це і визначте R :
$$R = \frac{U}{I}$$

Далі треба показати, як ввімкнути амперметр в кожне з розгалужень. Це показано на рис.113. Вимірюємо I_1 і I_2 , порівнюємо з I , одержуємо: $I = I_1 + I_2$

Знаходимо опори:
$$R_1 = \frac{U}{I_1}, \quad R_2 = \frac{U}{I_2}.$$

Звертаємо увагу на те, що $R \neq R_1 + R_2$, навіть $R < R_1$, $R < R_2$.

Пропонуємо знайти: $\frac{1}{R}$, $\frac{1}{R_1}$ і $\frac{1}{R_2}$ і доводимо, що $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$,

тобто, одержуємо формулу для розрахунку загального опору при паралельному з'єднанні двох провідників.

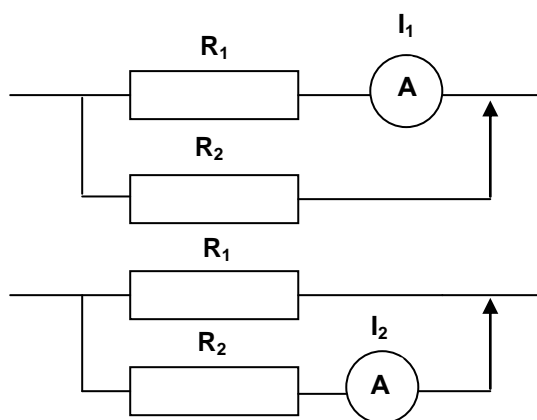


Рис.113

На основі отриманих результатів *доведіть*, що при паралельному з'єднанні провідників сили струму у розгалуженнях **обернено пропорційні до їхніх опорів**.

Додаткове завдання: покажіть, як теоретично можна одержати формули для розрахунку загального опору при послідовному і паралельному з'єднанні провідників.

Чи доцільно використовувати такий підхід для одержання відповідних формул в основній школі?

Дайте взірць записів на дошці при вивченні матеріалу про паралельне з'єднання провідників.

РОБОТА № 2.6. ШКІЛЬНІ ЛАБОРАТОРНІ

ЕЛЕКТРОВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ»

Мета роботи: вивчити шкільні лабораторні електровимірювальні прилади, ознайомитися з методикою підготовки і проведення фронтальних лабораторних робіт при вивченні в основній школі постійного електричного струму.

ЗАВДАННЯ №1

1. За підручниками проробити такі параграфи:

[32 - §§ 30, 33 (включаючи лабораторну роботу №3), 34 (включаючи лабораторну роботу №4), 36 (і лабораторну роботу №5), 40 (і лабораторну роботу №7), 42 (і лабораторну роботу №8);

[13] - §§ 45 (1, 2, 3), 46 (1, 3, 4), 47 (1, 3, 5, 6, 7), 48, 49 (1, 3, 4), 52, 58, 59, 60, 61;

[46] - §§ 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 50, 51, 52, 53, лабораторні роботи №3, 4, 6, 7, 8;

[53] - §§ 9 (включаючи лабораторну роботу №2), 10 (включаючи лабораторну роботу №3), 11, 12 (включаючи лабораторну роботу №4), 15 (включаючи лабораторну роботу №8), 16.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках дається поняття про електричне коло та його складові частини, про умовні позначення цих частин, про електричні схеми;
- які відомості про електровимірювальні прилади є у підручниках, що повинні знати учні; як ці знання враховуються у відповідних лабораторних роботах;
- як підручники ознайомлюють із законом Ома для ділянки кола і з його застосуванням для експериментального визначення опору провідників,
- які відомості даються про роботу і потужність електричного струму і як вони використовуються при виконанні відповідної лабораторної роботи;
- як підручники ознайомлюють із законом Джоуля-Ленца і з його застосуванням для визначення ККД установки з електричним нагрівником.

2. Проробити матеріал про фронтальні лабораторні роботи, короткотривалі фронтальні дослідження та експериментальні задачі, поданий у «Вступі».

Звернути увагу на такі питання:

- роль попередньої підготовки учнів до фронтальних лабораторних робіт, у чому вона повинна полягати; як можуть допомогти в цьому короткочасні фронтальні дослідження і експериментальні задачі;
- які специфічні особливості підготовки до дослідницьких лабораторних робіт;
- що повинен робити вчитель на уроках лабораторних робіт;
- як оцінювати лабораторні роботи;
- яким повинен бути звіт учнів про виконання лабораторної роботи;
- що треба знати про обчислення похибок вимірювання при виконанні лабораторних робіт в основній школі.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з лабораторними електровимірювальними приладами і правилами користування ними

Крім демонстраційних електровимірювальних приладів при вивченні фізики використовують і лабораторні електровимірювальні прилади – амперметр і вольтметр. Учитель повинен знати ці прилади і уміти користуватися ними.

АМПЕРМЕТР ЛАБОРАТОРНИЙ

Цей прилад призначений для вимірювання сили постійного струму до 2 А. Шкала приладу рівномірна. Прилад **магнітоелектричної системи**, про що є позначка на шкалі. *Знайдіть її!*

Внутрішній опір приладу дорівнює 0,09 Ом, відповідний шунт міститься всередині приладу. Робоче положення приладу горизонтальне, про що говорить горизонтальна стрілка на його шкалі (подивіться!)

Вимірювальний механізм зі шкалою вміщений у пластмасовий корпус. На корпусі встановлені клеми, біля яких є позначки «+» і «-». Це означає, що клему із позначкою «+» слід з'єднувати з тими частинами електричного кола, які йдуть до **позитивного полюса джерела струму**, клему із позначкою «-» – до **негативного полюса**. На корпусі є також головка коректора для установаження стрілки приладу на нуль шкали. У коло прилад вмикається послідовно.

Визначте ціну поділки шкали даного амперметра! Запам'ятайте, що амперметр не можна вмикати в коло без споживачів!

ВОЛЬТМЕТР ЛАБОРАТОРНИЙ

Цей прилад призначений для вимірювання напруги до 6 В (або до 4 В) в колах постійного струму. Шкала приладу теж рівномірна. Система приладу магнітоелектрична, робоче положення – **горизонтальне**.

Подивіться, як це позначено на шкалі! Біля клем вольтметра теж є позначки «+» і «-». Клема з позначкою «+» приєднується до того кінця ділянки кола, який сполучений із позитивним полюсом джерела струму, і навпаки.

На корпусі теж є головка коректора для встановлення стрілки приладу на нуль шкали. Внутрішній опір вольтметра дорівнює 900 Ом, додатковий опір міститься всередині приладу. Вмикається вольтметр паралельно до тієї ділянки кола, на якій треба виміряти напругу.

Визначте ціну поділки шкали даного вольтметра!

ЗАВДАННЯ № 3

Ознайомитися з методикою підготовки і проведення в основній школі лабораторних робіт по вимірюванню сили струму в колі і напруги на різних ділянках кола

Лабораторна робота №4 «Вимірювання сили струму та електричної напруги», є першою в розділі «Електричні явища».

Слід відзначити, що саме ці роботи сприяють формуванню в учнів практичних умінь і навичок по складанню електричних кіл і здійсненню певних електричних вимірювань. Тому основну увагу на уроці лабораторної роботи треба приділяти практичним діям учнів, звіт же про виконання роботи повинен бути максимально коротким.

При виконанні робіт з цього розділу треба забезпечувати можливість прояву учнями більшої самостійності, якомога більше використовувати елементи дослідження, збільшити кількість короточасних фронтальних дослідів.

Так, лабораторну роботу №4 краще всього проводити ***дослідницьким методом***. Учні повинні самі упевнитися у тому, що сила струму в різних ділянках послідовно з'єданого кола однакова. Але щоб провести таке **дослідження**, вони повинні вміти складати найпростіше електричне коло, інакше дослідницький напрям роботи відійде на другий план.

Тому на уроці, де буде вивчатися електричне коло та його складові частини, обов'язково треба провести ***короточасну лабораторну роботу «Складання електричного кола»***.

Найпростішу схему, за якою учні будуть складати коло, вчитель повинен накреслити на дошці. Ця короткочасна робота і буде виступати як одна з частин попередньої підготовки до лабораторної роботи №4.

Продовженням підготовки буде вивчення амперметра і правил вмикання його в коло. На цьому уроці учням пропонують **експериментальні завдання**, які доцільно супроводжувати такою **інструкцією**:

- 1) ознайомтеся з лабораторним амперметром: що означають поділки на шкалі цього приладу – 0, 1, 2? Чому дорівнює ціна поділки шкали даного амперметра? Які межі вимірювання сили струму цим приладом?
- 2) зверніть увагу на позначки «+» і «-» біля клем амперметра: як треба це враховувати при вмиканні приладу в електричне коло?
- 3) накресліть схему кола, в яке ввімкнено електричну лампочку і амперметр для вимірювання сили струму в колі, поставте знаки «+» і «-» на полюсах джерела струму і на амперметрі. Ці завдання повинні бути обов'язковими. Але, якщо дозволяє час, можна дати ще одне завдання:
- 4) складіть це електричне коло, виміряйте силу струму в ньому і результати вимірювання запишіть з абсолютною похибкою.

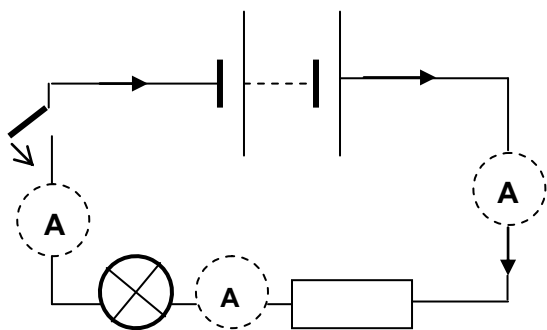


Рис. 114

Мета останнього завдання – продовжити навчати учнів складати електричні кола за схемами і навчити їх вмикати в коло амперметр. Після виконання цих завдань на дошці треба накреслити схему кола, показану на рис. 114, причому напрям струму в ньому доцільно показати.

До учнів звернутися з таким **запитанням**: що покаже амперметр, якщо його вмикати в різні ділянки цього кола? (*Пунктиром треба це показати – див. рис. 114*). **Заслухати думки учнів. При цьому не можна погоджуватися з правильними відповідями і заперечувати невірні!**

Треба зробити висновок: якщо думки висловлюються різні, то треба їх перевірити на досліді. **Саме у такому разі учні будуть проводити справжнє дослідження.**

Додому учням треба дати завдання: в домашніх зошитах накреслити три схеми електричних кіл для вимірювання сили струму в різних ділянках, на схемах поставити знаки «+» і «-» біля полюсів джерела струму і клем амперметра, показати напрям струму.

На уроці лабораторної роботи учні переносять ці схеми в зошит для лабораторних робіт, складають кола за схемами, виконують вимірювання і роблять відповідні висновки.

Дослід 1. Виконати лабораторну роботу №4 (частина 1) «Вимірювання сили струму в різних ділянках електричного кола»

Слід мати на увазі, що кожен лабораторну роботу вчитель повинен, насамперед, виконати сам, щоб чітко уявляти, яким буде результат вимірювань. Він також повинен знати, якого змісту звіт треба вимагати від учнів.

Тому пропонуємо взірць оформлення звіту про виконання цієї роботи. У відповідності до нього **виконайте роботу і зробіть** для себе певні **методичні висновки.**

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 4 (1)

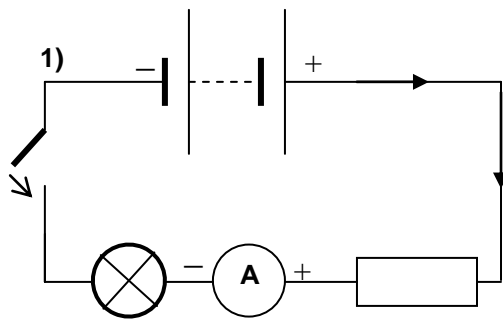
Вимірювання сили струму в різних ділянках електричного кола

Мета роботи: 1) навчитися вмикати в коло амперметр, 2) дослідити, чому дорівнює сила струму в різних ділянках послідовно з'єданого кола.

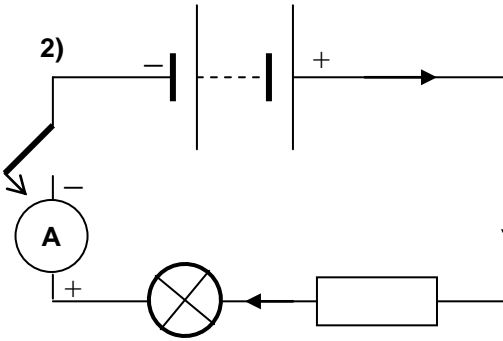
Обладнання: джерело струму, лампочка, резистор, амперметр (ц.п. ...), вимикач, з'єднувальні проводи.

Звіт про виконання роботи

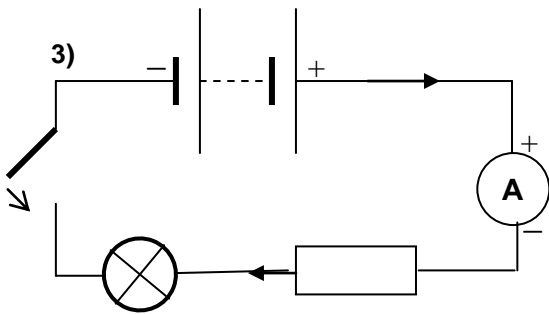
Складаємо кола за наведеними нижче схемами і вимірюємо силу струму у кожному колі:



$$I_1 = 0,25A \pm 0,05A$$



$$I_2 = 0,25A \pm 0,05A$$



$$I_3 = 0,25A \pm 0,05A$$

Висновок: сила струму в різних ділянках послідовно з'єднаного кола однакова.

Наступна частина лабораторної роботи № 4 «Вимірювання напруги на різних ділянках електричного кола» виконується після введення поняття напруги і ознайомлення учнів з приладом для вимірювання напруги – вольтметром.

З метою підготовки до виконання цієї роботи також доцільно запропонувати учням виконати такі експериментальні завдання:

- 1) ознайомтеся з лабораторним вольтметром: як позначається на цьому приладі його призначення, яка ціна поділки шкали даного вольтметра і які межі вимірювання напруги цим приладом?
- 2) де на лабораторному вольтметрі зроблені позначки «+» і «-»? Що вони означають?

3) накресліть схему кола, в яке ввімкнено електричну лампочку, і складіть коло за цією схемою. Покажіть на схемі, як треба ввімкнути вольтметр для вимірювання напруги на лампочці, увімкніть вольтметр в коло і виміряйте напругу на кінцях лампочки. **Запам'ятайте, що вольтметр в коло вмикається останнім!**

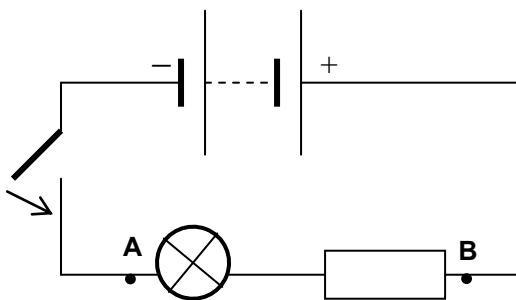


Рис. 115

Після цього на дошці треба накреслити схему кола, показану на рис. 115, і звернути увагу на те, що в цьому колі між точками А і В ввімкнено послідовно два споживачі – лампочку і резистор. З'ясувати, як треба ввімкнути вольтметр, щоб виміряти напругу

спочатку на лампочці, а потім на резисторі. Ставимо **запитання**: чи будуть ці напруги однаковими? Заслухати відповіді учнів, не коментуючи їх. Ставимо **ще одне запитання**: а якщо вольтметр підключити до точок А і В, то на якій ділянці ми виміряємо напругу? (На ділянці кола, в яку входять лампочка і резистор разом). А що цей вольтметр повинен показати? **Це також треба перевірити на досліді!** Постановка таких запитань говорить про те, що і в цю лабораторну роботу можна внести елементи дослідження. Домашнє завдання учням повинно бути таким самим, як і перед виконанням попередньої лабораторної роботи. Щоб ця лабораторна робота була більш цікавою і більш корисною з точки зору висновків щодо результатів дослідження, доцільно різним ланкам учнів дати такі резистори і лампочки, щоб напруга U_1 виявилася б або більшою, ніж U_2 ($U_1 > U_2$), або меншою ($U_1 < U_2$), або рівною U_2 ($U_1 = U_2$).

Слід зазначити, що ці результати можна буде використати на наступному уроці при введенні поняття опору. І, нарешті, учні під час дослідження повинні упевнитись у тому, що $U = U_1 + U_2$. Цей висновок так, як і результати виконання попередньої лабораторної роботи «Складання електричного кола та вимірювання сили струму в різних його ділянках», можна буде потім використати при вивченні законів послідовного з'єднання провідників.

Отже, виконання цих двох лабораторних робіт готує учнів до більш свідомого сприйняття наступних тем.

Дослід 2. Виконати лабораторну роботу № 4 (частина 2) «Вимірювання напруги на різних ділянках електричного кола»

Лабораторну роботу виконайте у відповідності до наведеного нижче зразка оформлення звіту учнями, зробіть **методичні** висновки.

Взірець оформлення

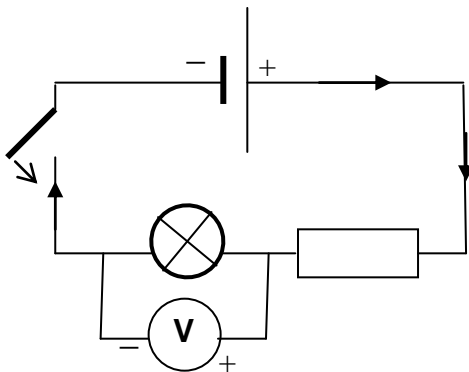
Лабораторна робота № 4 (2)

Вимірювання напруги на різних ділянках електричного кола

Мета роботи: 1) виміряти напругу на кінцях лампочки і резистора, порівняти їх, 2) виміряти загальну напругу на кінцях лампочки і резистора; з'ясувати, чи існує певний зв'язок між цими трьома виміряними напругами.

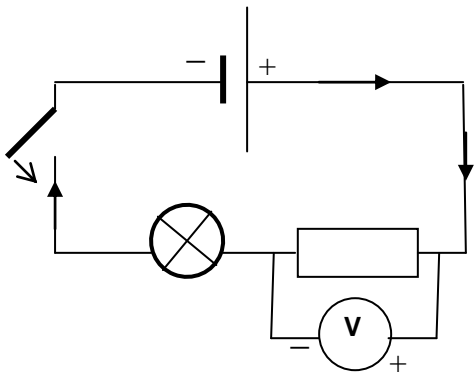
Обладнання: джерело струму, лампочка та резистор (або два резистори), вольтметр (ц.п. ...), вимикач, з'єднувальні проводи.

Звіт про виконання роботи



1) Складаємо коло за схемою і вимірюємо напругу на кінцях лампочки:

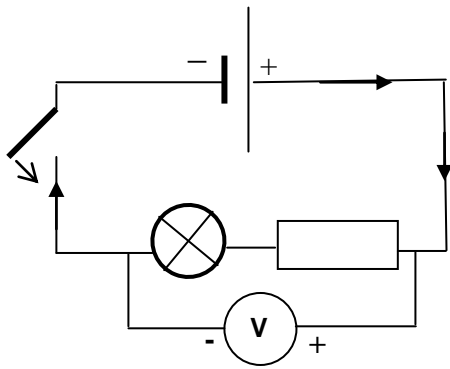
$$U_1 = 2,6B \pm 0,1B$$



2) Вимірюємо напругу на кінцях резистора:

$$U_2 = 0,4B \pm 0,1B$$

Висновок: напруги на кінцях лампочки і резистора різні: $U_1 > U_2$.



3) Вимірюємо загальну напругу на кінцях лампочки і резистора: $U = 3,0B \pm 0,1B$.

Висновок: загальна напруга на кінцях лампочки і резистора дорівнює сумі напруг на кожному із споживачів: $U = U_1 + U_2$.

ЗАВДАННЯ № 4

Ознайомитися з методикою підготовки і проведення лабораторних робіт по вимірюванню опору провідника, роботи і потужності електричного струму

Опір провідника визначається за законом Ома: $R = \frac{U}{I}$, а потужність струму $P = UI$, тобто для експериментального визначення цих величин треба скласти однакові кола і виконувати однакові вимірювання двох величин – сили струму I і напруги U . А робити це учні вже навчилися при виконанні попередніх лабораторних робіт.

Це означає, що ці попередні лабораторні роботи **готують** учнів до експериментального визначення опору провідника і потужності електричного струму. Допомогти в цій підготовці може також розв'язання задач такого змісту.

Задача

Сила струму в спіралі електричної лампи 0,7 А, напруга на її кінцях 210 В. Чому дорівнює опір спіралі лампи? (Відповідь: 300 Ом).

При вивченні поняття потужності можна учням дати ту ж саму задачу, але запропонувати визначити потужність струму, що споживає лампа (Відповідь: 147 Вт). Знаючи ж потужність, можна знайти роботу струму за будь-який час: $A = Pt$. Слід також мати на увазі, що при експериментальному визначенні опору провідника і потужності електричного струму в колах доцільно використовувати реостат, а роботі з цим приладом учні навчились при виконанні першої частини лабораторної роботи «Регулювання сили струму реостатом».

Як бачимо, лабораторні роботи «Визначення опору провідника за допомогою амперметра і вольтметра» і «Визначення роботи і потужності електричного струму» повністю підготовлені. Слід додати, що першу роботу можна **доповнити завданням**: перевірити на досліді, що **опір провідника не залежить від напруги і сили струму**. Це буде вимагати від учнів проведення двох вимірювань.

До другої роботи, якщо в ній буде використовуватися лампочка, теж можна зробити **доповнення**: виміряну потужність порівняти з тією, на яку розрахована лампочка, зробити відповідні висновки. Виконання цього завдання буде вимагати від учнів ознайомлення з тим, що написано на цоколі лампочки. Якщо врахувати все це, то можна зробити висновок, що при виконанні цих двох робіт учням доцільно надати максимальну самостійність. Вдома вони повинні самі накреслити всі схеми і продумати і записати форму звіту.

Дослід 1. Виконати лабораторну роботу № 5 «Визначення опору провідника за допомогою амперметра і вольтметра»

Скористайтеся взірцем оформлення звіту про виконання цієї роботи, проаналізуйте одержані результати, зробіть **методичні** висновки.

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 5

Визначення опору провідника за допомогою амперметра і вольтметра

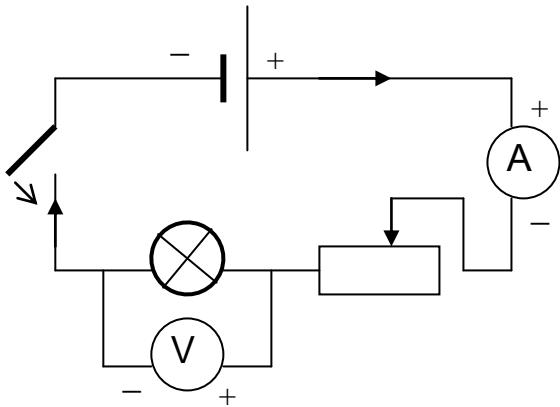
Мета роботи: 1) визначити опір нитки лампочки (або резистора), 2) перевірити, що опір провідника не залежить від напруги і сили струму.

Обладнання: джерело струму, лампочка (або резистор), реостат, амперметр (ц.п.), вольтметр (ц.п.), вимикач, з'єднувальні проводи.

Звіт про виконання роботи

Опір провідника можна визначити із закону Ома $I = \frac{U}{R}$, звідси: $R = \frac{U}{I}$.

1) Складаємо коло за схемою і вимірюємо напругу на лампочці і силу струму в ній: $U_1 = 2,4В \pm 0,1В$ $I_1 = 0,20А \pm 0,05А$;



Опір нитки лампочки дорівнює:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1}; \quad R_1 = \frac{2,4B}{0,2A} = 12\text{Ом}.$$

2) За допомогою реостата змінюємо силу струму в колі, напруга на лампочці теж змінюється: $U_2 = 3,1B \pm 0,1B$;

$$I_2 = 0,25A \pm 0,05A;$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2}; \quad R_2 = \frac{3,1B}{0,25A} = 12,4\text{Ом} \approx 12\text{Ом}; \quad R_2 \approx R_1.$$

Висновок: опір нитки лампочки приблизно дорівнює 12 Ом, і він не залежить від напруги і сили струму.

Дослід 2. Виконати фронтальну роботу «Визначення роботи і потужності електричного струму»

У відповідності до запропонованого зразка виконайте роботу, зробіть відповідні **методичні висновки**.

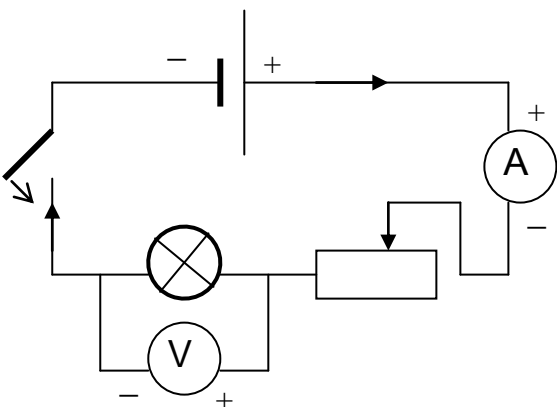
Взірець оформлення

Фронтальна робота

Визначення роботи і потужності електричного струму

Мета роботи: 1) виміряти потужність, яка споживається електричною лампочкою (або резистором), порівняти її з потужністю, на яку розрахована лампочка; 2) визначити роботу струму за час горіння лампочки.

Обладнання: джерело струму, лампочка (або резистор), реостат, амперметр (ц.п.), вольтметр (ц.п. ...), годинник із секундною стрілкою (ц.п. ...), вимикач, з'єднувальні проводи.



Звіт про виконання роботи

Потужність струму можна визначити, знаючи напругу на кінцях провідника і силу струму в ньому: $P = UI$.

Складаємо коло за схемою і вимірюємо напругу на лампочці і силу струму в ній:

$$U = 3,2B \pm 0,1B; \quad I = 0,25A \pm 0,05A$$

$$P = 3,2B \cdot 0,25A = 0,8 \text{ Вт}$$

Лампочка горіла протягом часу: $t = 60c \pm 1c$.

Робота струму: $A = Pt, \quad A = 0,8 \text{ Вт} \cdot 60c = 48 \text{ Дж}$

Визначимо потужність, на яку розрахована лампочка.

На лампочці написано: $3,5\text{В}; \quad 0,26 \text{ А}$.

Значить, $P_{\text{роз}} = 3,5\text{В} \cdot 0,26\text{А} = 0,91\text{Вт} \Rightarrow P < P_{\text{роз}}$

Висновок: лампочка споживала меншу потужність, тому що напруга на її кінцях і сила струму в ній були меншими: $3,2\text{В} < 3,5\text{В}; \quad 0,25\text{А} < 0,26\text{А}$.

ЗАВДАННЯ № 5

Ознайомитися з методикою підготовки і проведення фронтальної роботи по визначенню коефіцієнта корисної дії установки з електричним нагрівником

Фронтальна робота «Визначення коефіцієнта корисної дії установки з електричним нагрівником» виконується після вивчення закону Джоуля-Ленца.

У чому повинна полягати підготовка до цієї роботи?

На попередньому уроці треба з'ясувати, чому кількість теплоти, яка виділяється в провіднику під час проходження в ньому електричного струму, завжди буде більшою у порівнянні з тією кількістю теплоти, яка йде на нагрівання, наприклад, рідини в певній посудині. На основі цього можна дати поняття коефіцієнта корисної дії (ККД), або **теплової видатності нагрівника:**

$$ККД = \frac{Q_{\text{кор}}}{Q_{\text{заг}}} = \frac{Q_{\text{кор}}}{A_{\text{стр}}} < 1.$$

Для кращого засвоєння цього поняття з учнями доцільно на цьому ж уроці розв'язати задачу такого змісту.

Задача

На електричному нагрівнику нагрівають $0,2 \text{ кг}$ води на 4°C протягом 5 хв . Знайти ККД нагрівника, якщо відомо, що сила струму, який проходить через нагрівник, дорівнює 2 А при напрузі 9 В .

Розв'яжіть цю задачу!

Розв'язання цієї задачі показує, що робота струму, яка дорівнює 5400 Дж, більша за ту кількість теплоти, яка йде на нагрівання води – 3360 Дж. Тому ККД цього нагрівника дорівнює приблизно 62%, а це менше 100%.

Після цього треба повідомити учнів про лабораторну роботу і показати їм, ККД якого нагрівника вони визначатимуть під час виконання лабораторної роботи (спіраль Джоуля-Ленца), що і в чому буде нагріватися за рахунок кількості теплоти, яка виділиться під час проходження електричного струму.

Далі треба **обговорити хід роботи**; з'ясувати, яке електричне коло потрібно скласти, як вмикати електровимірювальні прилади.

Слід також з'ясувати, в який момент часу треба вимірювати початкову температуру води в калориметрі. Це треба робити перед замиканням ключа в складеному електричному колі.

Додому **учням треба дати завдання**: написати план виконання роботи з урахуванням послідовності практичних дій, накреслити схему кола.

Вчителю треба знати, що для успішного проведення даної лабораторної роботи необхідно мати джерело струму, яке спроможне забезпечити в колі струм, не менший, ніж 1А. Крім того, в приладі «Спіраль Джоуля-Ленца» бажано фабричну спіраль замінити спіраллю з електронагрівальних приладів і перед початком досліду зігнути її так, щоб середина спіралі майже доходила до дна внутрішньої посудини калориметра.

Дослід 1. Виконати фронтальну роботу «Визначення коефіцієнта корисної дії установки з електричним нагрівником»

У відповідності до запропонованого зразка виконайте цю лабораторну роботу, зробіть **методичні** висновки.

Взірець оформлення

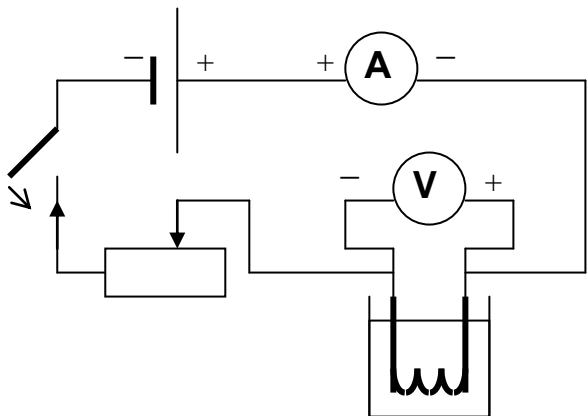
Фронтальна робота

Визначення ККД установки з електричним нагрівником

Мета роботи: на досліді виміряти ККД установки з електричним нагрівником.

Обладнання: прилад із спіраллю Джоуля-Ленца, джерело струму, амперметр (ц.п. ...), вольтметр (ц.п. ...), мензурка (ц.п.), термометр (ц.п. ...), калориметр, годинник (ц.п. ...), реостат на 15-30 Ом, вимикач, з'єднувальні проводи, скляна паличка.

Звіт про виконання роботи



1) За допомогою мензурки вимірюємо об'єм води: $V = 134 \text{ см}^3 \pm 1 \text{ см}^3$;

2) Визначаємо масу води: $m = 134 \text{ г} \pm 1 \text{ г}$;

3) Виливаємо воду в калориметр, опускаємо у воду спіраль і складаємо коло за схемою; 4) Вимірюємо початкову температуру води: $t_1 = 18,0^\circ \text{C} \pm 0,5^\circ \text{C}$;

5) Замикаємо коло, фіксуємо час початку досліду, вимірюємо силу струму в колі і напругу на кінцях спіралі: $I = 1,00 \text{ А} \pm 0,05 \text{ А}$; $U = 3,0 \text{ В} \pm 0,1 \text{ В}$;

6) Під час досліду за допомогою реостата підтримуємо силу струму в колі незмінною.

7) Вимикаємо струм, вимірюємо час нагрівання води та її кінцеву температуру (за допомогою скляної палички старанно перемішуємо воду):

$$\tau = 15,0 \text{ хв} \pm 0,5 \text{ хв}; \quad t_2 = 22,0^\circ \text{C} \pm 0,5^\circ \text{C};$$

8) За законом Джоуля-Ленца визначаємо кількість виділеної струмом теплоти:

$$Q_{\text{заг}} = UI\tau; \quad Q_{\text{заг}} = 3 \text{ В} \cdot 1 \text{ А} \cdot 60 \cdot 15 \text{ с} = 2700 \text{ Дж};$$

9) Визначаємо кількість теплоти, яку дістала вода: $Q_{\text{кор}} = cm(t_2 - t_1)$;

$$Q_{\text{кор}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \cdot 0,134 \text{ кг} \cdot 4^\circ \text{C} = 2251,2 \text{ Дж};$$

10) Визначаємо ККД нагрівника: $\text{ККД} = \frac{Q_{\text{кор}}}{Q_{\text{заг}}}$;

$$\text{ККД} = \frac{2251,2 \text{ Дж}}{2700 \text{ Дж}} \cdot 100\% = 83,4\% \approx 83\%. \text{ **Висновок:}** ККД нагрівника приблизно$$

дорівнює 83%. Частина теплоти, що виділилась нагрівником (100% - 83% = 17%) пішла на нагрівання калориметра та навколишнього повітря.

Запитання для самоконтролю

1. Чому доцільно і корисно проводити деякі лабораторні роботи повністю дослідницьким методом або вводити в роботи окремі елементи дослідження?
2. У взірцях оформлення звітів про виконання лабораторних робіт записані результати вимірювань відповідних фізичних величин з абсолютною похибкою. Чи можна на основі цього зробити висновок про те, з якою ціною поділки використовувались прилади в конкретній лабораторній роботі?
3. Чи доцільно в лабораторній роботі №16 «Вимірювання напруги на різних ділянках електричного кола» використовувати резистори, опори яких є досить малими (1 Ом і менше)?
4. Який споживач краще використовувати в лабораторній роботі №18 «Визначення роботи і потужності електричного струму» – електричну лампочку чи резистор? Чому?
5. Чи можна для лабораторних робіт з розділу «Постійний електричний струм» виготовити саморобні резистори, спіралі Джоуля-Ленца, вимикачі?
6. Які прилади для проведення лабораторних робіт з цієї теми недоцільно (і навіть не можна) замінювати саморобними?

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В 9 КЛАСІ

РОБОТА № 3.1. ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З РОЗДІЛУ «МАГНІТНІ ЯВИЩА»

Мета роботи: вивчити особливості демонстраційного експерименту з електромагнетизму, ознайомитися з методикою проведення лабораторних робіт з цієї теми.

ЗАВДАННЯ № 1

1. Проробити матеріал підручників:

[32] - §§ 43-48, включаючи лабораторні роботи №9, №10;

[13] - §§ 64 (1, 2, 3, 4, 5), 65, 66, 67 (1, 4, 5), 69 (8), 70;

[46] - §§ 56, 57, 58, 59, 60, 61, лабораторні роботи №9, №10;

[53] - §§ 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках вводиться поняття магнітного поля, з якими характеристиками цього поля ознайомлюються учні;
- як у підручниках відбувається ознайомлення з електромагнітом та його практичним застосуванням;
- які відомості є у підручниках про постійні магніти; чи передбачено в них ознайомлення учнів з гіпотезою Ампера;
- як у підручниках розкривається питання про дію магнітного поля на провідник зі струмом, про практичне застосування цієї дії.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з демонстраційним експериментом для введення поняття магнітного поля

Поняття магнітного поля доцільно вводити за аналогією з електричним полем. Тому спочатку треба ще раз показати досліди, на основі яких вводились поняття електричних сил і електричного поля.

Досліди 1. Введення понять магнітних сил і магнітного поля

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, дві легенькі котушки на підвісах, реостат на 15-30 Ом, постійні магніти, магнітна стрілка, прилад для демонстрування досліду Ерстеда, вимикач, з'єднувальні про-води.

Після повторення питання про електричне поле треба показати учням дві паралельно з'єднані котушки, підвішені до штативу і підключені через реостат і ключ до джерела струму. **Поставити запитання:** чи спостерігатиметься якась взаємодія між котушками, якщо в них буде проходити електричний струм?

Показати, що котушки із струмами одного напрямку притягуються, різних напрямків – відштовхуються. Треба мати на увазі, що для переходу від першого досліду до другого достатньо перевернути одну з котушок.

Крім того, **треба знати**, що для більш успішного проведення цих дослідів потрібний досить великий струм, тому майже при виведеному реостаті коло треба замикати на дуже короткий час: **замкнути і зразу ж розімкнути!**

Висновки: котушки взаємодіють, коли в них йде струм. Цю взаємодію, на відміну від електричної, називають **магнітною**.

Далі звернути увагу на те, що котушки із струмом взаємодіють **на відста-ні**, значить, ця взаємодія, як і електрична, відбувається через **поле**, яке назива-ють **магнітним**. **Магнітне поле – це вид матерії, зв'язаний з електричним струмом.** Як і електричне поле, воно не діє на органи чуття людини. Як тоді можна виявити наявність магнітного поля?

З попередніх дослідів випливає, що **виявити магнітне поле можна за ді-єю на електричний струм: магнітне поле, створене струмом в одній катушці, діє на струм в другій катушці, і навпаки.** Щоб підтвердити це, треба від-ключити одну з катушок – ніякої взаємодії не спостерігається!

Отже, **магнітне поле породжується електричним струмом і вияв-ляється за дією на електричний струм.**

Потім до катушки, яка підключена до джерела струму, треба піднести пос-тійний магніт, знову ж на короткий час замкнути коло і спостерігати притяган-

ня або відштовхування котушки. Який висновок можна зробити? **Постійний магніт теж створює магнітне поле!** Чому? Адже магнітне поле створюється електричним струмом!

Ознайомити учнів з *гіпотезою Ампера* згідно з §59 [46]: «...Ампер пояснював намагніченість заліза і сталі існуванням електричних струмів, що циркулюють усередині кожної молекули цих речовин». Якщо за часів Ампера про будову атома ще нічого не знали, то тепер відомо, що рух електронів навколо ядра являє собою елементарний струм, який і створює магнітне поле, тобто, гіпотеза Ампера виявилась правильною. Значить, **висновок про те, що магнітне поле породжується електричним струмом, залишається вірним і для постійних магнітів.** Далі звернути увагу на те, що **за допомогою постійного магніту можна і виявляти магнітне поле:** це робиться за допомогою легеньких магнітних стрілок. **Покажіть це:** за допомогою магнітної стрілки виявіть магнітне поле котушки із струмом. **(Пам'ятайте, на який час можна замикаати коло!)**

Після цього можна звернутися до історичного матеріалу і показати дослід Ерстеда. **Покажіть дослід Ерстеда:** послідовно з'єднати прямий провідник на підставці, реостат і ключ приєднайте до джерела струму, магнітну стрілку встановіть паралельно до провідника (під або над ним), замкніть коло і спостерігайте за відхиленням стрілки. **(Коло замикаати теж на короткий час при майже повністю виведеному реостаті!)**

Слід зазначити, що Ерстед, який вірив в існування загальних взаємозв'язків у природі, першим зрозумів, що електричний струм повинен супроводжуватися магнітною дією, і він довгий час (понад 7 років) шукав, як це можна виявити. У 1820 році він показав, що магнітну дію струму можна виявити за допомогою магнітної стрілки. Дослідження, які він провів далі, показали, що «магнітний ефект електричного струму має коловий рух навколо нього».

Трактуючи результат цих досліджень, Ерстед заронив глибоку думку про те, що електромагнітні явища мають вихровий характер.

Французький вчений Ампер продовжив дослідження магнітної дії струму і

прийшов до дуже важливого висновку, що всі магнітні явища зводяться до електричних, і що існує глибокий взаємозв'язок між електричними і магнітними явищами. Дослідження Ерстеда і Ампера дали поштовх до розвитку електродинаміки, сприяли появі нових уявлень про електричні і магнітні явища. Тому вони мають велике наукове значення.

Правила намагнічування стрілок та інших сталених предметів

Треба мати на увазі, що магнітна стрілка, яка використовується для наведених вище дослідів, може бути не намагніченою або перемагніченою.

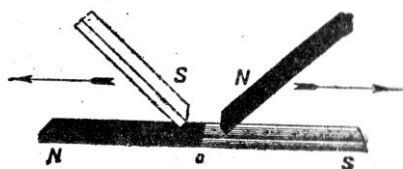


Рис. 116

Щоб намагнітити або перемагнітити стрілку, треба покласти її на стіл, взяти в обидві руки магніти і приставити їх різномісними полюсами до середини стрілки так, щоб північний полюс магніту стояв на тій половині стрілки, де буде південний полюс, і навпаки.

Потім, притискуючи стрілку до стола одним магнітом, другим проводять уздовж неї від її середини до кінця, потім те ж саме роблять з першим магнітом. Цю операцію повторюють кілька разів. За допомогою постійного магніту перевіряють намагніченість стрілки, обережно наближаючи її до магніту. Таким способом можна намагнітити будь-який сталений предмет (рис. 116).

Запитання для самоконтролю

1. Чи можна скористатися саморобними приладами для демонстрування наведених вище дослідів?
2. Чому дослід Ерстеда доцільніше демонструвати після введення поняття про магнітне поле?

ЗАВДАННЯ № 3

Ознайомитися з демонстраційним експериментом при вивченні магнітного поля різних провідників із струмом, магнітного поля постійних магнітів

В основній школі вивчаються магнітні поля прямого і колового провідни-

ків зі струмом, а також котушки (соленоїда) із струмом.

Вивчення відбувається на якісній основі, передбачається ознайомлювати учнів тільки з силовими лініями магнітних полів і правилами визначення їх напрямку. Демонстраційний експеримент допомагає як введенню поняття силових ліній, так і ознайомленню учнів із правилами визначення їх напрямку. Під час демонстрування дослідів треба користуватися як магнітними стрілками, так і залізними ошурками.

Досліди 1. Введення поняття силових ліній магнітного поля, ознайомлення з правилами визначення їх напрямку на прикладі прямого провідника зі струмом

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, реостат на 15-30 Ом, саморобна рамка для демонстрування магнітного поля прямого струму, виток для демонстрування магнітного поля колового струму, магнітні стрілки, залізні ошурки, вимикач, з'єднувальні проводи, плоске дзеркало.

Починати треба з **прямого провідника** із струмом. Для більш успішного проведення цього дослідів доцільно використати саморобну рамку розмірами 35х25 см. Для виготовлення її можна взяти мідний дріт діаметром 0,5-0,7 мм, з якого намотати рамку, що має 50-60 витків. Для більш зручного намотування дроту можна скористатися ніжками стільця або табуретки. Розміри рамки тоді визначатимуться відстанню між відповідними ніжками стільця. Витки треба з'єднати ізоляційною стрічкою.

У ролі прямого провідника використовують одну сторону рамки (більшої довжини). Для проведення дослідів цю сторону рамки пропускають через горизонтальний картонний або фанерний столик, на якому розміщують магнітні стрілки і потім залізні ошурки.

Щоб учні могли бачити розташування стрілок або ошурок, застосовують плоске дзеркало, нахилене під кутом 45° до площини столика. Замість саморобної рамки можна скористатися витком для демонстрування магнітного поля колового струму (рис. 117).

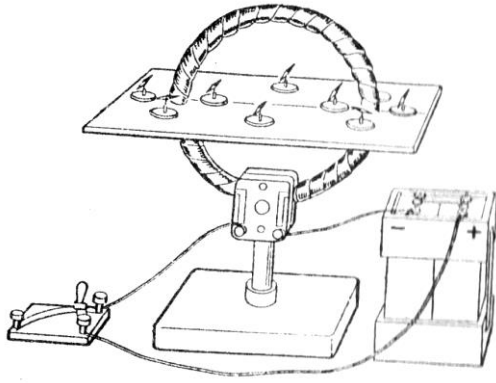


Рис. 117

У цьому випадку повинна бути задіяною права або ліва сторона витка, яку можна вважати частиною прямолінійного провідника. **Складіть електричне коло з джерела струму, витка, реостата, ключа. Зробіть всі наведені нижче досліді.**

На столик треба поставити магнітну стрілку (або декілька стрілок) біля провідника, замкнути коло і спостерігати, в якому напрямі повертається північний полюс стрілки, потім треба переміщати стрілку навколо провідника – звернути увагу на те, що вісь стрілки повертається так, що нібито створює замкнене коло.

Якщо скористатися залізними ошурками, кожна частинка яких стає у магнітному полі маленькою магнітною стрілочкою, то можна показати, уздовж яких ліній розташовуються ці стрілочки. Під час демонстрування цього досліді перед замиканням кола на столик крізь ситечко треба насипати ошурки рівним шаром. Потім треба ввімкнути струм і олівцем постукати по столику в різних точках, поки не утвориться чітка картина у розташуванні ошурок.

На основі цього дати таке означення силових ліній магнітного поля.

Лінії, уздовж яких у магнітному полі розташовуються осі маленьких магнітних стрілок, називають *силовими лініями* магнітного поля.

Напрямок, який *показує північний полюс* магнітної стрілки в кожній точці поля, *прийнято за напрям силової лінії магнітного поля.*

Запитання: як можна визначити напрям силових ліній прямого провідника зі струмом, не користуючись магнітною стрілкою?

Правило свердлика: якщо свердлик закручувати у напрямі проходження струму, то напрям обертання його ручки покаже напрям силових ліній магнітного поля. (Це правило запропонував англійський фізик Дж.Максвелл).

Правило правої руки: якщо провідник із струмом взяти у праву руку так, щоб відхилений великий палець збігався з напрямом струму, то зігнуті пальці

руки вказуватимуть напрям силових ліній магнітного поля прямого провідника зі струмом.

Застосуйте ці правила до показаних вище дослідів з прямим провідником зі струмом.

Покажіть на рисунку:

а) прямий провідник і напрям струму в ньому,

б) декілька силових ліній магнітного поля цього провідника із струмом, їх напрям.

Зверніть увагу на те, що силові лінії магнітного поля є замкненими кривими, поле є вихровим.

Досліди 2. Вивчення магнітного поля колового провідника зі струмом

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, реостат на 15-30 Ом, виток для демонстрування магнітного поля колового струму, котушка (соленоїд), магнітні стрілки (4-5 шт.), залізні ошурки, вимикач, з'єднувальні проводи.

а) Для вивчення магнітного поля колового струму треба скористатися тим самим приладом (рис. 117), але тепер магнітні стрілки (4-6 шт.) треба поставити на столик всередині витка і з обох його боків, а також з протилежного боку витка.

Зробіть це і спостерігайте за розташуванням магнітних стрілок.

Отримайте картину силових ліній магнітного поля колового струму за допомогою залізних ошурок.

Який напрям мають силові лінії магнітного поля колового струму? **Покажіть на рисунку.**

Застосуйте також правила свердлика і правої руки.

Правило свердлика: якщо обертати ручку свердлика у напрямі струму, то рух його вістря покаже напрям силових ліній колового струму.

Правило правої руки: якщо праву руку покласти долонею на виток так, щоб чотири пальці показували напрям струму у витку, то відігнутий великий палець покаже напрям силових ліній магнітного поля колового струму.

Зверніть увагу на те, що силові лінії магнітного поля колового провідника із струмом виходять з одного боку витка і входять у другий. Але так само спрямовані силові лінії і у **постійних магнітів**: вони **виходять з північного полюса і входять у південний полюс**, замикаючись усередині магніту. Значить, виток із струмом також має полюси – **південний і північний**.

Визначте магнітні полюси даного витка із струмом.

б) Найбільший практичний інтерес становить магнітне поле котушки зі струмом, або соленоїда (у перекладі з грецької «соленоїд» – трубоподібний).

Оскільки котушка – це набір колових провідників (або витків), то її магнітне поле буде таким самим, як і для одного витка. **Перевірте це на досліді** з магнітними стрілками. Визначте полюси котушки як за допомогою магнітної стрілки, так і за допомогою наведених вище правил.

Досліди 3. Демонстрування в проекції на екран спектрів магнітних полів струмів і постійних магнітів

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, реостат на 15-30 Ом, комплект приладів для демонстрування магнітних полів струмів, постійні магніти: прямі – 2 шт., підковоподібні – 2 шт., універсальний проекційний ліхтар із пристосуванням для горизонтальної проекції, залізні ошурки, скляна пластина, вимикач, з'єднувальні проводи.

а) Для демонстрування спектрів магнітних полів струмів є прилади, які входять до відповідного комплекту (рис. 118).

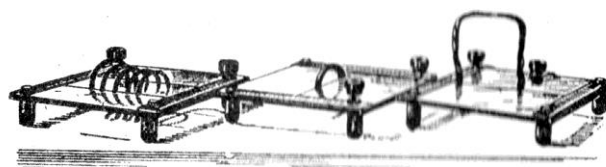


Рис.118

Ці прилади призначені для використання разом з універсальним проекційним ліхтарем або графопроєктором.

Кожний прилад із комплексу послідовно з реостатом і вимикачем треба підключити до джерела струму, насипати на столик рівним шаром залізні ошурки, ввімкнути струм, постукати пальцем (або олівцем) по столику для одержання кращого спектра, розімкнути коло, обережно відключити провідники від приладу і спроектувати одержаний спектр на екран за допомогою проекційного ліхтаря з пристосуванням для горизонтальної проекції.

Струм вмикати на короткий час!

Зробіть це і покажіть на рисунках спектри магнітних полів прямого і колового провідників із струмом, магнітного поля соленоїда.

б) Для демонстрування спектрів магнітних полів постійних магнітів треба магніти покласти на проекційний апарат з пристосуванням для горизонтальної проекції, покрити їх скляною пластиною. Залізні ошурки треба насипати на цю пластину рівним і не дуже густим шаром, і одержаний спектр спроектувати на екран. Після цього ошурки треба з пластини обережно зсипати на аркуш паперу і з нього – в коробку. **Покажіть:**

- 1) спектр прямого магніту,
- 2) спектр підковоподібного магніту,
- 3) спектр двох однойменних полюсів магніту,
- 4) спектр двох різнойменних полюсів магніту.

Зробіть відповідні рисунки.

ЗАВДАННЯ № 4

Ознайомитися з правилами користування та зберігання магнітів, з порадами щодо виготовлення саморобних магнітних стрілок

Правила користування та зберігання магнітів

1. Оберігати магніти від сильних ударів і струсів, від падіння, бо від цього вони розмагнічуються, магніти із спеціальних сплавів бувають дуже крихкими і під час ударів або падіння руйнуються.
2. Не нагрівати магніти, бо від цього вони розмагнічуються.
3. Періодично намагнічувати сталені магніти за допомогою сильного електромагніту.

4. Під час роботи з магнітною стрілкою не можна допускати дотикання її до полюсів магніту або іншого намагніченого тіла. Не можна, щоб однойменні полюси магніту і стрілки торкалися один до одного, магнітна стрілка при цьому перемагнічується.
5. Синій колір відповідає північному полюсу, а червоний – південному, але інколи така відповідність у магнітних стрілок може бути порушеною внаслідок їх перемагнічування. Це треба перевіряти і правильно намагнічувати магнітні стрілки.
6. Зберігати штучні магніти треба так, щоб їх різнойменні полюси були замкнуті залізними якорями.
7. Зберігання прямих магнітів, накладених один на одного однойменними полюсами, можливо, але не бажано, складання ж їх різнойменними полюсами без якорів приведе до розмагнічування.
8. Підковоподібні магніти зберігають по два, замикаючи їх різнойменними полюсами, при зберіганні одного магніту його полюси замикають залізним якорем.

Виготовлення саморобних магнітних стрілок

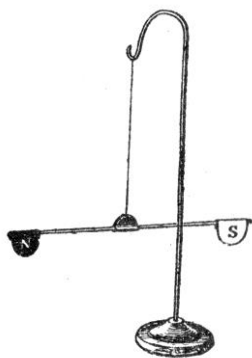


Рис. 119

Чутливі магнітні стрілки легко виготовити із сталевих спиць. Стальну спицю (завдовжки 20-25 см і завтовшки 2-3 мм) намагнічують. На її середину туго надівають хомутик з тонкої латуні з вушком. До вушка хомутика прив'язують шовкову нитку і на ній до дерев'яного штатива або до штатива з мідного дроту підвішують спицю. До кінців спиці з цупкого паперу приклеюють гребінці, пофарбовані в колір полюса (рис. 119) [10; с.113].

ЗАВДАННЯ № 5

Ознайомитися з електромагнітами та їх практичним застосуванням

Досліди 1. Демонстрування будови і дії електромагніту

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, реостат на 15-30 Ом, котушка, залізний стержень, магнітна стрілка, вимикач, з'єднувальні проводи.

Складіть електричне коло з джерела струму, вимикача, котушки (без осердя), реостата. **Спостерігайте** дію магнітного поля котушки на магнітну стрілку, розташовану на певній відстані від котушки. Відстань повинна бути такою, щоб дія магнітного поля на стрілку була б досить малою.

Після цього в котушку треба вставити залізний стержень і спостерігати, як змінилася дія на магнітну стрілку. Дати означення електромагніту.

Котушку із залізним осердям усередині називають електромагнітом.

Зверніть увагу на те, що електромагніт проявляє магнітні властивості лише тоді, коли в котушці буде струм. **Перевірте це.**

Досліди 2. Демонстрування практичного застосування електромагніту в підіймальному крані і електричному дзвінку

Обладнання: джерело струму, кільцевий електромагніт (або модель підіймального крана), модель електричного дзвінка, коробка з різними стальними предметами; ящик або коробка, дно яких закрито м'якою підкладкою; реостат на 15-30 Ом, вимикач, з'єднувальні проводи.

а) До джерела струму через реостат і вимикач приєднайте модель підіймального крана (рис. 120).

Покажіть, що він притягує велику кількість сталих предметів, коли в його обмотці йде електричний струм, і що він втрачає ці властивості, якщо струм вимкнута.

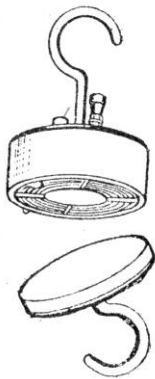


Рис. 120

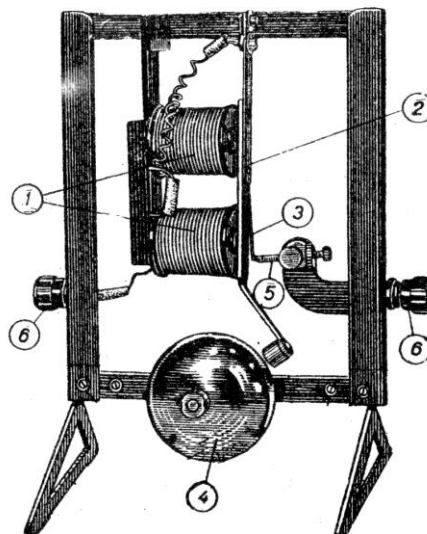


Рис. 121

Піднесіть до нього якір, зверніть увагу на те, з якою силою він притягується до електромагніту (при вмиканні його на номінальну напругу він може утримати тягарі масою до 50-80 кг!).

Звідси випливає **висновок** про доцільність використання таких електромагнітів в підймальних кранах.

б) **Розгляньте** модель електричного дзвінка (рис. 121), де 1 – електромагніт з двома котушками; 2, 3 – якір з бойком і контактною пружиною, 4 – чашка дзвінка, 5 – регулювальний контактний гвинт, 6 – клеми.

Увімкніть дзвінок в коло послідовно з реостатом і вимикачем; **прослідкуйте**, як йде струм через дзвінок; спробуйте скористатися регулювальним гвинтом (5), **перевірте** його дію.

Запитання для самоконтролю

1. Якими способами можна підсилити магнітну дію котушки (крім введення всередину її залізного осердя)?
2. Чи можна скористатися електромагнітним підймальним краном для перенесення ящиків з латунними, мідними або алюмінієвими деталями?
3. Як треба включити електричний дзвінок, щоб при замиканні кола почути тільки один удар бійка?

Досліди 3. Демонстрування практичного застосування електромагнітів у телеграфному апараті і електромагнітному реле

Обладнання: джерело струму – випрямляч і батареяка з сухих елементів на 3 – 4,5 В, модель електромагнітного телеграфного апарату, телеграфний ключ, модель електромагнітного реле, модель шкільного електродвигуна, вимикач, з'єднувальні проводи.

а) Модель електромагнітного **телеграфу** представлена на рис. 122. **Розгляньте** модель телеграфу. Основними частинами цієї моделі є двополюсний електромагніт, якор з пружиною і пристроєм для закріплення олівця, котушка з паперовою стрічкою і два ролики для протягування стрічки. Коли в обмотці електромагніту є струм, електромагніт притягує якор. Олівець, прикріплений до кінця важеля, притискується до рухомої паперової стрічки і залишає на ній сліди.

Покажіть дію телеграфного апарату. За допомогою телеграфного ключа замикайте і розмикайте коло електромагніту, одночасно повільно і рівномірно протягуючи стрічку через ролик.

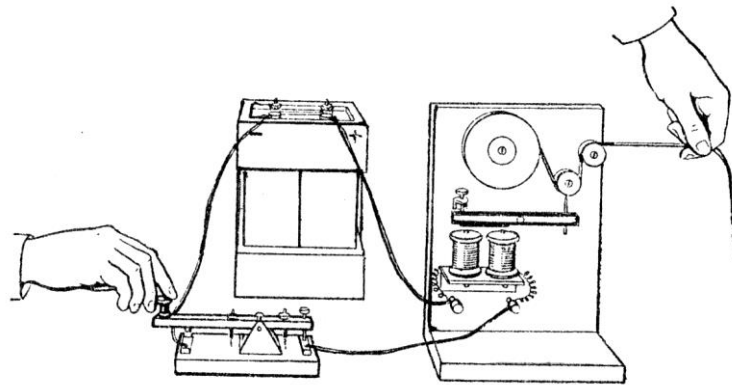


Рис. 122

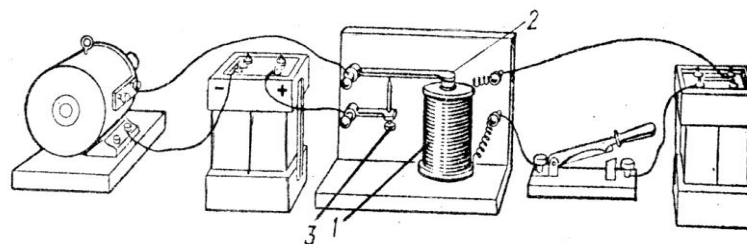


Рис. 123

б) Електромагнітне **реле** – пристрій, за допомогою якого автоматично чи напівавтоматично керують іншими електричними колами.

Схема такого реле складається з двох кіл – керуючого і виконавчого (рис. 123). Основною частиною керуючого кола є електромагніт, по обмотці якого проходить електричний струм невеликої сили; при замиканні цього кола електромагніт (1) притягує до себе залізну пластину (2), котра через контакт (3) замикає виконавче (робоче) коло, в якому споживається досить великий струм при вмиканні потужних електродвигунів або інших споживачів.

За схемою, поданою на рис. 123, **складіть** кола і **перевірте** дію електромагнітного реле. Для керуючого кола використайте батарейку, а для виконавчого – випрямляч, в коло ввімкніть модель електродвигуна.

ЗАВДАННЯ № 6

Ознайомитися з методикою підготовки і проведення лабораторної роботи по складанню електромагніту та дослідженню його дії

Підготовкою до лабораторної роботи № 20 «Складання електромагніту і випробування його дії» є вивчення електромагніту, його будови і дії. Демонстраційний експеримент з цього питання, описаний у дослідах 1 завдання № 5, є вирішальним в цій підготовці.

Що стосується приладів для виконання цієї роботи, то треба мати на увазі, що при відсутності в школі компасів або магнітних стрілок, останні можна замінити саморобними (див. завдання № 4), а деталі для складання електромагніту взяти з наборів «Електроконструктор».

Слід відзначити, що цю лабораторну роботу доцільно супроводжувати **інструкцією**, в якій повинні бути певні **вказівки щодо послідовності її виконання**.

ІНСТРУКЦІЯ

до виконання лабораторної роботи № 1

«Складання та випробування електромагніту»

1. Накресліть схему і складіть електричне коло з послідовно з'єднаних джерела струму, реостата, котушки, ключа.
2. За відомими вам правилами свердлика або правої руки визначте полюси котушки.
3. Після перевірки кола вчителем замкніть коло і визначте полюси котушки за допомогою компаса або магнітної стрілки. Вимкніть струм. Порівняйте результати з одержаними в пункті 2. Зробіть висновок.
4. Відсуньте компас або магнітну стрілку уздовж осі котушки на таку відстань, на якій дія магнітного поля котушки на стрілку буде незначною. Вставте в котушку залізне осердя і спостерігайте дію магнітного поля електромагніту на стрілку. Зробіть висновок.
5. За допомогою реостата змінюйте силу струму в колі електромагніту і спостерігайте його дію на стрілку. Зробіть висновок.
6. Складіть підковоподібний магніт із використанням двох котушок. Котушки з'єднайте між собою послідовно так, щоб при вмиканні струму на кінцях «підкови» виявилися різнойменні полюси електромагніту. Зробіть це спочатку за допомогою «Правил», а потім перевірте правильність визначення за допомогою магнітної стрілки. Зробіть висновок. За допомогою якоря оцініть (якісно) силову дію електромагніту.
7. З'єднайте котушки так, щоб при вмиканні струму на кінцях «підкови» виявилися однойменні полюси електромагніту. За допомогою якоря дослідіть, коли дія підковоподібного електромагніту буде сильнішою: якщо на його кінцях будуть різнойменні полюси чи однойменні. Зробіть висновок.

Дослід 1. Виконати лабораторну роботу №1 «Складання та випробування електромагніту»

У відповідності до інструкції, наведеної вище, і зразка оформлення звіту, наведеного нижче, виконайте цю роботу і напишіть звіт про її виконання.

Лабораторна робота № 1

Складання та випробування електромагніту

Мета роботи: навчитися складати електромагніт, визначати його полюси і досліджувати його дію за допомогою компаса або магнітної стрілки.

Обладнання: джерело струму, реостат, котушки – 2, пряме і підковоподібне осердя, якір з гачком, компас або магнітна стрілка на підставці, ключ, з'єднувальні проводи.

Звіт про виконання роботи

- | | | |
|-----|---|--|
| 1. | } | Звіт написати у відповідності до кожного пункту інструкції, зробити відповідні |
| 2. | | |
| ... | | |
| 7. | | |

ЗАВДАННЯ № 7

Ознайомитися з демонстраційним і лабораторним експериментом при вивченні питання про дію магнітного поля на провідник зі струмом

Досліди 1. Рух прямого провідника із струмом у магнітному полі

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, реостат на 15-30 Ом, підковоподібний магніт, дерев'яна планка з двома клемми, кусочок алюмінієвого або мідного дроту, вимикач, з'єднувальні проводи.

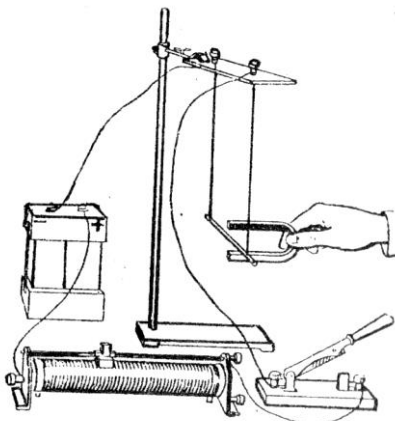


Рис. 124

Складіть коло, схема якого показана на рис.124. Якщо до провідника піднести магніт, не замикаючи кола, то ніякої взаємодії не спостерігається. Потім, не змінюючи положення магніту, замикаємо коло: провідник втягується в простір між полюсами магніту або виштовхується з нього. **Зробіть це.**

Перевірте, яка взаємодія буде спостеріга-

тися, якщо змінити напрям струму в провіднику або напрям магнітного поля. Сила, яка діє на провідник зі струмом у магнітному полі, називається **силою Ампера**. За яким правилом можна визначати напрям руху провідника зі струмом у магнітному полі або напрям сили Ампера? Учнів треба ознайомити з **правилом лівої руки**.

Правило лівої руки: руку розміщують так, щоб долоня була повернута до північного полюса магніту, а чотири пальці показували напрям струму в провіднику, тоді великий палець, відставлений на 90° , покаже напрям сили, що діє на провідник (сили Ампера).

Застосуйте це правило для визначення напрямку руху провідника в дослідах, показаних вище. **Запитання для самоконтролю**

З якого матеріалу (мідь, сталь, алюміній, ніхром тощо) краще брати провідник для демонстрування його руху в магнітному полі? Чому?

Досліди 2. Дія магнітного поля на рамку із струмом

Обладнання: джерело струму – те ж саме, реостат, рамка або виток, підковоподібний магніт, вимикач, з'єднувальні проводи, магнітоелектрична машина, модель електродвигуна.

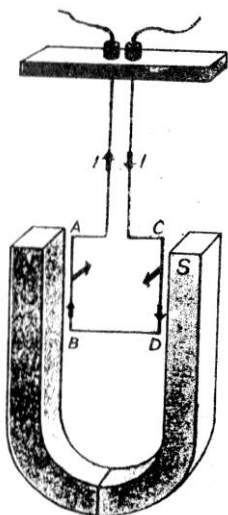


Рис. 125

Складіть коло з джерела струму, реостата, рамки (рис. 125), вимикача. Помістіть рамку в магнітне поле підковоподібного магніту. **Замкніть** коло і **спостерігайте**, що рамка буде **повертатися** в магнітному полі.

Зверніть увагу на те, що набір таких рамок (якір) є першою основною частиною електродвигуна постійного струму, другою є **постійний магніт**.

Показати це учням треба на прикладі магнітоелектричної машини (рис. 126), з'ясувавши перед цим призначення півкільця, за допомогою яких до якоря надходить струм. Справа у тому, що для **обертання** рамки в одному напрямі треба через півоберта змінювати напрям струму в ній, це і досягається за допомогою пів-

кілець. Інакше після повертання в одному напрямі рамка буде **повертатися** у протилежному напрямі, але обертання не буде. *Продемонструйте* дію електродвигуна за допомогою магнітоелектричної машини.

Перед дослідом від'єднайте пас від якоря і після замикання кола спостері-

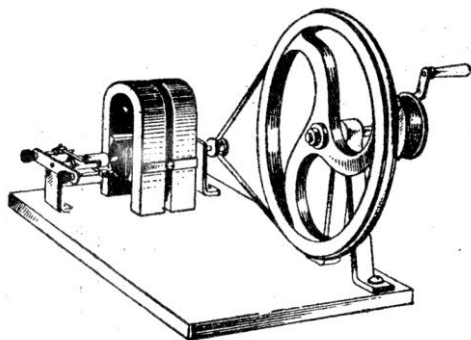


Рис. 126

гайте обертання якоря в магнітному полі постійного магніту. Далі слід звернути увагу на те, що замість постійних магнітів в електродвигунах використовують електромагніти, які живляться від того самого джерела струму, що і якір.

Показати модель такого двигуна.

З метою підготовки учнів до наступної лабораторної роботи «Вивчення електричного двигуна постійного струму» треба більш докладно зупинитися на характеристиці його основних частин: на їх умовних позначеннях, на правилах їх з'єднання. Ще раз треба звернути увагу на те, що ту частину електродвигуна, яка являє собою набір рамок, називають **якорем**, а електромагніт, який створює магнітне поле, - **індуктором**. Їх умовні позначення показані на рис. 127.

Оскільки якір і індуктор живляться від одного джерела струму, то вони, як будь-які споживачі, можуть з'єднуватися як послідовно, так і паралельно. Кожний вид з'єднання треба показати на дошці (рис.128, 129).

Слід звернути увагу на те, що послідовно з індуктором обов'язково треба вмикати реостат, опір якого поступово треба зменшувати після замикання електричного кола.

Учням треба роздати лабораторні електродвигуни, від'єднавши індуктор від якоря, щоб вони подивилися, де кінці обмоток якоря і індуктора, які на рисунках позначені літерами А і В, С і D.

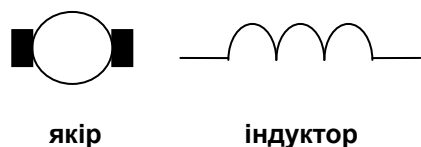


Рис. 127

Після цього доцільно ввімкнути в коло один з електродвигунів і запропонувати одному з учнів подивитися, в якому напрямі обертається якір, а потім поставити запитання: що треба зробити, щоб змінити напрям його обертання?

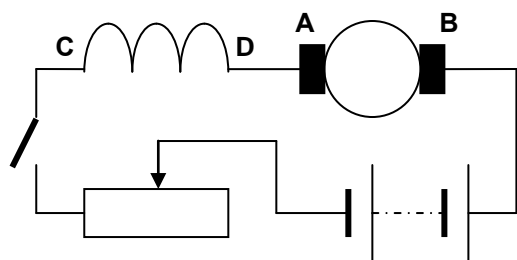


Рис. 128

Якщо учні запропонують поміняти полярність джерела струму, це треба зробити і показати, що від цього напрям обертання якоря не змінився. Треба пояснити, що зміна полярності джерела струму призвела до зміни напрямку струму як в якорі, так і в індукторі, внаслідок цього напрям обертання якоря не змінився.

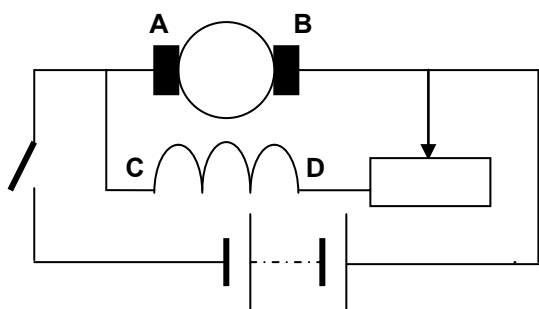


Рис. 129

Так учні будуть підведені до висновку, що треба змінювати напрям струму або в якорі, або в індукторі. У співбесіді з учнями треба наголосити на тому, що цей висновок можна розглядати як **передбачення**, яке обов'язково треба буде перевірити на досліді. Таким чином, і в цю лабораторну роботу будуть внесені елементи дослідження. Треба також з'ясувати, як на схемах можна показати, в якій частині двигуна змінюється напрям струму, – схема залишається такою самою, але змінюються літери біля кінців обмоток. Цей висновок треба узгоджувати з проведенням дослідів з моделлю електродвигуна. Після цього повідомляються основні завдання лабораторної роботи: навчитися з'єднувати індуктор і якір електродвигуна послідовно і паралельно; дослідити, як можна змінювати напрям обертання якоря електродвигуна. У відповідності до наведеного нижче зразка оформлення звіту про виконання лабораторної роботи **виконайте** цю роботу, зробіть **методичні** висновки.

Дослід 3. Виконати фронтальну роботу «Вивчення електричного двигуна постійного струму»

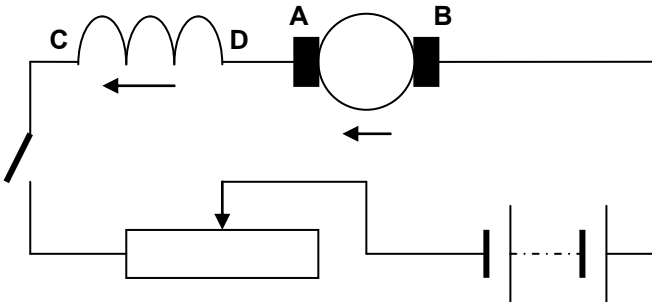
Взірець оформлення

Фронтальна робота

Вивчення електричного двигуна постійного струму

Мета роботи: 1) навчитися з'єднувати індуктор і якір послідовно і паралельно і вмикати електродвигун в електричне коло; 2) навчитися змінювати напрям обертання якоря електродвигуна.

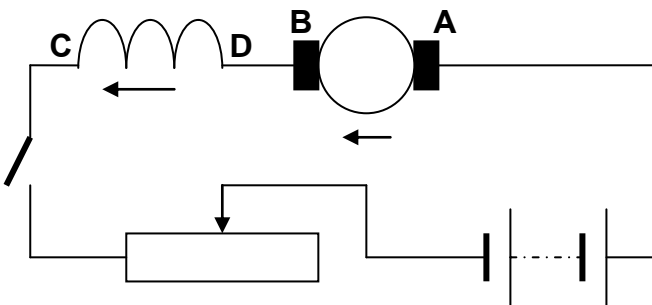
Обладнання: джерело струму, електродвигун, реостат, вимикач, з'єднувальні проводи.



Звіт про виконання лабораторної роботи

1. З'єднаємо індуктор і якір послідовно і підключимо двигун в коло за такою схемою:

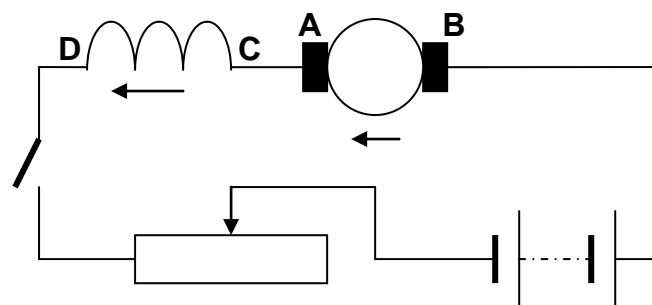
Якір обертається за годинниковою стрілкою.



2. Змінюємо напрям струму в якорі:

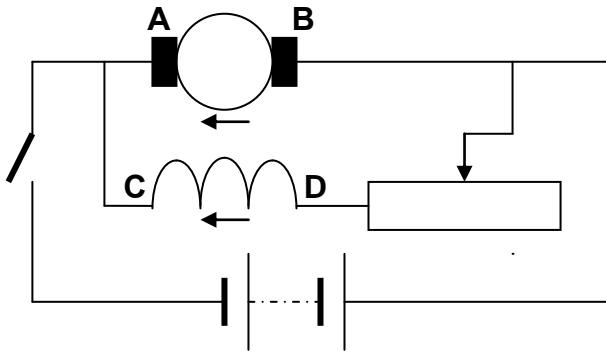
Якір обертається проти годинникової стрілки.

3. Змінюємо напрям струму тільки в індукторі:



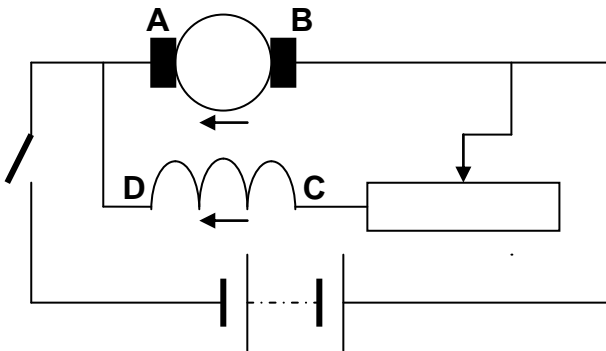
Якір обертається проти годинникової стрілки.

4. З'єднаємо індуктор і якір паралельно і підключимо двигун в коло за такою схемою:



Якір обертається за годинниковою стрілкою.

5. Змінимо напрям струму тільки в індукторі:



Якір обертається проти годинникової стрілки.

Висновок: індуктор і якір електродвигуна можна з'єднувати послідовно й

паралельно; для зміни напрямку обертання якоря треба змінити напрям струму тільки в якорі або тільки в індукторі.

Запитання для самоконтролю

1. На якому принципі працює електродвигун постійного струму?
2. Як підготувати модель електродвигуна до роботи і усунути несправності в ньому?
3. Як збільшити швидкість обертання якоря?

ЗАВДАННЯ № 8

Ознайомитися з методичними особливостями проведення демонстраційного експерименту під час введення поняття про явище електромагнітної індукції

Особливості проведення фізичного експерименту під час введення поняття про явище електромагнітної індукції пов'язані з тією послідовністю вивчення матеріалу, яка веде учнів до правильного розуміння цього явища. Справа у тому, що у всіх підручниках, які рекомендовані для використання у середніх навчальних закладах України, підкреслюється, що явище електромагнітної

індукції полягає у виникненні електричного струму у замкнутому контурі, якщо змінюється магнітне поле, що пронизує цей контур. Але фактично **це є не явищем електромагнітної індукції, а наслідком цього явища.**

Тому вивчення цього питання треба робити так, щоб учні із самого початку зрозуміли і засвоїли, що **електромагнітна індукція – це явище породження у просторі електричного поля змінним магнітним полем.**

Тоді й експеримент, який буде проводитися, повинен зразу наочно показати, що **змінне магнітне поле дійсно породжує електричне поле.** А це, у свою чергу, примусить учителя фізики під іншим кутом підійти і до вивчення дослідів Фарадея.

Досліди 1. Демонстрування дослідів, які ознайомлюють з явищем електромагнітної індукції

Обладнання: котушка для демонстрування індукції струму, дросельна котушка, котушка Томсона, котушка від універсального трансформатора на 220В, гальванометр, джерело струму – випрямляч ВС 4-12, реостат на 15-30 Ом, прямий магніт, вимикач, з'єднувальні проводи.

Враховуючи те, що шкільні підручники не сприяють одержанню учнями правильних уявлень про явище електромагнітної індукції, доцільно на початку вивчення теми після постановки запитання про те, у чому ж полягає явище електромагнітної індукції, зразу дати учням правильне означення цього явища, записати його і після цього ще раз пояснити: **якщо у просторі змінюється магнітне поле, то в цьому ж просторі породжується електричне поле – саме в цьому і полягає явище електромагнітної індукції.**

Звернути увагу на те, що підтвердити цей висновок можна на самому простому **досліді:** взяти в руки прямий магніт і провести ним у просторі. Зробити аналіз досліду: якщо магніт рухається у просторі, то магнітне поле, створене ним, змінюється; значить, у цьому ж просторі породжується електричне поле, тобто, має місце явище електромагнітної індукції.

При такому підході до вивчення цієї теми основне завдання учителя повинно полягати у тому, щоб підвести учнів до постановки запитання про те, **як можна виявити електричне поле, яке виникає у даному досліді**. Міркування можуть бути такими. Відомо, що електричне поле не діє на органи чуття людини, але його основна властивість полягає у тому, що воно з певною силою діє на заряджені тіла або частинки. Значить, щоб довести, що під час зміни магнітного поля дійсно виникає електричне поле, у простір треба ввести такі тіла, в яких є вільні заряджені частинки; тоді під дією електричного поля, що виникає, ці частинки зможуть прийти у напрямлений рух, тобто в тілі може виникнути електричний струм, який можна буде виявити за допомогою певного приладу.

З'ясувати, що вільні заряджені частинки є у будь-якому провіднику, але найпростіше скористатися металевим провідником, в якому є вільні електрони. У ролі такого провідника може виступати котушка з досить великою кількістю витків, а приладом для виявлення електричного струму – гальванометр.

Продовжують експеримент. Для його проведення користуються однією з котушок, що описані нижче. По-перше, можна використати **котушку для демонстрування індукції струму** (рис.127), інакше її називають **індукційною котушкою вертикальною**. Вона складається з двох котушок 1, 2, з яких одна входить усередину другої, і залізного осердя 3. З гальванометром з'єднують котушку 1.

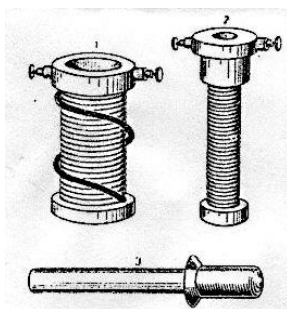


Рис.127

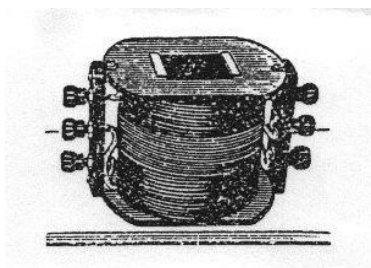


Рис.128

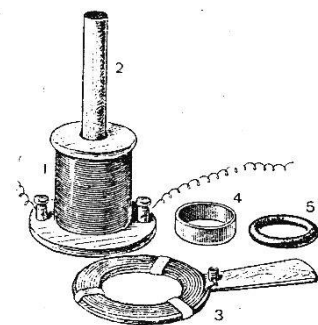


Рис.129

Замість цієї котушки можна використати **дросельну котушку** (рис.128), яка складається з двох обмоток. Одна з них містить 3600 витків мідного дроту і поділяється на дві частини в 2400 і 1200 витків (зеленого кольору), друга обмотка

тка теж поділена на дві секції в 15 і 25 витків (червоного кольору). Котушка має такий каркас, який дає можливість надівати її на осердя універсального трансформатора. У даному досліді використовують першу обмотку.

Для цього експерименту і всіх наступних можна користуватися і **котушкою Томсона**, яку показано на рис.129. Комплект складається з котушки 1 з двома клемми, осердя 2 з тонких залізних дротин, кільця з фанери з ручкою 3, на яке намотано небагато витків проводу; кінці цього проводу підведені до патрона лампочки; кільця з листового алюмінію 4 та суцільного мідного кільця 5.

Крім того, можна скористатися і **котушкою універсального трансформатора на 220 В**. Одну з описаних вище котушок (краще з більшою кількістю витків) з'єднують з гальванометром, утворюючи замкнуте коло, що є необхідним для одержання електричного струму.

З'ясовують, що магніт тепер треба рухати не довільно у просторі, а через котушку, опускаючи або витягуючи його з неї. Підкреслюють, що, якщо гальванометр покаже наявність електричного струму, то і буде доведено, що при зміні магнітного поля дійсно виникає електричне поле, тобто **має місце явище електромагнітної індукції**.

Виконують цей дослід і звертають увагу учнів на те, що гальванометр фіксує електричний струм тільки тоді, коли магніт рухається відносно котушки, тобто, **коли змінюється магнітне поле, що пронизує витки котушки**.

Щоб підтвердити цей висновок, **вводять магніт у котушку і залишають його в ній**. Хоча магнітне поле пронизує витки котушки, гальванометр **не реєструє струму**. Чому? Справа у тому, що **поле у даному випадку не змінюється**.

Інший варіант цього досліді: магнітне поле не буде змінюватися, якщо магніт, опущений в котушку, обертати навколо його вертикальної осі так, як показано на рис.130.

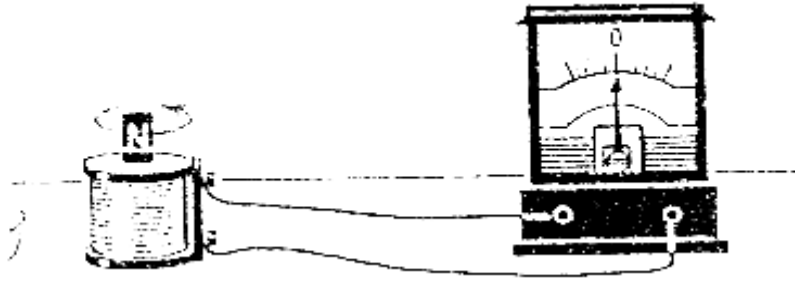


Рис.130

Так підтверджуються всі міркування, зроблені вище, щодо **виявлення електричного поля**, а, значить, і факту існування такого явища, як **електромагнітна індукція – породження у просторі електричного поля змінним магнітним полем**.

Далі звертають увагу на те, що у даному випадку використовувалось магнітне поле, створене постійним магнітом (за рахунок існування в ньому елементарних струмів). Але найбільш поширені джерела магнітних полів – це провідники із струмом.

Як у такому разі можна використовувати і змінювати магнітні поля, щоб одержати електричні поля, які можна буде виявляти так, як у попередньому досліді? Звертають увагу на те, що замість постійного магніту можна взяти електромагніт, який являє собою котушку із струмом, в яку для підсилення її магнітного поля вставляють залізне осердя. Показують її (рис. 127, котушка 2 з осердям 3) і роблять висновок, що для того, щоб ця котушка стала електромагнітом, її треба увімкнути в електричне коло, в якому повинні бути джерело струму, вимикач, реостат. **Складають це електричне коло і повторюють попередні досліди, але вже з електромагнітом**. Наголошують на тому, що способи зміни магнітного поля в цьому випадку залишаються такими ж: електромагніт опускають в котушку, з'єднану з гальванометром, або витягують його з неї.

Звертають увагу і на те, що під час **опускання** в котушку постійного магніту або електромагніту (однаковим з магнітом полюсом) стрілка гальванометра відхиляється **в один бік**, а при витягуванні їх з котушки – у **проти-**

лежний, тобто зосереджують увагу учнів на тому, що **такий результат пов'язаний з тим, що відбувається з магнітним полем – зростає воно чи послаблюється.**

А далі **ставлять запитання**: чи можна змінювати магнітне поле, що створюється електромагнітом, якщо його **не рухати** відносно котушки, з'єднаної з гальванометром? З'ясовують, що магнітне поле електромагніту буде змінюватися, якщо **змінювати в ньому електричний струм**, що можна у даному випадку зробити за допомогою реостата. **Показують це на досліді.**

Продовжують обговорення цього питання: а якщо не користуватися реостатом, чи можна запропонувати ще якийсь спосіб зміни магнітного поля електромагніту? Підводять учнів до висновку, що такий спосіб може полягати у **замиканні** або **розмиканні** кола електромагніту. **Виконують цей дослід.**

А потім з'ясовують, що магнітне поле, що пронизуватиме витки котушки, з'єднаної з гальванометром, можна змінювати, якщо постійний магніт або електромагніт рухати не всередину котушки, а наближати (або віддаляти) їх збоку так, щоб осі як катушок, так і магніту були б паралельними.

Для **проведення** цього досліді з гальванометром з'єднують **дросельну** котушку на 3600 витків або іншу, але з досить великою кількістю витків. Тоді наочність досліді буде кращою. **Виконують і ці досліді.**

Звертають увагу на те, що стрілка гальванометра відхиляється у **проти-лежні боки**, якщо один і той же магніт (або електромагніт) опускає всередину котушки або наближати його до котушки збоку. Адже у цих дослідіх відбувається **зростання** магнітного поля, що пронизує витки котушки. Чому ж тоді виникає електричний струм різного напрямку? Чи не суперечить це висновкам, зробленим вище? Треба пояснити, що ніякого протиріччя тут немає.

Нагадують, що лінії індукції магнітного поля постійного магніту (або електромагніту) проходять всередині магніту вздовж його осі від південного полюса до північного, виходять з цього кінця і через оточуючий простір замикаються, входячи всередину магніту через південний полюс.

Отже, коли магніт опускають всередину котушки, то **зростає** магнітний потік **одного напрямку**, а коли магніт наближають збоку, то **зростає** магнітний потік **протилежного напрямку**, який розташований ззовні магніту, тому і електричний струм, що виникає, має протилежний напрям.

Потім роблять загальний висновок **про способи зміни магнітного поля**, внаслідок чого утворюється електричне поле, яке виявляється за допомогою провідника (котушки), з'єднаного з гальванометром:

- 1) опускати постійний магніт в котушку, з'єднану з гальванометром, або витягувати його з неї;
- 2) теж саме робити з електромагнітом або просто з котушкою, в якій йде електричний струм;
- 3) можна електромагніт залишити в котушці, з'єднаній з гальванометром, але за допомогою реостата збільшувати або зменшувати силу струму в електромагніті;
- 4) можна, залишивши електромагніт в котушці, замикати або розмикати коло електромагніту;
- 5) можна наближати або віддаляти постійний магніт або електромагніт збоку від котушки, з'єднаній з гальванометром, так, щоб осі котушок і магніту під час руху були б паралельними.

Підводять підсумок: у всіх дослідах, які були продемонстровані, певним чином змінювалось магнітне поле, внаслідок чого у просторі виникало електричне поле, яке виявлялося за допомогою котушки, з'єднаній з гальванометром. Отже, ці досліди підтверджували існування у природі такого явища, як **електромагнітна індукція – породження електричного поля змінним магнітним полем**. Підкреслюють, що це явище є **фундаментальним явищем природи, воно не впливає з інших явищ**.

Звертають увагу на те, що у сучасному житті це явище має дуже велике значення: воно є основою електроенергетики, без нього не можуть існувати радіозв'язок, телебачення, радіолокація та інші галузі електро- і радіотехніки.

Далі ознайомлюють учнів з тим, що електричний струм у провідниках, який виникає при зміні у просторі магнітного поля, називають **індукційним електричним струмом**. Але не можна стверджувати, що учні одержать повне уявлення про це явище, якщо не звернутися до історичного матеріалу.

Учитель повинен зосередити увагу учнів на тому, що уявлення про явище електромагнітної індукції, як явище породження електричного поля змінним магнітним полем, з'явилося тільки в середині XIX ст., а початок вивчення електромагнітних явищ припадає на першу третину цього століття, коли в науці ще не існувало понять про електричне і магнітне поле.

Тому логічно виникають запитання: які відкриття допомогли підійти до висновку про існування такого фундаментального явища природи, як явище електромагнітної індукції, і хто з учених зробив у цьому напрямі найбільш вагомий внесок? Це і примушує учителя звернутися до **історії відкриття** цього явища. Пригадують, що у 1820 році датський учений **Ерстед відкрив магнітну дію електричного струму**. Французький учений Ампер, зробивши докладні дослідження цієї дії, прийшов до дуже важливого висновку, що **всі магнітні явища зводяться до явищ електричних**. Фактично він висловив думку про існування **глибокого зв'язку між електричними і магнітними явищами**.

І вже у 1821 році англійський учений М.Фарадей зробив висновок, що, якщо за рахунок електрики можна одержати магнетизм, то, значить, і за рахунок магнетизму можна одержати електрику (він вірив в існування **взаємозв'язків** у природі!)

«Перетворити магнетизм на електрику» - таке завдання поставив перед собою Фарадей у 1821 році. Інакше кажучи, його метою було одержання **електричного струму за рахунок магнетизму**.

Починаючи свої дослідження, Фарадей не мав уяви про те, як саме за рахунок магнетизму можна одержати електричний струм: він ще не знав, що **магнітне поле** (якщо користуватися сучасною мовою) треба **змінювати**.

Крім того, на той час, коли він починав свої досліди, не було ще надійних приладів, за допомогою яких можна було б виявляти наявність елект-

ричного струму. Всі труднощі були подолані ним тільки через 10 років, у 1831 році, коли він виконав поставлене перед собою завдання. Саме в цьому році Фарадей продемонстрував **всі досліди** з одержання **електричного струму за рахунок зміни магнетизму** (тобто, **зміни магнітного поля**). Що ж це за дослідни, які одержали назву **дослідів Фарадея**? Слід підкреслити, що всі проведені вище дослідни з постійним магнітом та електромагнітом і є фактично **дослідами Фарадея**. Тільки треба відзначити, що проводив їх Фарадей за допомогою **іншого обладнання**, в основному саморобного, і **мета** його дослідів **була іншою** – за рахунок магнетизму одержати електричний струм; **послідовність** проведення дослідів теж **була іншою**.

Так, у перших дослідях Фарадей користувався дерев'яним циліндром, на який були намотані дві ізольовані одна від одної обмотки. Одна з них з'єднувалась з батареєю гальванічних елементів, а друга – з гальванометром. Струм у другій обмотці спостерігався під час **замикання** або **розмикання** струму у першій обмотці. Крім того, Фарадей встановив, що дія першого кола на друге значно збільшується, якщо всередину обмоток ввести **залізо**, або зробити обмотки **на залізному осерді**. Він також показав, що можна одержати струм в обмотці, з'єднаній з гальванометром, якщо розташувати обмотки на двох дошках і **наближати** їх одна до одної або, навпаки, **віддаляти**. Всі ці дослідни були проведені ним **29 серпня 1831 року** і тільки **17 жовтня того ж року** він продемонстрував дослідни з **постійними магнітами**.

Фарадей докладно описав всі ці дослідни, які він провів у 1831 році, у першій серії наукової праці «Експериментальні дослідження з електрики», але дослідни з реостатами у цій серії не було, тому що реостати були побудовані дещо пізніше, у 40-х роках XIX ст. Але на цьому його дослідження не закінчилися. Проведені дослідни примусили його замислитися над тим, **яку роль в електромагнітних взаємодіях грає середовище**. Відповідні міркування дали Фарадею можливість зробити висновок про існування **магнітного та електричного полів** і ввести поняття про **магнітні та електричні силові лінії**.

Використовуючи поняття магнітних силових ліній, Фарадей експериментально встановив, що для одержання електричного струму у котушці (або у будь-якому замкнутому контурі) має значення не лише зміна магнітного поля, але й те, як силові лінії цього поля спрямовані відносно поверхні, що охоплюється витками котушки (або взагалі замкнутим контуром).

Якщо силові лінії перетинають площину, що охоплюється замкнутим провідником, то в ньому буде виникати індукційний електричний струм; а якщо силові лінії спрямовані паралельно до цієї площини, то ніякого струму не буде.

Показують це на досліді. З гальванометром з'єднують дросельну котушку або іншу з досить великою кількістю витків. Осі цієї котушки і котушки електромагніту (або постійного магніту) повинні бути перпендикулярними одна до одної. Постійний магніт, або електромагніт, у такому положенні рухають відносно дросельної котушки; можна електромагніт розташувати над цією котушкою і замикає або розмикає струм в ньому. Однак, треба врахувати, що у даному випадку вектор магнітної індукції не буде строго перпендикулярним до осі дросельної котушки, він буде мати, хоча і невеликі, складові, що будуть сприяти виникненню невеликого струму, який може фіксувати гальванометр; тому найбільш зручне положення електромагніту відносно котушки знаходять експериментально. **Далі ще раз підкреслюють, що Фарадей у всіх проведених ним дослідіх одержував електричний струм; це означає, що він відкрив індукцію електричного струму, але не явище електромагнітної індукції.**

А як же учені підійшли до уявлення про це явище?

Треба повернутися до дослідів Фарадея і показати учням, що в кожному з них виявляється протиріччя, певна неузгодженість з існуючими фізичними поняттями. У цих дослідіх за рахунок зміни магнітного поля у котушці, з'єднаної з гальванометром, виникає електричний струм. **Але магнітне поле неспроможне цього робити!** Відомо, що магнітне поле – це вид матерії, що пов'язаний з електричним струмом (або рухомими зарядженими частинками) і виявляється за дією на електричний струм (або рухомі заряджені частинки). Це означає, що магнітне поле може діяти тільки на електричний

струм (або на заряджені частинки, що рухаються упорядковано). Але перед початком будь-якого з дослідів Фарадея **електричний струм в котушці, з'єднаної з гальванометром, відсутній**. Чому ж тоді під час зміни магнітного поля в цій котушці з'являється індукційний електричний струм?

Над цим питанням, аналізуючи досліди Фарадея, замислився англійський фізик Дж.Максвелл, який прийшов до висновку, що **будь-яка зміна у просторі магнітного поля супроводжується появою індукційного електричного поля, що має вихровий характер**. Саме це поле й діє на вільні заряджені частинки у провіднику, створюючи у ньому електричний струм. Такий висновок Максвелл зробив у 1855 році. Але ще раніше пояснити появу індукційного струму в замкнених контурах намагалися німецькі учені Ф.Нейман і Г.Гельмгольц, однак, зробити цього їм не вдалося. Тому і можна стверджувати, що **пріоритет у відкритті явища електромагнітної індукції належить англійському фізику Дж.Максвеллу**.

РОБОТА № 3.2. НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З РОЗДІЛУ «СВІТЛОВІ ЯВИЩА»

Мета роботи: ознайомитися з методикою і технікою демонстраційного і лабораторного експерименту з геометричної оптики.

ЗАВДАННЯ № 1

1. Проробити матеріал підручників:

[32] - §§ 49, 50, 52, 53, 54, 55, включаючи лабораторні роботи №11, 12; §§ 56, 58;

[46] - §§ 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74; лабораторна робота №11;

[21] - §§ 33, 34; лабораторна робота №2;

[41] - §§ 140, 141, 142, 143, 144.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках висвітлюється питання про прямолінійне поширення світла; які досліди пропонуються;

- як автори підручників ознайомлюють учнів з явищем відбивання світла, з плоским дзеркалом та його застосуванням;
- на якому рівні викладений матеріал про явище заломлення світла в основній і старшій школі – порівняйте;
- порівняйте виклад матеріалу про лінзи у підручниках основної і старшої школи;
- які лабораторні роботи пропонуються у підручниках для основної і старшої школи; проаналізуйте зміст інструкцій до них;
- як підручники ознайомлюють з питаннями про око і окуляри, про лупу, проєкційний апарат та фотоапарат;
- як у підручнику [41] розглядається питання про сферичні дзеркала.

2. За «Вступом» проробити матеріал про фронтальні лабораторні роботи, короткочасні фронтальні досліди, лабораторний фізичний практикум та домашні досліди і спостереження.

Звернути увагу на такі питання:

- роль попередньої підготовки учнів до фронтальних лабораторних робіт; у чому вона повинна полягати;
- що повинен робити вчитель на уроках лабораторних робіт;
- як оцінювати лабораторні роботи;
- яким повинен бути звіт учнів про виконання лабораторної роботи;
- що треба знати про обчислення похибок вимірювання при виконанні лабораторних робіт у основній та старшій школі;
- чим лабораторний фізичний практикум відрізняється від фронтальних лабораторних робіт;
- коли можна використовувати домашні досліди і спостереження.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з демонстраційним експериментом при вивченні питання про прямолінійне поширення світла

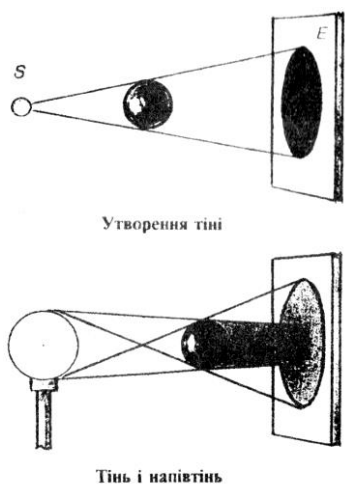


Рис. 131

Першим питанням, яке вивчається в темі «Світлові явища», є питання про прямолінійне поширення світла. Висновок про це треба підтвердити за допомогою демонстраційного експерименту.

Досліди 1. Демонстрування на екрані тіні і півтіні

Обладнання: джерела світла – дві електричні лампочки на 3,5 або 6,3 В або дві свічки, джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6,

непрозоре тіло на підставці (краще сферичної форми), екран, сірники, вимикач, з'єднувальні проводи. **Покажіть** досліди, які наведені у підручнику [32] – рис. 131. Майте на увазі, що у другому досліді замість лампи з матовим абажуром можна використати дві лампочки або дві свічки, розташувавши їх поблизу одна до одної. **Покажіть** на рисунках хід променів у першому і другому випадках.

ЗАВДАННЯ № 3

Ознайомитися з демонстраційним і лабораторним експериментом при вивченні явища відбивання світла

Світло в **однорідному** середовищі поширюється **прямолінійно**. А як будуть поводити себе світлові промені, якщо вони зустрінуть на своєму шляху якісь інші **непрозорі** або **прозорі середовища**? Наголосити на тому, що спочатку будуть розглядатися **непрозорі** середовища. Звернути увагу на те, що в §49 підручника [32] підкреслюється, що такі небесні тіла, як Місяць, планети тощо, власного світла не випромінюють, а лише відбивають світло, що надходить до них від Сонця. Ми бачимо предмети навколо нас (стіни, столи та ін.) тому, що від них в наші очі потрапляє певне **випромінювання**. Але всі ці тіла теж не дають власного світла, а тільки **відбивають** те ж сонячне світло.

Що ж означає саме слово «відбивають»? Що ж це за явище **відбивання світла**? Ще раз підкреслити, що таке явище спостерігається у тому випадку, коли світло, поширюючись в **однорідному середовищі**, потрапляє на **непрозорі тіла** або, як кажуть, на **межу прозорого і непрозорого середовищ**. За допомо-

гою плоского дзеркала і приладу для вивчення законів оптики можна підвести учнів до поняття **явища відбивання світла і встановити закони відбивання**.

Досліди 1. Демонстрування явища відбивання світла, експериментальне встановлення законів відбивання

Обладнання: прилад для вивчення законів оптики, плоске дзеркало, джерело струму – випрямляч ВС 4-12, з'єднувальні проводи.

Слід мати на увазі, що для демонстрування різних дослідів з оптики доцільно використовувати **прилад для вивчення законів оптики**.

УВАГА!

1. Прилад для вивчення законів оптики вмикати тільки через випрямляч. Перед цим перевірити, на яку напругу розрахована лампа освітлювача!
2. Перевірити справність вилки й шнура випрямляча.

При користуванні цим приладом треба знати, як одержати на його диску чіткий світловий слід на всьому його шляху.

Такий слід можна отримати тоді, коли лампа в корпусі освітлювача буде розташована так, що її нитка розжарення стане перпендикулярною до площини диска. У цьому випадку пучок світла буде залишати на поверхні диска рівний, тонкий слід. Якщо ж нитка лампи розташована паралельно до диска, то слід пучка світла буде блідим і вже біля освітлювача почне розширюватися до протилежного краю диска.

Щоб правильно встановити лампу освітлювача, треба повертати тримач лампи і зміщувати його вздовж корпуса освітлювача доти, доки на диску не одержиться чіткий, яскравий світловий пучок. Крім того, треба перевіряти положення обойми тримачів поворотних дзеркал. Нормальний світловий пучок можна отримати тільки тоді, коли обойма буде всунутою в корпус.

Для підведення учнів до поняття явища **відбивання** світла треба на диску приладу для вивчення законів оптики закріпити плоске дзеркало і від освітлювача спрямувати на нього центральний промінь світла так, щоб він падав на дзеркало під певним кутом до перпендикуляра, проведеного до поверхні дзеркала. Треба звернути увагу на те, що цей промінь на межі розділу двох середовищ змінює напрям поширення: **він повертається під деяким кутом знов у**

перше середовище. На основі цього і можна дати означення явищу відбивання світла.

Явище зміни напрямку поширення світла у тому ж середовищі на межі з непрозорим середовищем називають *відбиванням світла*.

Після цього треба повторити дослід і звернути увагу учнів на те, що **промені падаючий і відбитий, а також перпендикуляр до поверхні дзеркала лежать в одній площині. Повідомити, що в цьому полягає *перший закон відбивання*. Потім треба ще раз повторити дослід, але звернути увагу на **кут падіння променя (α) – кут між падаючим променем і перпендикуляром до поверхні дзеркала, а також на кут відбивання (β) – кут між відбитим променем і перпендикуляром до поверхні дзеркала.****

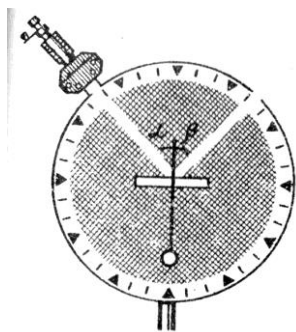


Рис. 132

Покажіть, що для будь-яких кутів падіння $\alpha: \beta = \alpha$, тобто кут відбивання дорівнює куту падіння (рис. 132).

У цьому полягає ***другий закон відбивання***.

Досліди 2. Фронтальна робота з плоским дзеркалом

Обладнання: плоске дзеркало, свічки – 2 однакових розмірів, напівпрозора скляна пластинка, лінійка.

Розгляньте зображення різних предметів у плоскому дзеркалі. ***Доведіть***, чи можна шляхом фронтального короткочасного експерименту з дзеркалом упевнитися в тому, що **зображення предмета в плоскому дзеркалі має такі особливості:** 1) воно уявне; 2) пряме; 3) за розмірами дорівнює предмету; 4) розміщене на такій самій відстані за дзеркалом, на якій предмет знаходиться перед дзеркалом; 5) зображення симетричне предмету (що це означає?)

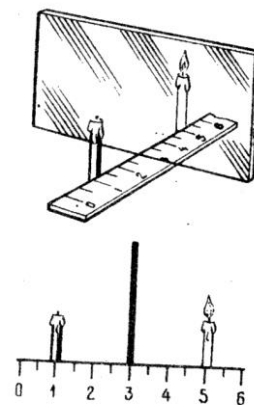


Рис. 133

Четверту особливість можна підтвердити і за допомогою демонстраційного експерименту. ***Покажіть*** його, користуючись рисунком 133.

Досліди 3. Виконати лабораторну роботу № 2 «Дослідження відбивання світла за допомогою плоского дзеркала»

Обладнання: плоске дзеркало, свічка, лінійка, екран із щілиною, транспортир, сірники, булавки – 4 шт.

Обладнання, вказане вище, можна знайти вдома; виготовити потрібно тільки екран з щілиною з аркушів паперу або картону. Тому корисно цю роботу виконувати як *домашню*.

Установку для виконання роботи показано на рис. 134. Замість лампочки треба використати свічку. Розміщувати всі прилади треба приблизно на середній сторінці зошита.

Після запалення свічки треба повернути дзеркало так, щоб промінь, який пропускає щілина, падав на дзеркало під деяким кутом (рис.134). У зошиті тре-

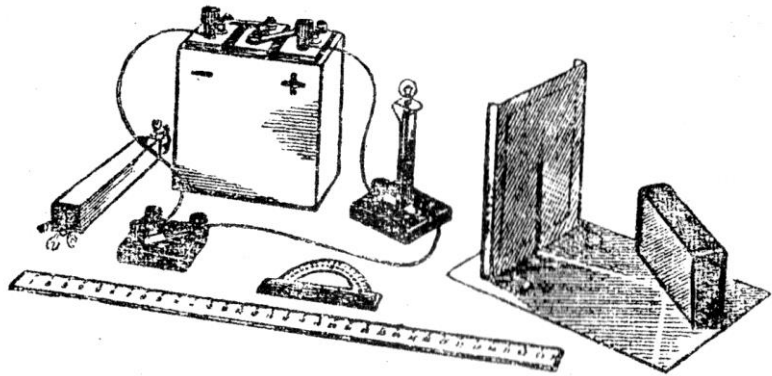


Рис. 134

ба провести вздовж дзеркала пряму лінію і позначити на ній точку падіння променя на дзеркало, потім поставити ще одну точку на промені, по змозі, далі від дзеркала, і показати, таким чином, **напрямок падаючого променя**.

Таким же способом треба визначити **напрямок відбитого променя**. З точки падіння променя поставити **перпендикуляр** до дзеркала. За допомогою транспортира виміряти **кути падіння і відбивання**. Досліди слід повторити **при інших кутах падіння** і зробити відповідні висновки.

Роботу можна провести й *іншим способом* без використання світлових променів. Можна використати метод провішування прямих ліній, який ґрунтується на законі прямолінійного поширення світла. У такому випадку напрямки падаючого і відбитого променів визначаються за допомогою булавок.

Роботу проводять у такій послідовності.

Плоске дзеркало встановлюють на сторінці зошита і вздовж дзеркала проводять пряму лінію. Олівцем показують напрям падаючого променя і на ньому ставлять дві булавки, причому, одну з них майже біля самого дзеркала (рис. 135). Якщо булавки поставлені дійсно по прямій лінії, тоді, подивившись на булавку, що розташована далі від дзеркала, ми не побачимо ту булавку, яка стоїть біля дзеркала.

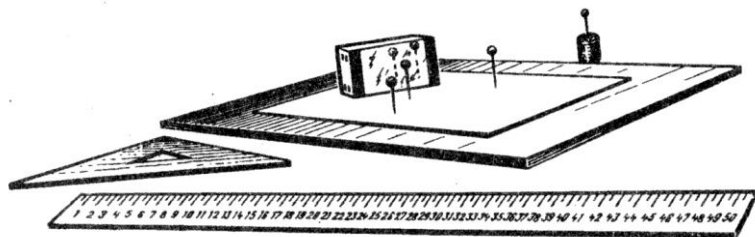


Рис.135

Для визначення напрямку відбитого променя ще дві булавки треба поставити з другого боку від перпендикуляра до дзеркала так, щоб всі чотири булавки

(включаючи зображення в дзеркалі двох перших булавок) були розташовані вздовж однієї прямої. Далі робимо все так, як і в попередній роботі: показуємо напрям відбитого променя, перпендикуляр до дзеркала і вимірюємо кути падіння і відбивання.

Досліди 4. Демонстрування сферичних дзеркал; одержання зображень, які дають сферичні дзеркала

Обладнання: сферичні дзеркала, свічка, екран, сірники.

При вивченні даної теми доцільно показати учням сферичні дзеркала і продемонструвати одержання зображень в увігнутому дзеркалі, звернувши увагу на те, що за допомогою такого дзеркала можна одержати дійсні зображення на екрані і уявні в дзеркалі. Опукле сферичне дзеркало дає тільки уявні зображення. **Зробіть** рисунки, на яких покажіть побудову зображень у дзеркалах увігнутому і опуклому. **Покажіть на досліді** одержання дійсних зображень за допомогою увігнутого дзеркала. Розташування предмета (свічки) відносно дзеркала узгоджуйте із зробленою побудовою зображень в увігнутому дзеркалі. Майте на увазі, що фокусна відстань дзеркала дорівнює 8,5 см. **Подивіться** на уявні зображення, які дають увігнуте і опукле дзеркало.

Запитання для самоконтролю

1. Яку проблему треба поставити перед учнями перед поясненням явища відбивання світла?
2. Чому на плоске дзеркало, закріплене на диску приладу для вивчення законів оптики, треба спрямовувати промінь світла так, щоб він попадав у точку перетину горизонтального і вертикального діаметрів диска?
3. На яких заняттях можна більш докладно у порівнянні з підручником ознайомити учнів із сферичними дзеркалами?
4. Які досліди доцільно в ознайомчому плані показати на уроці?

ЗАВДАННЯ № 4

Ознайомитися з демонстраційним і лабораторним експериментом при вивченні явища заломлення світла

У попередньому завданні були розглянуті питання, пов'язані з попаданням світла на непрозорі середовища.

Тепер будуть розглядатися питання, пов'язані з переходом світла у **прозорі середовища**. Оскільки світло, поширюючись у будь-якому **прозорому середовищі**, взаємодіє з атомами речовини, то **швидкість його поширення повинна змінюватися** при переході з одного середовища в інше. Так, швидкість світла у повітрі приблизно дорівнює $3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$, у воді – $2,25 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$, у склі – ще менше.

Чи впливає зміна швидкості світла на напрям його поширення при переході з одного середовища в інше? Щоб відповісти на це запитання, треба

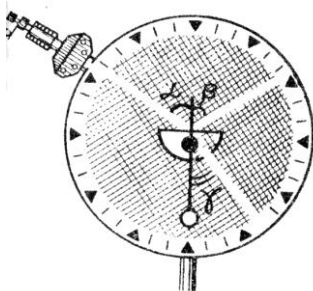


Рис. 136

показати дослід з переходом променя світла з повітря у скло і таким шляхом підвести учнів до поняття заломлення світла.

Досліди 1. Демонстрування явища заломлення світла та явища повного відбивання

Обладнання: прилад для вивчення законів оптики, скляний півциліндр, джерело струму – випрямляч ВС 4-12, з'єднувальні проводи.

На диску приладу для вивчення законів оптики треба закріпити скляний півциліндр так, щоб його діаметр збігався з діаметром диска, а центр – з центром диска (рис. 136).

Спрямувати промінь в центр півциліндра. Звернути увагу на те, що він в скло **переходить**, але на межі двох прозорих середовищ змінює напрям поширення. З досліду видно, що при переході з повітря в скло промінь наближається до перпендикуляра, тобто, кут заломлення γ менший від кута падіння α : $\gamma < \alpha$, але і швидкість $v_2 < v_1$. Після цього можна дати означення явищу заломлення світла. **Явище зміни напрямку поширення світла при його переході через межу поділу двох середовищ називають заломленням світла.**

Далі треба звернути увагу на те, що **середовища**, в яких **світло має більшу швидкість поширення**, називають **середовищами з меншою оптичною густиною**, і навпаки. У даному випадку повітря – середовище, яке має **меншу оптичну густину** у порівнянні із склом. Аналізуючи проведений дослід, треба ще раз звернути увагу на те, що, як і у разі відбивання світла, **промені падаючий і заломлений лежать в одній площині з перпендикуляром, опущеним в точку падіння променя**. У цьому полягає **перший закон заломлення**.

А як буде змінюватися напрям поширення світла, якщо він буде переходити із скла у повітря, тобто, із **середовища оптично більш густого в середовище оптично менш густе**? Відповідь на це запитання одержуємо теж за допомогою досліду.

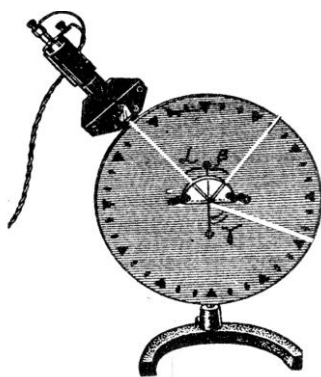


Рис.137

На диску встановлюємо півциліндр так, щоб його циліндрична поверхня була зверху, а плоска – знов збігалася з діаметром диска (рис. 137).

Промінь спрямовуємо вздовж радіуса до центра (кут падіння не повинен перевищувати 30°).

Спостерігаємо що на межі скло – повітря промінь теж змінює напрям, але тепер $\gamma > \alpha$ і $v_2 > v_1$.

Після цього і можна перейти до введення поняття показника заломлення.

Спираючись на розглянутий вище матеріал, треба звернути увагу на те, що зміна напрямку поширення світла на межі двох середовищ повинна залежати від співвідношення між швидкостями поширення світла в цих середовищах.

Величину, яка характеризує заломні властивості середовищ, називають **показником заломлення другого середовища відносно першого**. Дорівнює він відношенню швидкостей поширення світла у першому і другому середовищах:

$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$. Але, як ми бачили, якщо $v_2 > v_1$, то і $\gamma > \alpha$. Це означає, що показник

заломлення певним чином повинен бути зв'язаним і з цими кутами. Дійсно, ще в XVII ст. було встановлено, що **для даних двох середовищ залишається сталим відношення синусів кутів падіння і заломлення**. Тому вираз для показника заломлення був записаний через це відношення: $n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$.

І тільки в XIX ст., коли знання про світло розширились, формула для показника заломлення була записана і через відношення швидкостей, що надало поняттю показника заломлення фізичного змісту.

Таким чином, **відносний показник заломлення другого середовища відносно першого є величиною сталою для даних двох середовищ і дорівнює відношенню швидкостей поширення світла в цих середовищах або відношенню синусів кутів падіння і заломлення**: $n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$.

У цьому полягає **другий закон заломлення** світла. Після цього можна переходити до експериментального введення поняття повного відбивання світла.

Продовжуємо дослід з переходом променя із скла у повітря. Насамперед, звертаємо увагу на те, що при падінні променя на межу скла і повітря відбува-

ється не тільки заломлення, але й відбивання світла на межі цих середовищ (так буде завжди, коли світло падає на межу двох прозорих середовищ).

Далі ставимо **запитання**: а що буде відбуватися із заломленим променем при збільшенні кута падіння? **Робимо** це і звертаємо увагу на те, що із збільшенням кута падіння збільшується і кут заломлення, причому заломлений промінь стає менш яскравим, а відбитий – більш яскравим.

Продовжуємо збільшувати кут падіння і показуємо, що настає момент (коли $\gamma = 90^\circ$), коли промінь світла **не переходить** у друге середовище (повітря), а повністю відбивається в першому середовищі (склі) у відповідності до законів відбивання. Таке явище і дістало назву **повного відбивання**. **Покажіть на рисунку** всі етапи досліду, виділивши різними кольорами промені, які падають на межу двох середовищ під різними кутами. **Запишіть** другий закон заломлення для випадку, коли $\gamma = 90^\circ$, знайдіть граничний кут падіння α_0 .

З метою закріплення матеріалу про **повне відбивання світла** доцільно запропонувати учням такий **фронтальний експеримент**: у склянку з водою занурте в нахиленому стані пробірку, на дні якої лежить невеликих розмірів предмет (гвіздок, гайка, кнопка); подивіться зверху на занурену у воду частину пробірки. Чи бачите ви предмет, який лежить у пробірці? Якою здається поверхня пробірки? Чому? Чи зміниться результат, якщо в пробірку налити води? **Зробіть** це і поясніть. Подібний дослід пропонується в задачі № 1167 збірника задач [28]. Інший варіант досліду описаний у задачі № 1168. **Запишіть і виконайте його**.

Досліди 2. Спостереження ходу променів через плоскопаралельну пластинку

Обладнання: прилад для вивчення законів оптики, джерело струму – випрямляч ВС 4-12, плоскопаралельна пластинка.

На диску приладу для вивчення законів оптики **закріпіть** плоскопаралельну пластинку і **спрямуйте** на неї промінь світла під певним кутом. **Спостерігайте**, як промінь йде через таку пластинку. На які **висновки** треба звернути увагу учнів?

Треба підкреслити, що промені падаючий і той, що вийшов із пластинки, паралельні, але зміщені один відносно одного на деяку відстань.

Зробіть рисунок ходу променя через плоскопаралельну пластинку, **покажіть** зміщення.

Слід мати на увазі, що замість фабричної плоскопаралельної пластинки можна використати саморобну. Для цього треба зі звичайного скла вирізати пластинки розміром $7,5 \times 2,5$ см, покласти одна на одну 8-10 шт. і з'єднати їх за допомогою клейкої стрічки.

Дослід 3. Виконання лабораторної роботи № 3 по визначенню показника заломлення скла

Обладнання: плоскопаралельна пластинка (саморобна), лінійка, булавки, транспортир, циркуль.

Дану роботу можна виконувати трьома способами. В кожному з них пропонується певний шлях визначення кутів падіння і заломлення.

Перший спосіб

Він пропонується у підручнику [32] і посібнику для лабораторних робіт [57] і є найбільш простим.

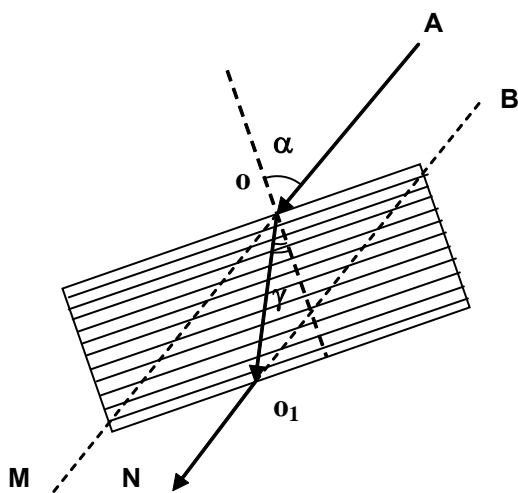


Рис. 138

Для проведення дослідів на аркуші паперу проводять дві паралельні лінії різного кольору на відстані 0,8-1,2 см одна від одної і ставлять на них пластинку (рис.138, вид зверху). Дивлячись на рівні стола крізь пластинку, повертають її доти, поки відрізок O_1N не буде продовженням відрізка AO . Окреслюють контури пластинки, забирають її і показують на рисунку заломлений промінь OO_1 .

Через точку O падіння променя на пластинку проводять перпендикуляр до неї, визначаючи таким чином кути падіння і заломлення. За допомогою транспортира вимірюють ці кути і знаходять показник заломлення скла:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}.$$

Його можна вважати абсолютним, тому що швидкість світла у повітрі майже не відрізняється від його швидкості у вакуумі. Так пропонують проводити цю роботу автори підручника [32].

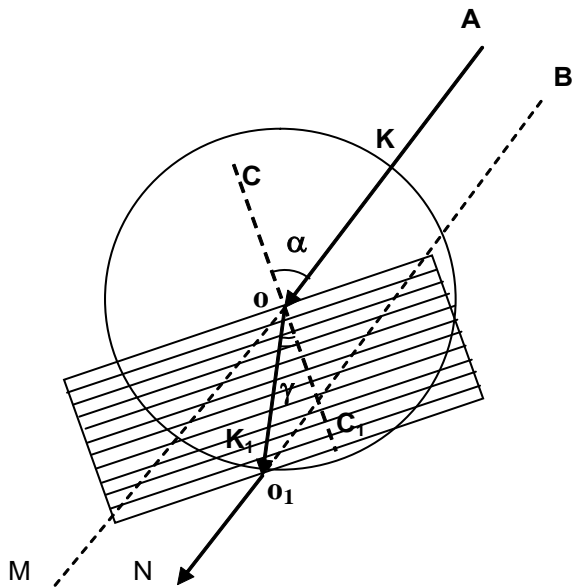


Рис. 139

Якщо скористатися цим способом у старшій школі, то показник заломлення можна визначити так: після показу на рисунку всіх променів і кутів з точки O провести коло (рис. 139), з точок K і K_1 опустити перпендикуляри KC і K_1C_1 на перпендикуляр до пластинки і з трикутників KCO і K_1C_1O виразити синуси кутів падіння і заломлення і знайти показник заломлення:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}; \quad \sin \alpha = \frac{KC}{KO}; \quad \sin \gamma = \frac{K_1C_1}{K_1O}$$

ле $KO = K_1O$ як радіуси кола; значить, $n_{\text{набл}} = \frac{KC}{K_1C_1}$ – це буде наближене значення показника заломлення скла. Визначають $n_{\text{набл}}$, за формулами обчислюють абсолютну похибку вимірювання і записують результат вимірювання показника заломлення у вигляді: $n = n_{\text{набл}} \pm \Delta n$.

Другий спосіб

Цей спосіб відрізняється від першого тим, що напрями падаючого променя і променя, що виходить із пластинки, визначають за допомогою булавок так, як це пропонувалось у лабораторній роботі по перевірці законів відбивання світла (рис. 135).

У даному випадку ставлять на аркуш паперу саморобну плоскопаралельну пластинку (або кладуть фабричну пластинку) і окреслюють її контури.

Олівцем показують напрям падаючого променя і вздовж нього ставлять дві булавки. Піднімають підставку з аркушем паперу на рівень очей і, дивлячись крізь пластинку, ставлять ще дві булавки з протилежного боку пластинки так, щоб вони закривали перші дві. Забирають пластинку і показують всі промені і кути. Далі роблять так, як описано вище.

Третій спосіб

Цей спосіб заснований на використанні променів, які спрямовують на пластинку від певного джерела світла – свічки або лампочки, визначаючи зразу напрям всіх променів. Щоб зручніше було показати їх на рисунку, доцільно вздовж падаючого променя і променя, який виходить із пластинки, поставити точки, з'єднавши які, визначити напрям цих променів. А далі роблять все, що і при використанні перших двох способів. Нижче наведений взірець оформлення звіту про виконання цієї роботи.

Взірець оформлення

Лабораторна робота №3

Дослідження заломлення скла

Мета роботи: визначити показник заломлення скла.

Обладнання: плоскопаралельна пластинка, лінійка, транспортир.

Звіт про виконання роботи

Показник заломлення можна знайти за формулою: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$

Кути падіння і заломлення знаходимо за допомогою досліду з плоскопаралельною пластинкою. Проводимо дві паралельні лінії AM і BN , ставимо на них пластинку і повертаємо її так, щоб відрізок O_1N був продовженням відрізка AO .

На рисунку (див. рис.138) показуємо кути α і γ , вимірюємо їх транспортиром:

$$\begin{aligned} \alpha &= & ; & \sin \alpha = & \\ \gamma &= & ; & \sin \gamma = & \quad n = - ; \end{aligned}$$

Висновок: показник заломлення скла, з якого зроблена пластинка, дорівнює

Запитання для самоконтролю

1. Яку проблему треба поставити перед учнями перед переходом до вивчення явища заломлення світла?
2. Які явища спостерігаються при падінні світла на межу двох **прозорих** середовищ? Дайте повне пояснення.
3. Чи завжди на межі двох **прозорих** середовищ світло **переходить** з одного середовища в друге? Дайте повне пояснення.
4. Чи можна дати учням досліди, які пропонуються в задачах №1167, 1168 збірника задач [28] (автори П.О.Знаменський та інш.), для виконання вдома?
5. Чому в лабораторній роботі по визначенню показника заломлення скла доцільніше пропонувати учням **не вимірювати кути транспортиром**, а з **трикутників знаходити синуси кутів падіння і заломлення**? Чим в цій роботі допомагає використання кола з центром в точці падіння променя на пластинку?

ЗАВДАННЯ № 5

Ознайомитися з демонстраційним і лабораторним експериментом при вивченні лінз

Досліди 1. Демонстрування опуклих і увігнутих лінз, одержання головних фокусів лінз

Обладнання: прилад для вивчення законів оптики, набір лінз до нього, джерело струму – випрямляч ВС 4-12, лінзи в оправі на підставках, екран лабораторний.

Розгляньте опуклі і вгнуті лінзи. За допомогою приладу для вивчення законів оптики покажіть, як одержують **головні і побічні фокуси лінз**. Для цього **закріпіть** опуклу лінзу на диску приладу так, щоб її головна оптична вісь збігалася з горизонтальним (або вертикальним) діаметром диску, і **спрямуйте** на неї декілька променів, паралельних до головної оптичної осі. **Спостерігайте**, як йдуть промені після заломлення в лінзі. Де одержався головний фокус цієї лінзи? Чому таку лінзу називають **збиральною**?

Спрямуйте на цю лінзу пучок променів, паралельних довільній побічній осі. Де одержався побічний фокус лінзи? Одержану картину ходу променів порівняйте з рис.4.32 підручника [32].

Повторіть дослід з іншою опуклою лінзою. Чим відрізняються лінзи?

Проведіть такі ж дослід з **увігнутою** лінзою. Чому таку лінзу називають **розсіювальною**? Де розташовані **фокуси такої лінзи**? Чи можна це показати на цьому досліді. **Зробіть** відповідні рисунки.

Фокусна відстань лінзи F є її важливою характеристикою. Її можна знайти експериментально, користуючись формулою лінзи: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$. Для цього за допомогою лінзи одержують на екрані зображення певного предмета, наприклад, свічки, вимірюють відстані d і f і за формулою лінзи визначають F .

Але іноді виникає потреба виміряти цю відстань наближено, але швидко, не користуючись формулою лінзи. Один із способів оснований на тому, що досить віддалені від лінзи предмети дають в ній зображення, які розташовані приблизно у фокальній площині лінзи. Це пояснюється тим, що від таких предметів на лінзу падають майже паралельні промені.

Щоб таким способом визначити приблизно фокусну відстань збиральної лінзи, треба одержати на екрані чітке зображення якогось віддаленого предмета (вікна, дерев або будинків за вікном, лампочки у приміщенні тощо) і виміряти відстань від лінзи до екрана. Це буде наближене значення фокусної відстані даної лінзи. **Зробіть це** і визначте фокусні відстані лінз №1 і №2 на підставках.

З іншого боку, якщо предмет розташований у фокальній площині лінзи, то промені, які йдуть від нього, після заломлення в лінзі поширюються паралельним пучком. На цьому оснований другий спосіб наближеного визначення фокусної відстані. У цьому випадку треба мати лінзу, екран і свічку (або лампочку). На невеликій відстані від екрана встановлюють лінзу, а за нею свічку. Переміщують свічку вздовж оптичної осі лінзи доти, поки на екрані не одержиться кругла світла пляма, діаметр якої дорівнює діаметру лінзи.

Це буде тоді, коли свічка опиниться у фокальній площині лінзи. Вимірюють відстань від свічки до лінзи, це і буде наближеним значенням фокусної відстані лінзи. **Зробіть** це, порівняйте одержані результати вимірювань. Майте на увазі, що фабричні лінзи на підставках мають такі фокусні відстані: №1 – 6,5 см, №2 – 13,0 см.

Дослід 2. Виконати лабораторну роботу №4 «Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи»

Методичні вказівки до роботи

Щоб ця лабораторна робота, як і інші, сприяла б розвитку мислення учнів і формуванню їх вимірювальних умінь, треба, насамперед, з'ясувати, який внесок вона може дати у розв'язання цих завдань. Тоді можна цілеспрямовано готувати учнів до виконання даної роботи. Аналіз змісту цієї роботи показує, що при її виконанні учням, по-перше, доведеться практично наближено визначати фокусну відстань збиральної лінзи. Тому на попередньому уроці після введення поняття фокусної відстані лінзи треба показати учням, як вона наближено визначається на досліді, і провести фронтальний експеримент (краще скористатись першим способом). Треба тільки не забувати, що предмет, зображення якого одержується на екрані, повинен бути досить віддаленим від лінзи. Виконання цього фронтального експерименту дає змогу звернути увагу учнів також на те, що означає одержати на екрані **чітке** зображення. Не всі учні розуміють це, а саме уміння добитися цього є дуже важливим при виконанні всіх етапів лабораторної роботи. Найчастіше роботу проводять після пояснення матеріалу. У цьому випадку при її виконанні учні повинні перевірити вже відомі їм висновки.

Результати цих вимірювань і висновки з них повинні бути зафіксованими у звіті про виконання роботи. На попередньому уроці доцільно розібрати декілька конкретних прикладів. Наприклад, нехай фокусна відстань лінзи $F=12$ см. Де треба поставити свічку, щоб вона була за подвійним фокусом? Ця відстань (d) повинна бути більшою за 24 см, але, оскільки фокусна відстань визначена наближено, то брати відстань d , близьку до 24 см, не можна. Свічку краще вста-

новити на відстані $d \geq 28$ см, тоді точно буде $d > 2F$. Так само доцільно проаналізувати й інші випадки, коли $2F > d > F$ і $d < F$. Слід привернути увагу учнів на те, що, **якщо в процесі виконання досліду свічка встановлена на відповідній відстані від лінзи, то для отримання чіткого зображення її на екрані ні свічку, ні лінзу переміщати не можна; пересувати можна тільки екран.** У процесі підготовки до лабораторної роботи **обов'язково** треба показати учням, як спостерігають **уявні** зображення, і нагадати їм, що тільки **дійсні** зображення можна отримати на екрані. Слід додати, що виконання кожного завдання доцільно супроводжувати побудовою зображення в лінзі. У відповідності до зразка оформлення звіту про виконання роботи **виконайте** цю лабораторну роботу.

Взірець оформлення

Лабораторна робота № 4

Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи

Мета роботи: визначити фокусну відстань та оптичну силу тонкої збиральної лінзи за допомогою формули тонкої лінзи та порівняти отримане значення фокусної відстані з виміряним на досліді.

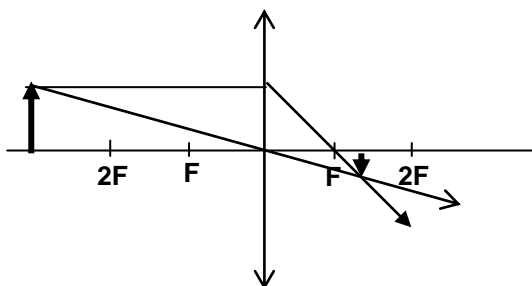
Обладнання: збиральна лінза на підставці №2; свічка, екран, лінійка, сірники.

Звіт про виконання роботи

1) На досліді наближено визначаємо фокусну відстань лінзи:

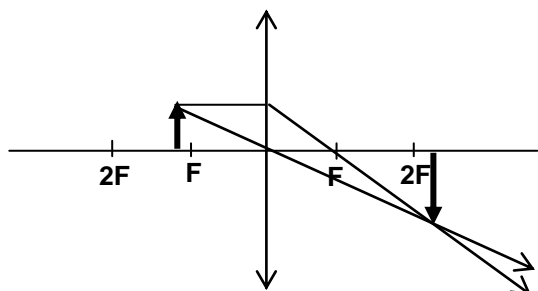
$$F = 13,0 \text{ см} \pm 0,1 \text{ см}$$

2) Ставимо свічку за подвійним фокусом: $d = 30,0 \text{ см} \pm 0,1 \text{ см}$. Зображення свічки одержалось на відстані: $f = 22,5 \text{ см} \pm 0,1 \text{ см}$, тобто, між фокусом і подвійним фокусом.



**Зображення –
дійсне, зменшене, обернене.**

3) Ставимо свічку між фокусом і подвійним фокусом: $d = 18,0 \text{ см} \pm 0,1 \text{ см}$



Зображення свічки одержалось на відстані: $f = 47,5 \text{ см} \pm 0,2 \text{ см}$, тобто, за подвійним фокусом. (У даному випадку відстань вимірювалась лінійкою двічі, тому абсолютна похибка дорівнює $0,2 \text{ см}$).

Зображення – дійсне, збільшене, обернене.

4) Розраховуємо фокусну відстань та оптичну силу лінзи за формулою тонкої лінзи для кожного дослідження окремо:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \rightarrow \underline{F = \frac{f \cdot d}{f + d}}; \quad \underline{D = \frac{f + d}{f \cdot d}}$$

5) Результати заносимо до таблиці:

| № дослідження | Відстань від предмета до лінзи: d , м | Відстань від зображення до лінзи: f , м | Фокусна відстань: F , м | Оптична сила лінзи: D , дптр |
|---------------|---|---|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |

Висновок: 1) розрахована фокусна відстань лінзи - ...;

2) Виміряна фокусна відстань -

3 порівняння (1) і (2) бачимо, що ...

Оптична сила лінзи -

ЗАВДАННЯ № 6

Ознайомитися з демонстраційним і фронтальним експериментом при вивченні питання про око та окуляри

Питання про око як оптичну систему, про дефекти зору і окуляри та лупу програмою передбачено вивчати як в основній, так і в старшій школі.

Досліди 1. Демонстрування установки, яка розкриває дію ока як оптичної системи, ознайомлює з дефектами зору і призначенням окулярів

Обладнання: круглодонна (або плоскодонна) колба, набір лінз збиральних і розсіювальних (у тому числі з окулярів), посудина з розчином флюоресцеїну

або хвойного концентрату, проекційний апарат або освітлювач для тіньової проекції, кругла діафрагма, штативи, підставки, екран.

Якщо в школі (в кабінеті фізики або природознавства) є модель ока, то, користуючись нею, насамперед, треба розглянути складові частини ока.

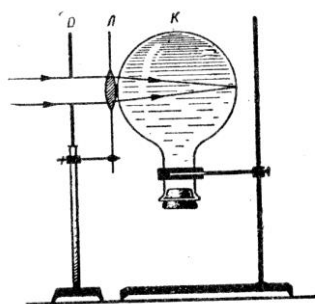


Рис. 140

Оптичну модель ока можна виготовити з колби, з круглим або плоским дном, в яку треба налити підфарбовану флюоресцеїном або хвойним концентратом воду. Роль кришталіка може грати певна **збиральна** лінза (у тому числі з окулярів), яку встановлюють перед колбою. Круглодонну колбу доцільно затиснути шийкою в штативі догори дном (рис.

140), а плоскодонну – поставити на підставці. Перед лінзою треба розмістити круглу діафрагму від проекційного апарата або саморобну, яку можна вирізати в чорному фотографічному папері. Діаметр діафрагми повинен бути трохи меншим за діаметр лінзи. На зроблену модель ока треба спрямувати від проекційного апарата або освітлювача паралельний пучок променів і спостерігати хід цих променів через цю модель. Якщо правильно підібрані розмір колби і оптична сила лінзи, то в колбі буде видно пучок променів, що збираються на задній поверхні колби як на «сітківці» (рис. 140).

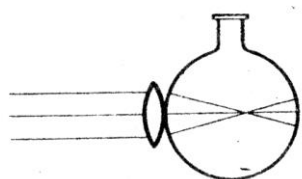


Рис. 141

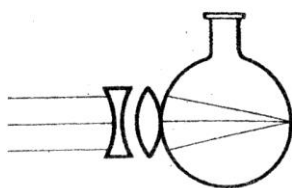


Рис. 142

Якщо замінити використану лінзу на іншу – з більшою або меншою оптичною силою, то можна дістати модель короткозорого або далекозорого ока,

тобто, показати, що в першому випадку промені збираються всередині колби – перед «сітківкою» (рис. 141), а в другому – змістяться за колбу – за «сітківку».

Для демонстрування ролі окулярів треба перед короткозорим оком поставити увігнуту лінзу (рис. 142), а перед далекозорим – опуклу, підібравши заздалегідь оптичні сили цих лінз.

Покажіть всі ці експерименти і **зробіть** відповідні **методичні висновки**.

Запитання для самоконтролю

1. Як за зовнішнім виглядом визначити, яка скляна лінза є збиральною, а яка розсіювальною?
2. Як на дотик визначити, яка з двох опуклих скляних лінз має більшу фокусну відстань?
3. Чи завжди опуклі лінзи є збиральними, а вгнуті – розсіювальними?

РОБОТА № 3.3. НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З РОЗДІЛУ «МЕХАНІЧНІ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ»

Мета роботи: вивчити методику проведення та техніку постановки фізичного експерименту для 9 класу з розділу «Механічні та електромагнітні хвилі».

ЗАВДАННЯ № 1

1. Проробити матеріал підручників:

[54] - §§ 62, 63, 64, 65, 66;

[52] - §§ 7, 8; лабораторна робота №4;

[55] - §§ 10, 11, 12, 13; лабораторна робота №4;

[56] - §§ 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках висвітлюється питання про хвильовий процес, види хвиль, довжину хвилі;
- як автори підручників ознайомлюють учнів із звуковими явищами, джерелами звуку, фізичними характеристиками звуку;
- які демонстрації пропонуються у підручниках для основної школи з цієї теми;

- які властивості хвиль розглядаються у різних підручниках для основної школи.

ЗАВДАННЯ № 2

Ознайомитися з хвильовою машиною. Продемонструвати *поперечні і поздовжні хвилі*

Дослід 1: Спостереження поперечних хвиль

Обладнання: хвильова машина конструкції Зворикіна.

Для демонстрування механізму утворення і поширення хвиль існує багато конструкцій хвильових машин. Найбільш вдалою й універсальною є машина конструкції Зворикіна. Вона дає змогу продемонструвати коливання однієї частинки (кульки), двох частинок з різницею фаз від 0° до 360° , утворення і поширення поперечної хвилі, поширення поздовжньої хвилі, стоячі хвилі. Для демонстрування поперечної хвилі використовують великий диск з ручкою а (рис. 143-а). Поздовжню хвилю демонструють, обертаючи малий диск б (рис. 143-а) по колу, нанесеному на щитку білою фарбою. Щоб налаштувати машину на демонстрування поперечних хвиль, стержень *a* з шарніром вкручують у гніздо (рис. 143-б), пригвинчене до щитка.

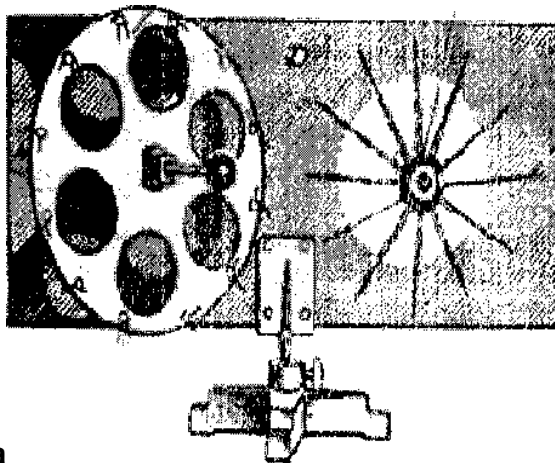


Рис. 143-а

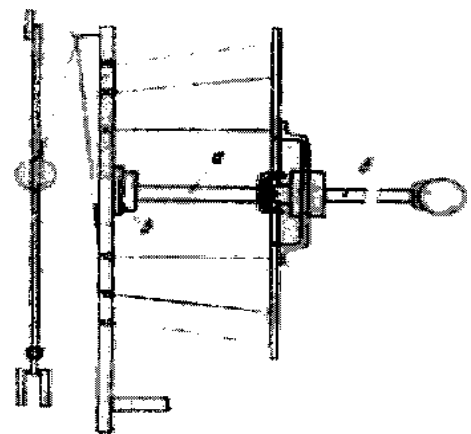


Рис. 143-б

Диск відтягують від щитка й насаджують центральним отвором на гвинт шарніра, на який потім нагвинчують ручку *n*. При цьому всі кульки піднімаються на рівень білої лінії на лицевому боці щитка. Це положення рівноваги «частинок середовища», які зображають кульки.

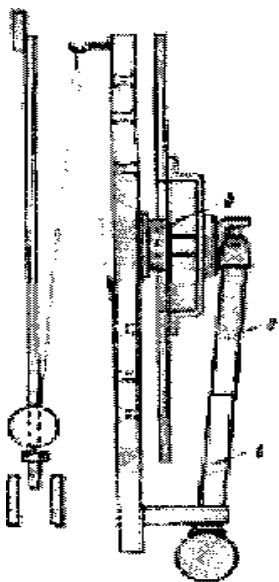
Для демонстрування поперечної хвилі ручку b обертають так, щоб вона описувала конічну поверхню. При цьому кульки машини переміщуються по спицях, імітуючи утворення і поширення поперечної хвилі. Напрямок і швидкість поширення хвилі залежать від напрямку й швидкості обертання ручки, а амплітуду коливань кульок змінюють, змінюючи радіус обертання ручки. Учні повинні чітко розуміти, що **часова розгортка коливань однієї точки (синусоїда) і синусоїдалне розміщення точок, які утворюють хвилю, - зовсім не те саме**. Синусоїда хвилі - це миттєве розміщення точок середовища, в якому поширюється хвиля.

Звертають увагу учнів на те, що напрям коливань кожної кульки і напрям поширення коливань від кульки до кульки взаємно перпендикулярні. На цій підставі вводять поняття про поперечну хвилю та довжину хвилі.

Дослід 2: Спостереження поздовжніх хвиль

Обладнання: хвильова машина конструкції Зворикіна.

Щоб продемонструвати поздовжню хвилю, налаштовують хвильову машину конструкції Зворикіна. Великий диск пригвинчують гвинтом шарніра до гнізда (рис. 1 4 4). При цьому всі кульки будуть опущені в нижнє положення.



Ручку диска пригвинчують до кінця стержня і закріплюють у затискачі, встановленому на щитку.

Взявшись рукою за ручку меншого диска, обертають його так, щоб центр диска рухався по колу, накресленому на щитку. При цьому всі кульки коливаються у площині щитка приладу, імітуючи поздовжню хвилю.

Учням пояснюють, що **відмінність між поперечною і поздовжньою хвилями полягає лише в напрямі коливання частинок відносно напрямку поширення хвилі**. В усьому іншому коливання точок середовища тотожні: періоди коливань точок, які належать поздовжній хвилі, однакові, амплітуди теж однакові; кожна наступна точка відстає за фазою від попередньої (ближчої до точки, яка першою дістала

імпульс). Внаслідок поздовжніх коливань частинок у поздовжній хвилі виникають і переміщуються *періодичні згущення і розрідження точок*, що добре видно на досліді з машиною.

ЗАВДАННЯ № 3

Продемонструвати і проаналізувати досліди на звукові хвилі

Дослід 1: Джерела звуку

Обладнання: стальна пластинка завдовжки 25-30 см; лещата.

Пояснюючи учням походження звуку і демонструючи різні його джерела, *слід у кожному випадку показувати коливальний рух тіла*. Ці досліди починають з демонстрування звучання стальної пластинки, затиснувши її в настільних лещатах на демонстраційному столі і призвівши в коливальний рух верхню її частину (рис. 145).

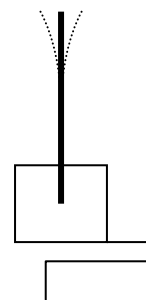


Рис. 145

Дослід найкраще почати з такої довжини, при якій у повітрі не виникає чутних звуків. Зменшуючи довжину коливної частини пластинки, звертають увагу учнів на появу чутних звуків, висота тону яких збільшується із зменшенням довжини коливної частини пластинки. При досить короткій коливній частині пластинки (кілька міліметрів) коливання знову стають нечутними. З досліду роблять **висновок**, що *звукове відчуття можливе лише в межах певних частот коливань*.

Дослід 2: Джерело звуку. Гучність звуку

Обладнання: камертон з резонаторним ящиком; молоточок для збудження камертонів; штатив лабораторний; намистинка на нитці (або тенісна кулька).

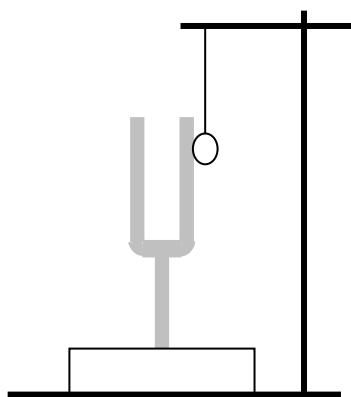


Рис. 146

Щоб збудити камертон, пальцями лівої руки беруть його за дерев'яну втулку біля резонаторного ящика піднімають над столом і ударяють молоточком по широкій грані однієї з його віток. Тримати камертон за резонаторний ящик не слід, бо від цього звук слабшає.

Щоб показати коливання камертона, треба до лапки штатива підвісити на нитці намистинку на такій висоті, щоб вона була трохи нижче від кінців віток камертона (рис. 146). Збудивши камертон, ставлять його на стіл, присувають до намистинки і показують, що вона відскакує від нього. Це відскакування триває доти, поки камертон звучить.

Звертають увагу на те, що по мірі затухання звуку камертона (зменшення гучності) амплітуда коливань намистинки також зменшується. Роблять висновки: а) *джерелом звуку є тіло, що коливається*; б) *чим менше амплітуда коливань тіла – джерела звуку, тим менше гучність звуку*.

Крім гучності, звукова хвиля характеризується **висотою тону**. *Залежність висоти тону від частоти коливань джерела звуку* можна прослідкувати на наступних дослідах.

Досліди 3: Залежність висоти звуку від частоти коливань

Дослід 3-А. Обладнання: відцентрова машина; колеса Савара; кусок картону (10x10 см).

Колеса Савара - це 4 металеві диски з зубцями, насаджені на спільну вісь. Кожний диск має різну кількість зубців. Закріпивши вісь коліс Савара у шпинделі відцентрової машини, швидко обертають їх. Потім до кожного диска по черзі прикладають кусок картону, який, ударяючись об зубці, починає коливатися. При цьому диск з більшою кількістю зубців дає вищий тон. Роблять висновок: *висота тону залежить від частоти коливань (чим більше частота коливань, тим тон вище)*.

Дослід 3-Б. Обладнання: звуковий генератор, гучномовець на підставці, осцилограф, з'єднувальні провідники.

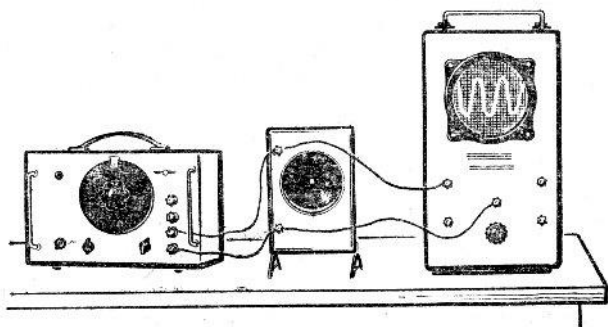


Рис. 147

Збирають установку, зображену на рисунку 147. Включають звуковий генератор, встановивши частоту, меншу за 20 Гц. Звертають увагу учнів на те, що *звуку ми не чуємо*. Збільшують поступово частоту коливань, створених

звуковим генератором, відповідно змінюється частота осцилограми на екрані осцилографа. Учні чують збільшення висоти звуку і одночасно спостерігають збільшення частоти коливань на екрані осцилографа. Далі роблять **висновок**: *чим більше частота коливань джерела звуку, тим більше його висота.*

Досліди 4: Звуковий резонанс

Дослід 4-А. Обладнання: два однакових камертони з резонаторними ящиками; молоточок для збудження камертонів; намистинка (тенісна кулька), підвішена на нитці до штатива; гумове кільце.

Ставлять камертони на відстані 1-1,5 м так, щоб отвори резонаторних ящиків були повернуті один до одного. Якщо збудити один з камертонів, а потім через кілька секунд заглушити його рукою, то буде чути звучання другого камертона. Про це свідчить також відскакування від другого камертона тенісної кульки.

Якщо камертони розладнати (на ніжку одного з них надіти гумове кільце або металеву насадку), то описане явище не спостерігатиметься.

Дослід 4-Б. Обладнання: камертон, молоточок для збудження камертонів; високий скляний циліндр; посудина з водою.

До верхнього отвору циліндра підносять збуджений камертон. При цьому звучання камертона не чути. Просять одного з учнів поступово наповнювати циліндр водою і знову повторюють дослід. Через деякий час всі почують звук камертона. Припинивши наповнення циліндра водою, повторюють дослід. При цьому чути гучний звук, який слабшає по мірі подальшого наповнення циліндра водою і нарешті зовсім зникає. Ще раз збуджують камертон, але звуку немає. Поступово зливають з циліндра воду. При певній висоті повітряного стовпа знову чути гучний звук камертона.

Вказівка. *Якщо в досліді використовують камертон з набору (тон «ля» - 440 Гц), то для виникнення резонансу на основному тоні довжина повітряного стовпа в трубі має становити близько 19 см.*

Дослід 5. Випромінювання та приймання електромагнітних хвиль

Обладнання: генератор УКВ, диполь з лампочкою, універсальний випрямляч ВУП, з'єднувальні провідники.

Дані досліди проводять після теоретичного пояснення процесу випромінювання електромагнітних хвиль.

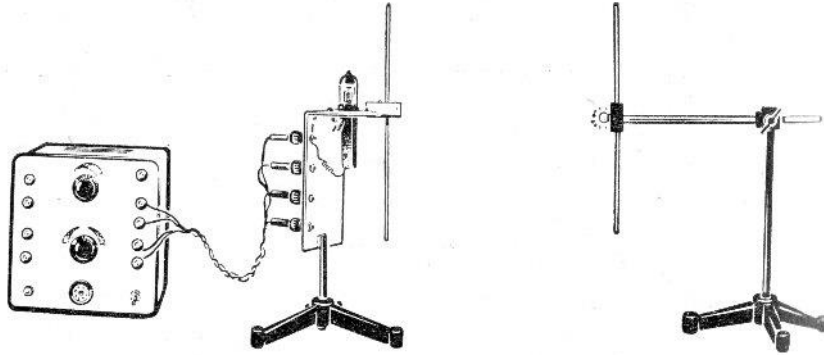


Рис. 148

Збирають установку, показану на рис. 148. Для цього до генератора УКВ приєднують антену, приймальний диполь встановлюють на відстані 1 м від антени. Включають генератор та спостерігають світіння лампочки на приймальному диполі.

***Увага!** Не можна підносити приймальний диполь до генератора хвиль на відстань, меншу за 50 см, оскільки лампочка на диполі може перегоріти. Запитання для самоконтролю.*

Запитання для самоконтролю

1. Яку проблему можна поставити перед учнями перед вивченням питання про джерела звуку?
2. Як переконати учнів, що джерелом звуку є тіло, що коливається?
3. На яких дослідах можна показати, від чого і як залежить гучність і висота тону?
4. Які досліди доцільно в ознайомлювальному плані показати на уроці.

РОБОТА № 3.4. НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З РОЗДІЛУ «ФІЗИКА АТОМА ТА АТОМНОГО ЯДРА. ОСНОВИ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ»

Мета роботи: вивчити методику та ознайомитись з технікою постановки фізичного експерименту з даного розділу.

УВАГА!

- 1. Перед роботою перевірте справність електричної вилки і шнура, що під'єднуються до мережі.**
- 2. Заперечується підключення без навантаження випрямлячів, так як у цьому випадку електролітичні конденсатори фільтру помітно нагріваються, а іноді й вибухають.**
- 3. При роботі з лічильником іонізуючих частинок заперечується торкатися руками високовольтних елементів схеми.**

ЗАВДАННЯ №1

1. Проробити матеріал підручників:

[53] - §§ 31, 32, 34, 37; лабораторна робота №11;

[56] - §§8.12, 8.13; лабораторна робота №12.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках висвітлюється питання про природу радіоактивного випромінювання;
- як у підручниках висвітлюється питання про дозу йонізуючого випромінювання;
- як у підручниках висвітлюється питання про конструкцію та принцип дії лічильника Гейгера – Мюллера та побутового дозиметра,
- які види навчального експерименту з цієї теми описано у підручниках фізики основної школи.

ЗАВДАННЯ № 2

**Ознайомитися з демонстраційним експериментом при вивченні
питання про методи спостереження та реєстрації заряджених
частинок**

Дослід 1: Демонстрація принципу реєстрації заряджених частинок

Обладнання: два електрометри; три металевих диска, що входять до комплекту електрометра; випромінювач альфа-частинок АК-30 від камери Вільсона; штатив з лапками і муфтою; ебонітова паличка, хутро; з'єднувальні проводи.

В основу принципу дії лічильника заряджених частинок покладено властивість радіоактивного випромінювання збільшувати провідність газів. Цю вла-

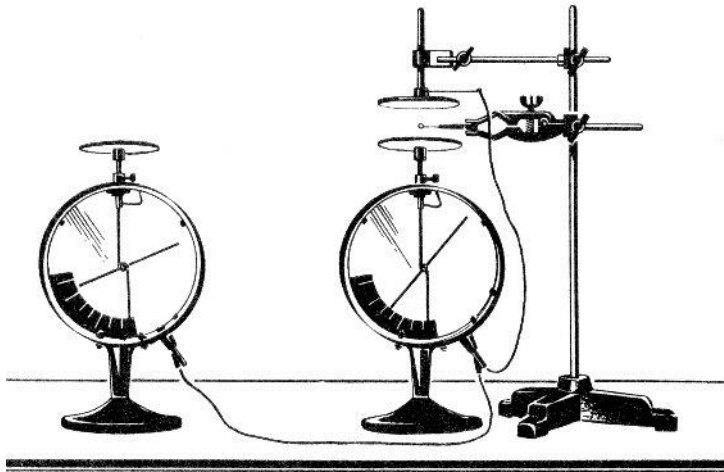


Рис. 148

рисунок 148.

За допомогою двох металевих дисків утворюють іонізаційну камеру: один диск безпосередньо надівають на стержень електрометра, а інший закріплюють на штативі на відстані 3-4 см над першим. Верхній диск з'єднують провідником з корпусом електрометра і заземлюють. До цієї ж клеми під'єднують за допомогою провідника корпус другого електрометра (контрольного). Контрольний електрометр дає можливість порівняти швидкість розрядження електрометрів.

Далі обидва електрометри заряджають від наелектризованої ебонітової палички таким чином, щоб стрілки електрометрів були відхилені на однаковий кут і фіксують його за допомогою наклейки-показчика.

Після цього в центрі йонізаційної камери розміщують випромінювач АК-30. Через 3-5 хвилин помічають, що стрілка електрометра, з'єданого з йонізаційною камерою, опустилася приблизно на дві поділки.

стивість можна продемонструвати, якщо у простір між обкладинками повітряного конденсатора внести радіоактивний препарат: його внесення супроводжується розрядкою конденсатора.

Дослід проводить у наступній послідовності. Збирають установку, показану на

Звертають увагу учнів на те, що за цей же час стрілка контрольного електрометра відхилилася несуттєво. Далі рекомендують учням спробувати обґрунтувати результат цього досліду: альфа-частинки, випущені радіоактивним препаратом, йонізують повітря всередині іонізаційної камери. Утворені йони рухаються під дією електричного поля і створюють струм. Проходження струму від однієї пластини до іншої фіксується електрометром – його стрілка опускається (електрометр поступово розряджається).

Зазначають, що у повітрі завжди присутні заряджені частинки, які утворюють **природний радіаційний фон** – йонізуюче випромінювання земного та космічного походження. Після цього можна перейти до демонстрування роботи лічильника йонізованого випромінювання.

Дослід 2: Демонстрація роботи лічильника йонізованих частинок

Обладнання: індикатор іонізуючих частинок, підсилювач низької частоти демонстраційний, гучномовець, випрямляч ВУП-1, з'єднувальні проводи.

Для демонстрації реєстрації радіаційного фону збирають схему за рисунком 149.

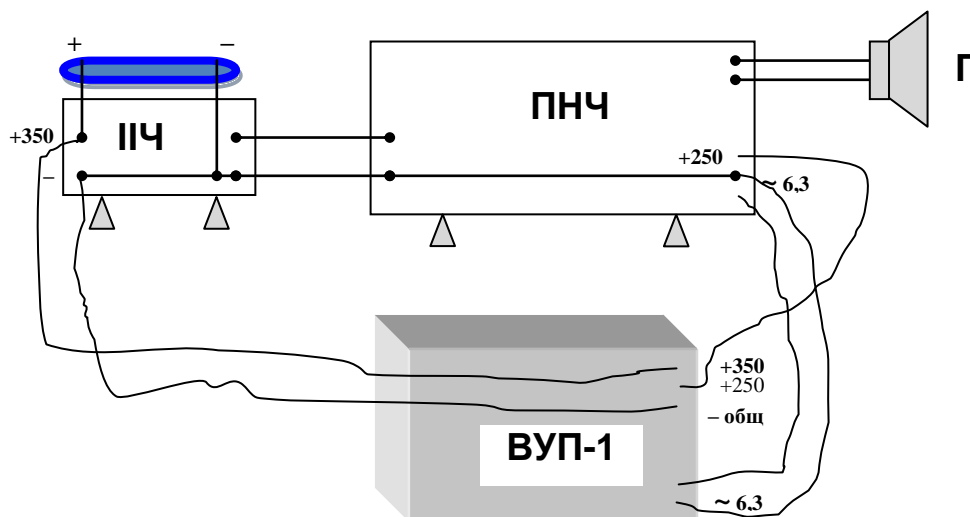


Рис. 149

де ІЧ – індикатор іонізуючого випромінювання, ПНЧ – підсилювач низької частоти, Г – гучномовець, ВУП-1 – джерело струму.

Звертають увагу учнів на те, що після включення джерела струму гучномовець починає відтворювати *рідкі потріскування*. Вони виникають в результаті попадання в лічильник космічних променів. Число імпульсів, що реєструються лічильником за хвилину, називають *природним фоном*.

Роблять **висновок** про наявність природного фону та його величину.

Дослід 3: Ознайомлення з дією іонізаційного дозиметра

Звертаємо увагу учнів на те, що лічильник Гейгера – Мюллера є детектором заряджених частинок в **іонізаційних дозиметрах**, які використовують для вимірювання дози йонізуючого випромінювання. Пригадують, що *дозиметр* – прилад для вимірювання дози та потужності йонізуючого випромінювання, отриманого приладом за деякий проміжок часу. *Радіометр* – прилад для вимірювання активності радіонукліда у джерелі випромінювання або в зразку. Основою їх складу є *детектор* – пристрій, що слугує для реєстрації йонізуючого випромінювання. Демонструють зовнішній вигляд дозиметра, ознайомлюють з правилами користування ним та пропонують виконати вимірювання та зробити висновки.

Запитання для самоконтролю:

1. На якому фізичному явищі ґрунтується робота лічильника Гейгера – Мюллера? На якому досліді це можна продемонструвати учням?
2. Опишіть методику вимірювання природного радіаційного фону за допомогою лічильника Гейгера – Мюллера.
3. За допомогою яких міркувань можна перейти від матеріалу про лічильник Гейгера – Мюллера до будови і принципу дії побутового дозиметра?
4. Чи можна дати учням завдання зробити вимірювання дозиметром у якості домашнього завдання? (Обґрунтуйте).

РОБОТА № 3.5. НАВЧАЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ З РОЗДІЛУ «РУХ І ВЗАЄМОДІЯ. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ»

Мета роботи: ознайомитися з методикою і технікою демонстраційного і лабораторного експерименту на закони руху та закони збереження в механіці.

ЗАВДАННЯ № 1

1. Проробити матеріал підручників:

[54] - §§ 9, 11, 13, 20, 21, 22, 23, 38-42, 49, 50, лабораторні робота №1;

[56] - §§ 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 9.11; лабораторна робота №13.

Зробити короткі записи з таких питань:

- як у підручниках висвітлюється питання про рівноприскорений рух, прискорення, прискорення вільного падіння;
- як у підручниках висвітлюється питання про інерціальні системи відліку, закони Ньютона, рух тіла під дією сили тяжіння;
- як у підручниках висвітлюються питання про імпульс, закон збереження імпульсу, реактивний рух;
- які види навчального експерименту з цієї теми описано у підручниках фізики основної школи.

ЗАВДАННЯ № 2

**Ознайомитися з демонстраційним експериментом при вивченні
питання про рівноприскорений рух тіла**

Дослід 1: Демонстрування рівноприскореного руху тіла

Обладнання: трибометр з нерухомим блоком, візок, циліндр, набір тягарців, метроном або секундомір, вимірювальна стрічка, циліндр, декілька покажчиків на підставках.

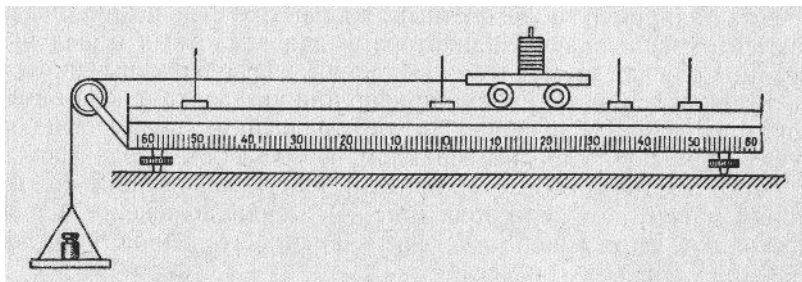


Рис. 149

Для демонстрування рівноприскореного руху візка збирають установку, показану на рисунку 149. Заздалегідь встановлюють покажчики на трибометрі на відстанях у співвідношенні 1:3:5. Випускають візок і одночасно вмикають секундомір або метроном. Спостерігають, що відстані між сусідніми покажчиками різні, але візок проходить їх за рівні проміжки часу, причому, виконується наступне співвідношення: $S_1 : S_2 : S_3 = t_1^2 : t_2^2 : t_3^2$.

Дослід 2: Вимірювання прискорення тіла при рівноприскореному русі кульки по жолобу

Обладнання: жолоб, штатив, кулька, метроном або секундомір, вимірвальна стрічка, циліндр, штатив.

1) Установлюємо жолоб за допомогою штатива під невеликим кутом нахилу. У кінці жолоба необхідно покласти циліндр для зупинення руху кульки. Випускаємо кульку, одночасно включивши секундомір. Вимірюємо переміщення та записуємо час руху кульки по жолобу. Розраховуємо прискорення ку-

льки: якщо початкова швидкість $v_0 = 0$, то $S_x = \frac{a_x t^2}{2}$, звідки $a_x = \frac{2S_x}{t^2}$.

2) Збільшуємо кут нахилу жолоба, знову робимо вимірювання й обчислюємо прискорення кульки.

3) Порівнюємо результати і робимо **висновок**: чим більше кут нахилу жолоба, тим з більшим прискоренням рухається тіло.

ЗАВДАННЯ №3

Виконати у логічній послідовності демонстрації

падіння тіл

Дослід 1: Падіння тіл у повітрі та у розрідженому просторі

Обладнання: металевий кружок діаметром 6-10 см, паперовий кружок діаметром на 1-2 мм менше, два однакові аркуші паперу (з зошиту), прилад «трубка Ньютона», вакуумний насос, вакууметр.

Одним із цікавих видів механічного руху є ***рух тіл, що падають***. Поставити питання: ***яким є цей вид руху?*** З'ясувати, що при такому русі швидкість

тіл зростає, тобто, рух є прискореним. Але чи буде він рівноприскореним? Що можна сказати про прискорення руху різних тіл?

Далі необхідно **показати й проаналізувати наступні дослід:**

Дослід 1-А: Випустити з рук з однакової висоти одночасно металевий і картонний кружки. **Чи падають вони з однаковим прискоренням? Ні.** Металевий кружок падає швидше, значить, він рухається з більшим прискоренням. **Чому?** Це пов'язане з тим, що металевий кружок має більшу масу, чим картонний.

Дослід 1-Б: Покласти картонний кружок на металевий і випустити з рук.

Бачимо, що **кружки падають з однаковим прискоренням.** Чому ж картонний кружок не відстав від металевого?

Дослід 1-В: Взяти два однакові аркуші паперу і, зім'явши один з них, випустити обидва аркуші з однакової висоти. Зім'ятий аркуш падає швидше. Чому? Але ж маси аркушів однакові! З аналізу проведених дослідів дістаємо **висновку, що всі розглянуті тіла падають у повітрі, яке заважає руху по-різному. А якщо повітря усунути?**

Дослід 4: Показуємо та аналізуємо дослід з **трубкою Ньютона.**

У трубки Ньютона відкривають кран і, тримаючи її у вертикальному положенні краном догори, звертають увагу учнів на тіла, що знаходяться на дні трубки: пташину пір'їнку, корок і шматочок свинцю. **Демонструють** 3-4 рази, що під час швидкого перевертання трубки краном униз, тіла досягають дна трубки не одночасно: спочатку чути стук свинцю, потім видно, як падає корок і повільно опускається пір'їнка.

Далі з'єднують гумовим шлангом вакуумний насос з вакуумметром, а вакуумметр – з трубкою і відкачують повітря. Коли стрілка вакуумметра перестає переміщуватися, закривають кран трубки. Від'єднавши гумовий шланг, швидко перевертають трубку. Учні спостерігають одночасне падіння всіх трьох тіл, незважаючи на те, що вони мають різну масу. Дослід повторюють 3-4 рази.

Дають означення вільного падіння тіл. Роблять **висновок**: тіла різної маси вільно падають з однаковим прискоренням, яке називається **прискоренням вільного падіння**.

ЗАВДАННЯ № 4

За допомогою диску, що обертається, показати, що сила вимірюється добутком маси тіла на його прискорення

Дослід 1: Підтвердження другого закону Ньютона

Обладнання: обертальний диск з приладдям, електродвигун, штатив універсальний, регулятор напруги РНШ, динамометр демонстраційний.

Необхідно зібрати установку як показано на рисунку 150. Вантаж масою $m_1 = 0,5$ кг встановлюють на жолоб і зчеплюють його з тасьмою. Регулюючи довжину тасьми і переміщуючи динамометр, встановлюють радіус обертання

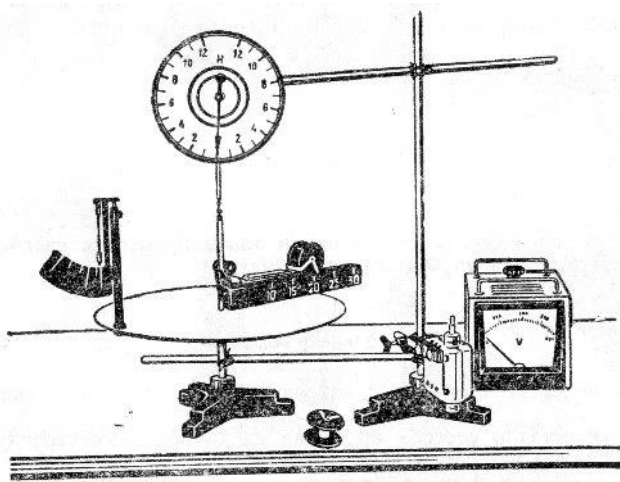


Рис. 150

$R = 20$ см при показах динамометра 1 Н. Обертають диск до тих пір, поки не встановиться така частота обертання, при якій динамометр показує 1 Н. За маятниковим тахометром помічають, що частота обертання диска становить $n_1 = 0,5$ об/с (це відповідає положенню тягарця тахометра напроти першої великої риски

шкали тахометра). Записують покази динамометра ($F = 1$ Н). Розраховують прискорення за формулою: $a_1 = 4\pi^2 n_1^2 R$; перевіряють, чи виконується рівність: $F = m_1 a_1$.

Потім беруть каток масою $m_2 = 0,25$ кг і встановлюють його на тій самій відстані від осі. Збільшують швидкість обертання диска до тих пір, поки покази динамометра не стануть такими ж, як і в першому досліді (1 Н). Спостерігають, як при цьому змінилася частота обертання (вона повинна збільшитися в 1,4 рази).

При цьому *слід мати на увазі*, що друга велика поділка тахометра відповідає частоті 1 об/с. Знову розраховують прискорення за формулою: $a_2 = 4\pi^2 n_2^2 R$; перевіряють, чи виконується рівність: $F = m_2 a_2$.

Аналізують одержані результати. Звертають увагу на те, що на обидва катки діяла однакова сила, яку вимірював динамометр. Катки здійснювали рух по колу з доцентровими прискореннями a_1 та a_2 . Отже, при зменшенні маси тіла в 2 рази, прискорення збільшилося в 2 рази. А це означає, що добуток маси тіла на його прискорення однаковий.

Якщо на різні тіла діє одна й та сама сила, то прискорення різних тіл будуть різними, але добуток їх маси на прискорення буде однаковим. Тому можна вважати, що добуток маси тіла на його прискорення і є величиною сили, тобто $F = m \cdot a$.

ЗАВДАННЯ №5

Виконати демонстрації на третій закон Ньютона

Дослід 1: Демонстрування третього закону Ньютона

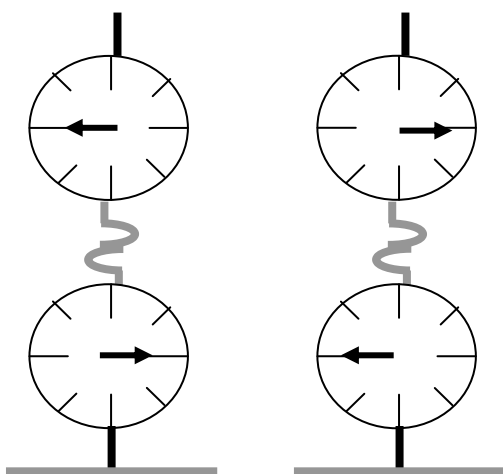


Рис. 22-а

Рис. 22-б

Обладнання: два круглих демонстраційних динамометри, штативи з подовженим стояком, дві муфти.

Це один з найпростіших дослідів, за допомогою яких можна продемонструвати третій закон Ньютона. На подвоєному стояку універсального штатива закріплюють два демонстраційні динамометри, зчеплені гачками їх стержнів (рис. 151). Послабивши гвинт муфти верхнього динамометра, рухають його повільно вгору, стежачи за тим, щоб покази обох динамометрів однаково зростали (рис. 151-а). Повторюють дослід, опускаючи нижній динамометр униз і дістають той самий результат (рис. 151-б).

На стержні динамометрів насаджують круглі полички (з комплекту приладів) і, опускаючи верхній динамометр або піднімаючи нижній, **переконуються в рівності й протилежності сил дії й протидії**.

Дослід 2: Рівність сил взаємодії двох тіл

Обладнання: два демонстраційні динамометри, універсальний штатив, хімічний стакан або скляна посудина місткістю не менше 1 л; вода; тіло, що тоне у воді об'ємом не менше 100 см³.

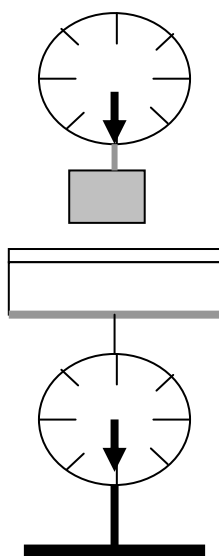


Рис. 152-а

Мета: показати, що виштовхувальна сила, яка діє на тіло, занурене в рідину, дорівнює силі, яка тисне на рідину.

На видовженому стержні штатива за допомогою двох муфт закріплюють два демонстраційні динамометри. На верхній стержень верхнього динамометра насаджують поличку і на неї ставлять посудину з водою (рис. 152-а). До гачка нижнього стержня верхнього динамометра підвішують тіло. Поворотом шкал динамометрів установлюють їх нульові поділки проти кінцівок

стрілок.

Опускають верхній динамометр на стільки, щоб підвішене до нього тіло занурилося у воду, але не доторкалося дна або стінок посудини. Найкраще глибину занурення відрегулювати так, щоб покази динамометрів дорівнювали цілому числу, що полегшує порівнювання показів. **Звертають увагу учнів** на однаковість показів дина-

мометрів, що **доводить рівність сил взаємодії тіла і рідини** (рис. 152-б). Змінюючи глибину занурення тіла, можна продемонструвати правильність зробленого висновку для будь-яких сил взаємодії. Щоб дослід був ефективнішим, тіло краще брати значного об'єму (не менше 100 см³). Для досліду придатне будь-

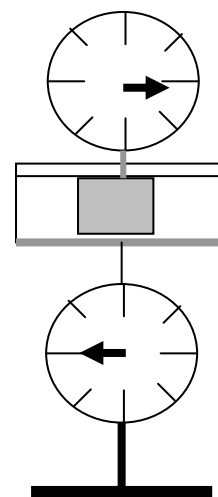


Рис. 152-б

яке тіло, що задовольняє вище сформульовані вимоги, але найкраще використати дерев'яний брусок з отвором, в який залито свинець.

Запитання для самоконтролю:

1. Які необхідно підібрати демонстраційні динамометри для демонстрації третього закону Ньютона?

ЗАВДАННЯ № 6

Виконати дослід з додавання сил, що діють на тіло під кутом одна до одної

Дослід 1: Додавання сил, що діють під кутом одна до одної

Мета: довести, що рівнодійна сил, що діють під кутом одна до одної, знаходяться за правило паралелограма.

Нехай на пружину (рис. 153-а) діють два динамометри, наприклад, під прямим кутом один до одного. Перший показує силу 3Н, а другий 4Н. **Відмітимо місце, де знаходиться кільце, до якого причеплено динамометри і пружина, і проведемо лінії дії сил.**

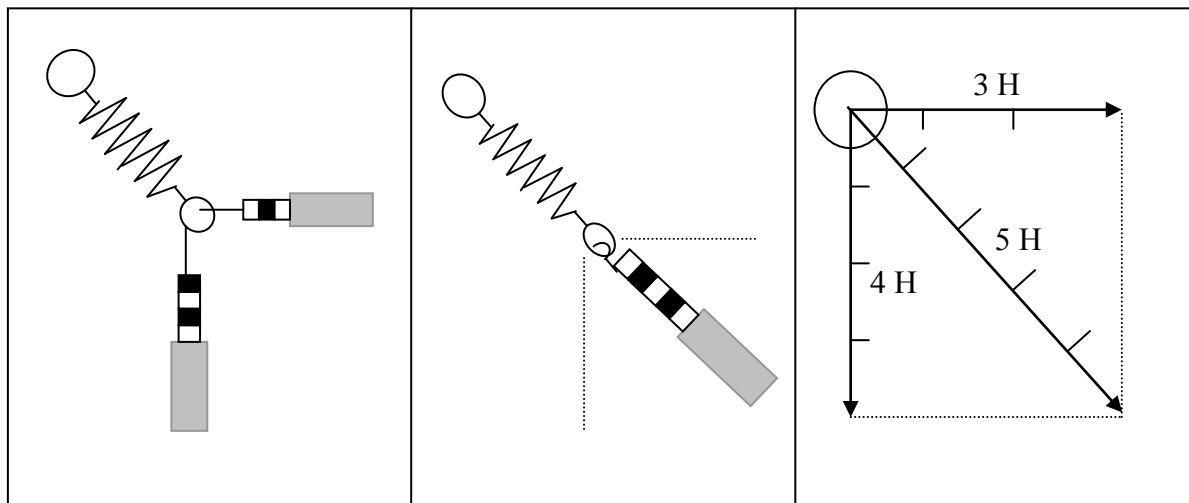


Рис. 153-а

Рис. 153-б

Рис. 153-в

Тепер один динамометр уберемо, а другим будемо розтягувати пружину так, щоб кільце попало на попереднє місце, і знову проведемо лінію дії сили.

У цьому випадку динамометр покаже 5Н (рис. 153-б).

Звертаємо увагу на те, що ця сила оказує таку ж саму дію на кільце, як і попередні дві разом. Значить, ця сила є **рівнодійною** перших двох сил.

Тепер уберемо прилади, а через відмітку положення кільця проведемо всі три лінії, вздовж яких діяли сили. На цих прямих у масштабі будемо три вектори вимірних сил (рис. 153-в). З'єднавши кінці векторів, переконуємося, що одержаний чотирикутник – паралелограм, а вектор рівнодійної – його діагональ. Робимо **висновок**, що *сили можна додавати за правилом паралелограма*.

ЗАВДАННЯ № 7

Виконати демонстрацій на стан невагомості

Дослід 1:Невагомість тіла, яке вільно падає

Обладнання: комплект набірних тягарців, штатив зі стояком, блок на стержні, лапка й дві муфти, паперові смужки, нитки, мішок з піском або тирсою.

З газетного або промокального паперу вирізають кілька смужок шириною 1,5-2 см. Через блок на стержні, укріпленій на верхньому кінці стояка штатива, перекидають нитку. До одного кінця прив'язують гачок з одним тягарцем найменшої маси.

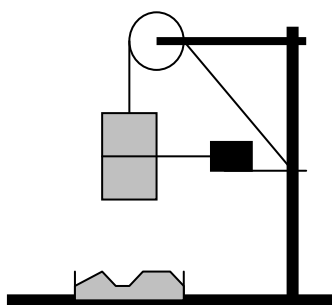


Рис. 154

Другий кінець нитки прив'язують до лапки, закріпленої трохи нижче від тягарця. У лапці затискують паперову смужку, другий кінець якої кладуть на поверхню тягарця, а потім притискують зверху іншими тягарцями (рис. 154).

Якщо відв'язавши нитку від лапки, повільно опускати тягарці, то паперова смужка, притиснута вагою верхніх тягарців, обірветься. Цю частину досліду повторюють 2-3 рази.

Потім паперову смужку замінюють, дослід повторюють, даючи змогу тягарцям вільно падати. При цьому спостерігають, що смужка висмикується з-під тягарців непошкодженою. Цю частину досліду також повторюють 2-3 рази. З досліду роблять **висновок**: (чи тисне на опору тіло, яке вільно падає? Як називається такий стан?).

Вказівка: Щоб дослід проходив вдало, треба старанно зачистити від забороїв торці тягарців, між якими закладають паперові смужки. Під тягарець, що падає, треба підкласти мішечок з піском.

Дослід 2: Невагомість

Обладнання: штатив, динамометр демонстраційний, набір тягарців.

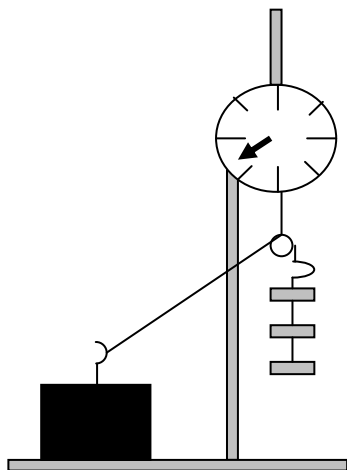


Рис. 155

Мета: показати учням, що у випадку, коли на тіло діє тільки сила тяжіння, тіло знаходиться у стані невагомості.

В установці, зображеної на рис. 155, піднімають три тягарці в гору, знімають противагу і дають змогу тягарцям вільно падати.

Стрілка динамометра стоїть при цьому на нульовій поділці, що свідчить про те, ще тягарці під час вільного падіння знаходилися у стані невагомості.

ЗАВДАННЯ № 8

Виконати лабораторну роботу № 5

«Дослідження руху тіла, кинутого горизонтально»

Методичні рекомендації до підготовки та проведення лабораторної роботи № 5 «Дослідження руху тіла, кинутого горизонтально»

І спосіб: **Мета роботи:** виміряти початкову швидкість тіла, кинутого горизонтально.

З метою підготовки учнів до виконання даної лабораторної роботи, необхідно попередньо розв'язати експериментальну задачу.

Задача: За допомогою лотка або жолоба показати дослід, який демонструє рух тіла, кинутого горизонтально. З цією метою за допомогою штатива піднімають лоток або жолоб на певну висоту над столом. Визначити швидкість, з якою куля скотиться з лотка.

Для розв'язання задачі виконуємо малюнок.

За систему відліку візьмемо Землю і зв'яжемо з нею систему координат, початок її знаходиться в кінці жолоба; проведемо вісь OY вертикально вниз, а вісь OX – горизонтально. Бачимо, що кулька рухається по параболі, при цьому закон зміни проекції переміщення кульки від часу на вісь OX має наступний вигляд: $S_x = v_0 t$ (1)

На вісь OY : $S_y = \frac{gt^2}{2}$ (2).

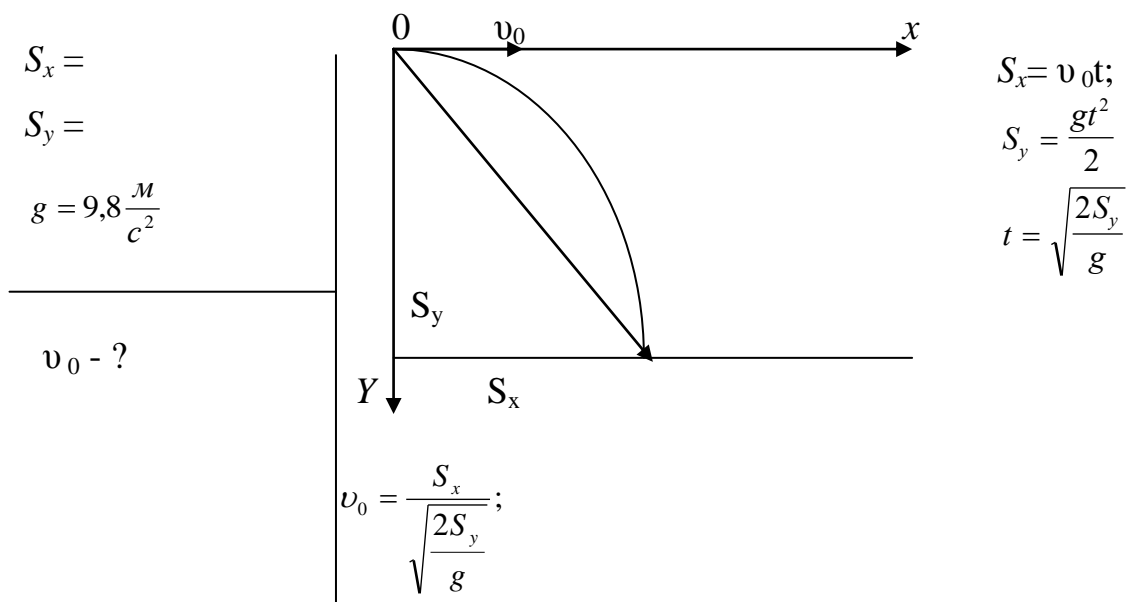
Тоді з виразів (1) і (2): $v_0 = \frac{S_x}{t}$; $t = \sqrt{\frac{2S_y}{g}}$

Кінцева формула для швидкості: $v_0 = \frac{S_x}{\sqrt{\frac{2S_y}{g}}}$ (3)

де: S_x – дальність польоту і її можна окремо виміряти;

S_y – висота від поверхні столу до краю жолоба.

Викликаємо учня до дошки, повторюємо дослід: проводимо виміри та розраховуємо початкову швидкість кулі.



Після цього звернути увагу учнів на те, що на наступному уроці буде лабораторна робота, на якій вони повинні будуть виконати таку ж задачу по визначенню v_0 – початкової швидкості при русі тіла по параболі.

Показати, які прилади будуть використані учнями на лабораторній роботі: металеві лотки і саморобні жолоби.

Показати, що у другому випадку жолоби треба ставити на край столу і дальність польоту визначити на підлозі.

Після цього розв'язуємо ще декілька задач і пропонуємо учням завдання: підготуватися до лабораторної роботи, тобто, подумати, які записи необхідно зробити у звіті про виконання лабораторної роботи і записати їх в домашньому зошиті.

На уроці лабораторної роботи перевіряється виконання домашнього завдання і дозволяється учням виконувати лабораторну роботу.

II спосіб: мета роботи - перевірити, як залежить дальність польоту тіла, кинутого горизонтально від висоти падіння.

Як же в цьому випадку треба підготувати учнів до виконання лабораторної роботи? На попередньому уроці треба показати, як рухається тіло за допомогою лотка або жолоба, кинуте горизонтально.

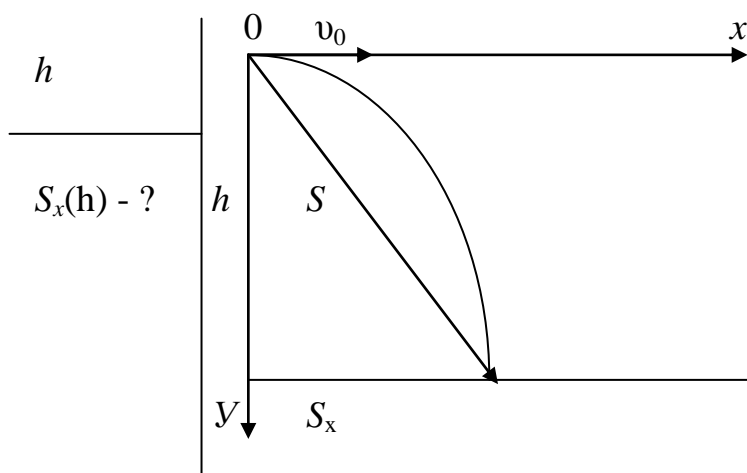
Дослід треба проводити за столом. Спочатку жолоб закріпити на одній висоті над поверхньою стола, потім збільшити висоту, з якої буде падати кулька. Запропонувати учням звернути увагу **чи зміниться дальність польоту при умові, що початкова швидкість в горизонтальному напрямі буде залишатися сталою.**

Перед цим необхідно з'ясувати, що для надання кульці однакової швидкості в горизонтальному напрямку, її треба відпускати з однієї і тієї ж точки лотка.

На основі виконаних дослідів зробити **висновок: чим з більшої висоти кинуте тіло, тим більша дальність польоту.**

Далі ставимо перед учнями **проблемне запитання: А чи існує якась математична залежність дальності польоту тіла від висоти падіння?**

Необхідно розібрати це питання теоритично і вивести залежність S_x від h .



$$S_x = v_0 t;$$

$$S_y = h = \frac{gt^2}{2};$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}};$$

$$S_x = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

Отже, дальність польоту S_x прямо пропорційна кореню квадратному з висоти h . Далі пропонуємо учням з'ясувати: **у скільки разів треба збільшити висоту падіння, щоб дальність польоту збільшилася у 2, 3 рази?** Висоту падіння треба збільшити в 4, 9 разів.

Повідомити учням, що **в перевірці цієї залежності полягає мета лабораторної роботи**, яку вони будуть виконувати на наступному уроці. Показати на дошці, як вони будуть записати результати дослідів:

$$\begin{array}{cccc}
 h_1 = & h_2 = & h_3 = & \frac{h_2}{h_1} = \\
 S_{1x} = & S_{2x} = & S_{3x} = & \frac{h_3}{h_1} = \\
 \frac{S_{2x}}{S_{1x}} = & \frac{S_{3x}}{S_{1x}} = & &
 \end{array}$$

| |
|---------------------------|
| $\frac{S_{2x}}{S_{1x}} =$ |
| $\frac{S_{3x}}{S_{1x}} =$ |

Вказівка: Порадити учням взяти першу висоту $h_1 = 3\text{см}$ або 4см .

РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬНО-РЕФЛЕКСИВНИЙ БЛОК ДЛЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

з дисципліни «Шкільний фізичний експеримент»

4.1. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Загальні підходи до формулювання індивідуальних завдань

У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти предметна компетентність визначається через набутий особистістю досвід: «предметна (галузева) компетентність – набутий учнями у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань» [26, с. 2], Згідно з означенням, поданим В.В.Лебедєвим, *компетенція* – це система, яка складається з понятійного апарату та дій, що відбивають деякі об'єкти і дозволяють суб'єкту взаємодіяти з ними в певних контекстах; *компетентність* – суб'єктний досвід людини, який ефективно і якісно реалізується через інтеріоризовані компетенції в певних контекстах [35, с. 30].

Основним видом діяльності вчителя є *проектування уроку* (системи уроків) та його *проведення*. Ця діяльність є складною поліфункціональною, так як вчитель **одночасно** має виконувати комплекс взаємопов'язаних методичних дій (функцій).

Спираючись на наведені вище означення, ми сформулювали наступні визначення методичної компетенції та методичної компетентності вчителя фізики.

Методична компетенція учителя фізики - система понятійного апарату з фізики та методики її навчання та методичних умінь (дій), що реалізуються вчителем під час підготовки та проведення навчального заняття.

Методична компетентність учителя фізики – суб'єктний досвід вчителя, який ефективно і якісно реалізується через інтеріоризовані компетенції в реальних педагогічних ситуаціях, пов'язаних з організацією процесу засвоєння учнями фізики.

Набуття методичної компетентності можливо через оволодіння майбутнім учителем наступними основними методичними функціями: проектувальною, ціле-мотиваційною, інформаційною, комунікативною, організаційною, контрольно-оцінювальною.

Автори посібника виходять з того, що присвоєння індивідуального (суб'єктного) досвіду методичної діяльності майбутніми вчителями буде ефективнішим, якщо крім традиційних завдань, однакових для всіх студентів, пропонувати індивідуальні комплексні завдання методичного спрямування, пов'язані з дисципліною, що вивчається (наприклад, дисципліною «Шкільний фізичний експеримент»).

Комплексні індивідуальні завдання поділені наступним чином:

- завдання на оволодіння методикою організації навчання фізики засобами демонстраційних дослідів;
- завдання на оволодіння методикою організації фронтальних короткотривалих дослідів і спостережень;
- завдання на оволодіння методикою організації фронтальних лабораторних робіт;
- завдання на оволодіння методикою організації домашніх дослідів і спостережень;
- завдання на оволодіння методикою підготовки учнів до розв'язування експериментальних задач;
- завдання на оволодіння методикою організації робіт фізичного практикуму.

Крім того, у кожному завданні передбачено набуття майбутнім вчителем навичок методичних дій певного виду. Запропоновані комплексні індивідуальні завдання можуть бути використані викладачами-методистами ВНЗ, а також курсів підвищення кваліфікації вчителів фізики для організації самостійної роботи студентів (слухачів) з формування в них методичної компетентності. Вони будуть корисними молодим вчителям фізики, які прагнуть самостійно збагачу-

вати та відшліфувати власний методичний досвід з організації та проведення різних видів навчального фізичного експерименту.

Індивідуальні завдання з оволодіння методикою організації навчання фізики засобами демонстраційних дослідів

Завдання № 1

На оволодіння ціле-мотиваційною та інформаційною компетенціями:

1. Визначити методичну мету даного демонстраційного дослідів «...».
2. Змотивувати учнів для перегляду демонстрації (проблемна ситуація, приклад із життєвого досвіду учня тощо).
3. Розробити коментар дослідів вчителем, сформулювати висновки з дослідів.
4. Розробити низку запитань для учнів для перевірки рівня засвоєння учнями результатів демонстрації.
5. Зробити методичні висновки.

Завдання № 2

На оволодіння ціле-мотиваційною та комунікативною компетенціями:

1. Визначити методичну мету даного демонстраційного дослідів «...».
2. Змотивувати учнів для перегляду демонстрації (поставити проблемне запитання).
3. Розробити систему запитань до учнів у процесі демонстрації дослідів вчителем (евристична бесіда).
4. Сформулювати запитання до учнів щодо висновків з дослідів.
5. Зробити методичні висновки.

Індивідуальні завдання з оволодіння методикою організації фронтальних короткотривалих дослідів і спостережень

Завдання № 3

На оволодіння ціле-мотиваційною, комунікативною та організаційною компетенціями:

1. Визначити методичну мету даного дослідів «...».

2. Підвести учнів до самостійного визначення мети проведення досліду (проблемне запитання ставлять самі учні) - для цього скласти ланцюжок запитань.
3. Розробити разом з учнями план проведення досліду (описати евристичну бесіду вчителя з учнями «запитання-відповідь»).
4. Сформулювати запитання для учнів до кожного пункту плану (звернути увагу на необхідність підбору приладів).
5. Розробити зразок оформлення зошиту.
6. Зробити методичні висновки.

Індивідуальні завдання з оволодіння методикою організації фронтальних лабораторних робіт

Завдання № 4

На оволодіння методичною (ціле-мотиваційною, комунікативною, організаційною та контрольною-оцінювальною) компетенцією:

1. Визначити методичну мету даної лабораторної роботи «...».
2. Підвести учнів до самостійного визначення мети роботи (проблемне запитання ставлять самі учні) - для цього скласти ланцюжок запитань.
3. Скласти запитання до учнів на визначення необхідних для роботи приладів та їх характеристики.
4. Описати евристичну бесіду вчителя з учнями типу «запитання-відповідь» із з'ясування алгоритму виконання роботи.
5. Описати організаційні дії вчителя перед самостійним виконанням учнями роботи (врахувати необхідність інструктажу з техніки безпеки).
6. Описати організаційні дії вчителя під час самостійного виконання учнями роботи.
7. Розробити контролюючі дії вчителя під час виконання роботи учнями.
8. Розробити перелік контролюючих дій вчителя після закінчення виконання роботи учнями.
9. Розробити критерії оцінювання даної лабораторної роботи.
10. Зробити методичні висновки.

**Індивідуальні завдання з оволодіння методикою організації
домашніх дослідів і спостережень**

Завдання № 5

На оволодіння ціле-мотиваційною, організаційною, контрольньо-оцінювальною

компетенціями:

1. Визначити методичну мету даного досліду «...».
2. Підвести учнів до самостійного визначення мети проведення досліду (проблемне запитання ставлять самі учні) - для цього скласти ланцюжок запитань.
3. Розробити інструкцію до проведення досліду або спостереження.
4. Скласти зразок оформлення домашньої роботи в зошиті.
5. Розробити критерії оцінювання даної роботи.
6. Розробити план перевірки даного домашнього завдання.
7. Зробити методичні висновки.

**Індивідуальні завдання на оволодіння методикою підготовки учнів
до розв'язування експериментальних задач**

Завдання № 6

На оволодіння проектувальною, організаційною, контрольньо-оцінювальною

компетенціями:

1. Визначити методичну мету даної задачі.
2. З'ясувати послідовність розумових дій учня з усвідомлення умови задачі (на що треба звернути увагу учня та в якій послідовності це зробити).
3. Скласти ланцюжок запитань до учнів для аналізу обладнання до задачі.
4. Розробити систему запитань до учнів на з'ясування вимог до задачі.
5. Розробити пояснення вчителем (через ланцюг запитань) етапу розв'язання задачі (малюнку та розрахунків).
6. Спроекувати організацію проведення досліду учнем (план виконання досліду).
7. Скласти запитання до учнів з організації перевірки правдоподібності результату задачі.

8. Скласти запитання до учнів з організації розрахунків похибок вимірювання.
9. Скласти зразок оформлення розв'язання задачі в зошиті.
10. Розробити критерії оцінювання експериментальних задач даного типу.

Індивідуальні завдання на оволодіння методикою організації робіт фізичного практикуму

Завдання № 7

На оволодіння проектувальною, організаційною, контрольньо-оцінювальною
компетенціями:

1. Визначити методичну мету роботи практикуму.
2. Проаналізувати обладнання, що дається, його призначення.
3. Розробити алгоритм виконання роботи практикуму (інструкцію для учнів).
4. Скласти зразок оформлення роботи в зошиті.
5. Розробити критерії оцінювання робіт фізичного практикуму.
6. Спроекувати організацію контролю за проведенням роботи-практикуму учнем.

4.2. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

Звертаємо увагу на те, що кожне тестове завдання із трьох запропонованих відповідей «на вибір» може містити, як правило, одну або дві правильні відповіді!

Тестові завдання до роботи № 1.1

Демонстраційний і лабораторний експеримент під час вивчення теми «Фізика як природнича наука. Методи наукового пізнання»

1. З якою метою на першому уроці фізики у 7 класі демонструють фізичні досліди з тем, які учні будуть вивчати значно пізніше (в інших класах):

- А) для того, щоб зацікавити учнів фізикою та зекономити час;
- Б) для формування в учнів поняття про фізичне явище та показу, що є предметом вивчення фізики;

В) для формування в учнів понять «фізичне явище», «фізичне тіло», показу кола питань, що вивчає фізика та мотивації навчати фізику.

2. Як підготувати учнів до сприйняття демонстрацій фізичних явищ, щоб вони мали змогу виділити в них суттєву ознаку:

А) показати декілька дослідів, що стосуються одного фізичного явища, а потім запитати: «що в них спільного?»;

Б) продемонструвати декілька фізичних явищ на одному обладнанні;

В) продемонструвати декілька дослідів, кожний раз звертаючи увагу учнів на характерну ознаку явища.

3. Який вид похибки записується при прямому вимірюванні фізичної величини після значення самої величини ($V = 174 \text{ см}^3 \pm 2 \text{ см}^3$):

А) абсолютна інструментальна похибка;

Б) абсолютна похибка вимірювання;

В) абсолютна похибка відліку.

4. Для чого в роботі «Вимірювання об'ємів невеликих тіл» учням рекомендується зробити у зошитах малюнок мензурки:

А) щоб учень краще запам'ятав, що він робив, адже у цьому випадку задіяна ще й зорова пам'ять;

Б) щоб оцінити акуратність учня при оформленні зошита;

В) щоб вчитель міг побачити, чи розуміє учень, як визначати ціну поділки та знімати покази.

5. З якою метою демонструються досліди по тепловому розширенню тіл під час вивчення теми «Початкові відомості про будову речовини»:

А) щоб додатково розширити знання учнів;

Б) для створення проблемної ситуації;

В) для висування гіпотези і відтворення ходу наукового пізнання природи.

6. З якою метою учням демонструють явище дифузії:

А) для підтвердження того факту, що речовина складається з молекул і атомів, між якими є проміжки;

Б) для підтвердження того факту, що молекули і атоми хаотично рухаються;

В) для підтвердження існування сил міжмолекулярної взаємодії.

7. Для підтвердження якого положення МКТ учням демонструють роботу приладу «механічна модель броунівського руху»:

А) для підтвердження того факту, що речовина складається з молекул і атомів, між якими є проміжки;

Б) для підтвердження того факту, що молекули і атоми хаотично рухаються;

В) для підтвердження існування сил міжмолекулярної взаємодії.

8. На що треба звернути особливу увагу учнів при поясненні досліду з приладом для демонстрування моделі броунівського руху:

А) що кульки – це моделі молекул, а пробки – це моделі «броунівських частинок»;

Б) що кульки – це моделі «броунівських частинок»;

В) що «броунівська частинка» складається з величезної кількості молекул фарби.

9. З якою метою учням демонструють явище «розчинення» фарби у воді:

А) для підтвердження того факту, що речовина складається з молекул і атомів, між якими є проміжки;

Б) для підтвердження того факту, що молекули і атоми хаотично рухаються;

В) для підтвердження існування сил міжмолекулярної взаємодії.

10. З якою метою учням демонструють дослід «взаємодія свинцевих циліндрів»:

А) для підтвердження того факту, що речовина складається з молекул і атомів, між якими є проміжки;

Б) для підтвердження того факту, що молекули і атоми хаотично рухаються;

В) для підтвердження існування сил міжмолекулярної взаємодії.

Тестові завдання до роботи № 1.2

Демонстраційний і лабораторний експеримент під час вивчення розділів «Механічний рух», «Взаємодія тіл. Сила»: Сили в природі

1. Які висновки треба зробити з дослідів з двома візками при введенні поняття «взаємодії»:

А) взаємодія тіл приводить до зміни швидкості обох тіл;

Б); сила – це векторна фізична величина, що характеризує дію одного тіла на інше і є кількісною мірою цієї дії.

В) тіла можуть змінювати швидкості тільки при взаємодії.

2. Які висновки треба зробити з дослідів з двома візками при введенні поняття «сили»:

А) сила – це векторна величина, яка має модуль, напрям і точку прикладання;

Б); сила – це векторна фізична величина, що характеризує дію одного тіла на інше і є кількісною мірою цієї дії.

В) сила характеризує дію одного тіла на інше і є причиною зміни швидкості руху.

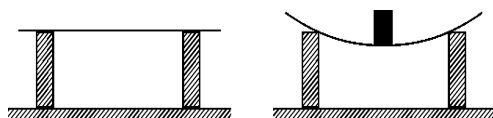
3. Дослід з падіння кульки при перепалюванні нитки демонструють з метою:

А) показати, що сили, які виникають при взаємодії, рівні за модулем та протилежні за напрямом;

Б) ввести поняття сили тяжіння;

В) ввести поняття сили пружності.

4. Які висновки треба зробити з дослідів, показаному на малюнку:



А) сили, які виникають при взаємодії, рівні за модулем та протилежні за напрямом;

- Б) будь-які зміни форми, розмірів, об'єму тіл називають деформаціями;
- В) напрям сил пружності протилежний до напрямку деформації.

5. За допомогою якого досліду краще ввести поняття сили тертя ковзання:

- А) рух візка по поверхні столу;
- Б) рух бруска по поверхні столу;
- В) рух кульки по похилій площині.

6. Які висновки треба зробити з дослідів по вивченню сили тертя:

- А) сила тертя – ще один вид сил пружності;
- Б) сила тертя гальмує рух тіл;
- В) сила тертя, як і сила тяжіння, спрямована протилежно швидкості руху тіла.

7. Яке завдання по градуюванню динамометра є найбільш складним для учнів:

- А) поділити відстань між рисками 0 та 1; 1 та 2 на 5 рівних частин та виміряти ціну поділки динамометра;
- Б) поділити відстань між рисками 0 та 1 на 6 рівних частин та виміряти ціну поділки динамометра;
- В) виготовити динамометр з ціною поділки 0,25 Н.

8. Шкала демонстраційного динамометра має 0 посередині:

- А) це дозволяє вимірювати дуже маленькі значення сил;
- Б) це дозволяє вимірювати більшу кількість прикладених до нього сил;
- В) це дозволяє враховувати не тільки модуль, але й напрям сил, що діють на динамометр.

9. У дослідах на додавання сил необхідно спочатку з'ясувати з учнями:

- А) як напрямлена рівнодійна сил, що діють в одному напрямі;
- Б) як напрямлена рівнодійна сил, що діють у протилежних напрямках;
- В) як узгоджується напрям відхилення стрілки динамометра з напрямом прикладеної до нього сили.

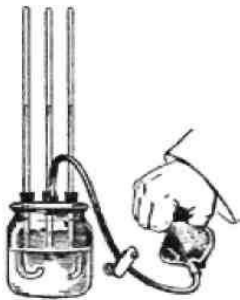
10. Яку попередню підготовку треба провести з учнями перед виконанням лабораторної роботи на визначення густини речовини твердого тіла:

- А) розв'язати експериментальні задачі, які повторюють хід лабораторного досліду;
- Б) повторити формулу для визначення густини та одиниці її вимірювання;
- В) повторити, як правильно виміряти масу тіла на терезах та його об'єм за допомогою мензурки.

Тестові завдання до роботи № 1.3

Демонстраційний і лабораторний експеримент під час вивчення розділу
«Взаємодія тіл. Сила»: Тиск твердих тіл, рідин і газів

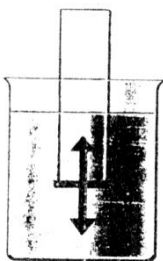
1. Що можна додатково продемонструвати за допомогою саморобного приладу, показаного на малюнку:



- А) що тиск передається рідинами у всіх напрямках;
- Б) що сила тиску – це векторна фізична величина, що характеризує дію одного тіла на інше;
- В) що тиск передається у всіх напрямках і збільшується на однакову величину у всіх точках посудини.

2. Як треба розташовувати скляні трубки у саморобних приладах для демонстрування закону Паскаля для рідин і газів:

- А) щоб отвори трубок були на однаковій глибині;
- Б) щоб отвори трубок були на різній глибині;
- В) щоб отвори трубок виходили з банки на однакову висоту.



3. На що треба звернути увагу учнів в даному досліді:

- А) плівка випрямляється повністю, коли рівні води в трубці і посудині збігаються;
- Б) рідина тисне як зверху вниз, так і знизу вгору і з усіх боків;

В) знизу вгору на плівку тисне верхній шар рідини в посудині (від вільної поверхні рідини в посудині до рівня плівки).

4. Знання якого матеріалу допоможе пояснити явище гідростатичного парадоксу:

- А) знання залежності тиску рідини від висоти її стовпа;
- Б) знання залежності тиску рідини від її густини;
- В) знання залежності ваги рідини від її маси.

5. Як треба відлічувати глибину занурення трубки в лабораторній роботі «Вимірювання тиску рідини манометром»:

- А) від рівня рідини в трубці до рівня води в посудині;
- Б) від рівня рідини в трубці до вільної поверхні води в посудині;
- В) від вільної поверхні рідини в трубці до вільної поверхні води в посудині.

6. Яке значення густини треба підставляти у формулу $p = \rho gh$ в лабораторній роботі «Вимірювання тиску рідини манометром»:

- А) густину води;
- Б) густину розчину солі;
- В) густину рідини в манометрі.

7. Що доводить дослід з приладом «магдебурзькі півкулі»:

- А) що повітря має тиск;
- Б) що всередині півкуль немає повітря;
- В) що атмосферний тиск існує, і він дуже великий.

8. Який з манометрів показує тиск, додатковий до атмосферного:

- А) відкритий рідинний манометр;
- Б) закритий рідинний манометр;
- В) металевий манометр.

9. Який тиск повинен бути у посудині, щоб закритий ртутний манометр почав діяти:

- А) 60 мм рт. ст.;
- Б) 120 мм рт. ст.;
- В) 180 мм рт. ст.

10. Як правильно сформулювати закон сполучених посудин:

- А) тиски однорідних рідин на одному рівні однакові;
- Б) висоти стовпів рідин обернено пропорційні густинам рідин;
- В) поверхні рідини у сполучених посудинах залишаються на одному горизонтальному рівні.

Тестові завдання до роботи № 1.4

Фізичний експеримент під час вивчення розділу «Взаємодія тіл. Сила»:

Закон Архімеда. Плавання тіл

1. На що треба звернути увагу учнів під час демонстрації дії сили Архімеда:

- А) сила Архімеда – це виштовхувальна сила, яка діє тільки в рідинах;
- Б) сила Архімеда дорівнює вазі витісненої рідини або газу;
- В) сила Архімеда обернено пропорційна густині рідини і прямо пропорційна об'єму зануреної частини тіла.

2. Як довести, що сила Архімеда дорівнює різниці тисків рідини на верхню й нижню грані тіла:

- А) на досліді з приладом «відерце Архімеда»;
- Б) у процесі розв'язування задачі, запропонованої В. І. Лукашиком;
- В) показавши, що сила Архімеда дорівнює різниці показів динамометра у воді й у повітрі.

3. У якій послідовності треба провести попередню підготовку установки для проведення досліду по встановленню закону Архімеда:

- А) встановити стрілку динамометра на 0 після того, як до нього підвісили відерце з циліндром;
- Б) показати учням, що циліндр щільно входить у відерце (їх об'єми рівні);

В) підвісити прилад «відерце Архімеда» до динамометра.

4. Яка мета лабораторної роботи «Визначення виштовхувальної сили, що діє на занурене в рідину тіло»:

А) навчитися вимірювати виштовхувальну силу за допомогою динамометра;

Б) перевірити, як виштовхувальна сила залежить від густини рідини і об'єму тіла;

В) перевірити, що сила Архімеда дорівнює вазі рідини, витісненої тілом.

5. Чи можна говорити про зміну ваги тіла при його зануренні у воду (рідину):

А) так, при зануренні у воду вага тіла зменшується на величину виштовхувальної сили;

Б) ні, вага тіла завжди дорівнює виштовхувальній силі;

В) ні, вага тіла не змінюється у рідині, а розподіляється між підвісом (динамометром) і опорою (водою).

6. Які сили треба порівнювати під час з'ясування умови плавання тіл:

А) силу Архімеда і вагу тіла;

Б) силу тяжіння і виштовхувальну силу;

В) силу тиску і силу тяжіння.

7. Як виміряти силу Архімеда за допомогою мензурки:

А) виміряти об'єм рідини в мензурці, а потім розрахувати її вагу;

Б) виміряти об'єм тіла за допомогою мензурки, а потім розрахувати вагу води у виміряному об'ємі;

В) виміряти мензуркою об'єм зануреної частини тіла, а потім розрахувати вагу води у виміряному об'ємі.

8. Рух картезіанського водолазу пояснюється так:

А) при натисканні на плівку (пляшку) рідина заповнює пробірку (піпетку), вага піпетки збільшується, тому вона починає тонути;

Б) при натисканні на плівку (пляшку) збільшується сила тиску на піпетку, тому піпетка починає тонути;

В) при натисканні на плівку (пляшку) додатковий тиск змушує рідину зайти у пробірку (піпетку), вага піпетки збільшується і стає більшою за виштовхувальну силу, тому піпетка починає тонути.

9. Як змусити картоплину плавати усередині рідини:

- А) перед зануренням у воду зварити її;
- Б) поступово додавати у воду сіль, поки картоплина не спливе;
- В) замінити воду на олію.

10. Що вимірюють динамометром у лабораторній роботі «З'ясування умов плавання тіла в рідині»:

- А) силу тяжіння, що діє на пробірку;
- Б) вагу тіла у повітрі й у воді;
- В) силу Архімеда і силу тяжіння.

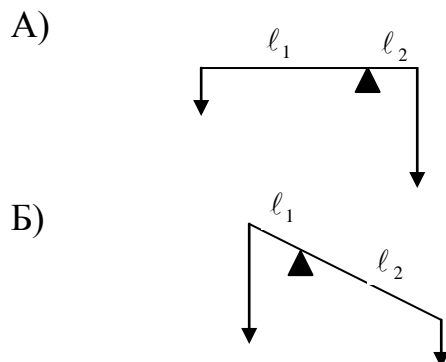
Тестові завдання до роботи № 1.5

Демонстраційний і лабораторний експеримент під час вивчення розділу «Механічна робота та енергія»

1. Який вислів відповідає дійсності:

- А) важіль першого роду – важіль, в якому точки прикладання сил розміщені по один бік від осі обертання;
- Б) важіль другого роду - важіль, в якому вісь обертання міститься між точками прикладання сил;
- В) важіль першого роду – важіль, в якому вісь обертання міститься між точками прикладання сил.

2. На якому малюнку правильно показані плечі важеля:



В) На обох правильно.

3. У якому вигляді треба записати висновок у лабораторній роботі

«З'ясування умови рівноваги важеля»:

А) $F_1 \cdot \ell_1 = F_2 \cdot \ell_2$;

Б) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\ell_2}{\ell_1}$;

В) $M_1 = M_2$.

4. Який вираз дає можливість встановити вигреш у силі, що дає важіль:

А) $F_1 \cdot \ell_1 = F_2 \cdot \ell_2$;

Б) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\ell_2}{\ell_1}$;

В) $M_1 = M_2$.

5. Який блок дає вигреш у силі:

А) рухомий блок;

Б) нерухомий блок;

В) будь-який блок, так як блок – це різновид важеля.

6. Який вигреш у силі дає похила площина:

А) у два рази;

Б) у скільки разів довжина похилої площини більша її висоти;

В) у скільки разів основа похилої площини більша її висоти.

7. Якою рідиною заповнюють бачок гідравлічного преса:

А) дистильованою водою;

Б) машинним маслом;

В) підфарбованим спиртом.

8. Який вигреш у силі дає гідравлічний прес:

А) у чотири рази;

Б) у скільки разів площа циліндра більша за довжину циліндра;

В) у скільки разів площа великого циліндра більша за площу малого циліндра.

Тестові завдання до роботи № 2.1

Демонстраційний експеримент під час вивчення розділу «Теплові явища»

1. Яке значення має коефіцієнт об'ємного розширення твердого тіла:

- А) у три рази більший за коефіцієнт лінійного розширення;
- Б) у три рази менший за коефіцієнт лінійного розширення;
- В) рівний коефіцієнту лінійного розширення.

2. Які досліди треба показати учням при вивченні питання про теплове розширення речовин:

- А) збільшення розмірів кульки при нагріванні;
- Б) підйом стовпчика рідини при нагріванні колби;
- В) дослід на теплове розширення газів.

3. Який дослід з теплопровідності є основним:

- А) на відпадання сірників зі спиці при нагріванні одного з її кінців;
- Б) на порівняння теплопровідності різних металів;
- В) на демонстрування поганої теплопровідності рідин і газів.

4. Конвекція – це спосіб теплообміну, в якому:

- А) енергія передається від частинки до частинки внаслідок їх руху і взаємодії;
- Б) перенесення енергії відбувається без перенесення речовини;
- В) енергію переносять струмені речовини.

5. Що треба враховувати при проведенні дослідів з конвекції в рідинах:

- А) колба повинна бути плоскодонною, її нагрівати на електроплитці;
- Б) колба повинна бути круглodonною;
- В) кришталік перманганату калію на дні колби треба нагрівати спиртівкою.

6. Випромінювання – це вид теплообміну, в якому:

- А) перенесення енергії відбувається за рахунок переміщення самої речовини;
- Б) енергія передається за допомогою електромагнітних хвиль;

В) для перенесення енергії не потрібно ніякої речовини.

7. Які прилади необхідно мати для демонстрації дослідів на виявлення теплообміну способом випромінювання:

А) рідинний манометр, електроплитку, штатив;

Б) електроплитку, теплоприймач, штатив;

В) рідинний манометр, теплоприймач, штатив і електроплитку.

8. Яка поверхня теплоприймача має кращу випромінювальну здатність:

А) чорна;

Б) блискуча;

В) випромінювальні здатності чорної і блискучої поверхонь однакові.

9. Яка поверхня теплоприймача має кращу поглинальну здатність:

А) чорна;

Б) блискуча;

В) випромінювальні здатності чорної і блискучої поверхонь однакові.

10. Чому при демонструванні дослідів з випромінювання теплоприймач необхідно розташовувати збоку від нагрітого тіла:

А) щоб уникнути передавання енергії способом конвекції;

Б) щоб врахувати передавання енергії способом теплопровідності;

В) для чистоти експерименту.

Тестові завдання до роботи № 2.2

Лабораторний експеримент під час вивчення розділу «Теплові явища»

1. Калориметр - це:

А) прилад для вимірювання кількості теплоти в калоріях;

Б) прилад, який складається з двох посудин – внутрішньої і зовнішньої та вставки з теплоізолюючого матеріалу;

В) набір циліндричних посудин, які використовують у калориметрії.

2. З яким твердженням Ви не погоджуєтесь:

А) колір посудин калориметра має суттєве значення;

Б) для проведення калориметричних дослідів не можна користуватися тільки внутрішньою посудиною калориметра;

В) при проведенні дослідів температуру рідини в калориметрі треба вимірювати заздалегідь.

3. На що треба звернути увагу учнів перед виконанням лабораторної роботи «Порівняння кількості теплоти під час змішування води з різною температурою»:

А) на те, чи можна на досліді одержати точну рівність отриманої і відданої кількості теплоти;

Б) що співвідношення між кількістю відданої і отриманої водою теплоти буде залежати від послідовності проведення дослідів;

В) що у цій роботі можна використати тільки внутрішню посудину калориметра.

4. Який результат можуть отримати учні у лабораторній роботі «Порівняння кількості теплоти під час змішування води з різною температурою»:

А) кількість теплоти, віддана гарячою водою, більша за кількість теплоти, отриманої холодною водою;

Б) кількість теплоти, віддана гарячою водою, менша за кількість теплоти, отриманої холодною водою;

В) кількість теплоти, віддана гарячою водою, дорівнює кількості теплоти, отриманої холодною водою.

5. Які втрати енергії не враховуються у лабораторній роботі «Порівняння кількості теплоти під час змішування води з різною температурою»:

А) на нагрівання навколишнього повітря, калориметра і термометра;

Б) на нагрівання калориметра і води в ньому;

В) на нагрівання навколишнього повітря і калориметра.

6. Які фізичні закономірності покладено в основу виконання лабораторної роботи «Визначення питомої теплоємності речовини твердого тіла»:

А) закон збереження енергії у механічних та теплових процесах;

Б) залежність кількості теплоти від маси, зміни температури та речовини тіла;

В) рівняння теплового балансу як окремий випадок закону збереження енергії у теплових процесах.

7. Які втрати енергії не враховуються у взірці лабораторної роботи «Визначення питомої теплоємності речовини твердого тіла»:

А) на нагрівання навколишнього повітря, калориметра і термометра;

Б) на нагрівання циліндрика у посудині з гарячою водою;

В) на нагрівання калориметра і термометра.

8. Як краще в класі нагрівати досліджувані тіла при проведенні лабораторної роботи «Визначення питомої теплоємності речовини твердого тіла»:

А) на кожному парту встановити додаткову посудину з гарячою водою;

Б) на кожному парту встановити електроплитку і додаткову посудину з водою;

В) на демонстраційному столі встановити відро з гарячою водою одне на весь клас.

9. Як підвищити точність результату досліду у лабораторній роботі «Визначення питомої теплоємності речовини твердого тіла»:

А) замінити термометр на інший, з меншою ціною поділки;

Б) врахувати калориметр та взяти більш точні терези;

В) врахувати кількість теплоти, передану калориметру і термометру.

Тестові завдання до роботи № 2.3

Навчальний експеримент з теми «Електричні явища»

1. Яких правил необхідно дотримуватися для успішного проведення дослідів з електростатики:

А) безпосередньо перед демонстрацією просушити прилади;

Б) руки експериментатора повинні бути чистими і сухими;

В) для заземлення можна користуватися трубами газової системи.

2. Яких ще правил необхідно дотримуватися для успішного проведення дослідів з електростатики:

А) під час проведення демонстрацій експериментатор повинен знаходитися на деякій відстані від приладів;

Б) електростатичні прилади не слід зберігати в закритих шафах у повній темряві;

В) на паличках для електризації на одному кінці слід зробити позначку.

3. Під час електризації тертям негативний заряд утворюється:

А) на пластмасовій лінійці, потертій о капрон;

Б) на скляній паличці, потертій о папір;

В) на ебонітовій паличці, потертій о хутро.

4. Під час електризації тертям позитивний заряд утворюється:

А) на лінійці з оргсклаі, потертій о папір;

Б) на скляній паличці, потертій о папір;

В) на ебонітовій паличці, потертій о капрон.

5. Як пояснити розходження смужок на стержні електроскопа, якщо до нього доторкнутися скляною паличкою, потертою о папір:

А) позитивно заряджені частинки з палички переходять на стержень і смужки;

Б) негативно заряджені частинки з палички переходять на стержень і смужки;

В) негативно заряджені частинки зі стержня і смужок переходять на паличку.

6. Як перевірити на досліді, яким знаком заряджений електроскоп:

А) піднести до електроскопа палець і подивитися на «реакцію» приладу;

Б) піднести до електроскопа позитивно заряджене тіло і подивитися на «реакцію» приладу;

В) піднести до електроскопа негативно заряджене тіло і подивитися на «реакцію» приладу.

7. Як можна поділити заряд тіла навпіл:

- А) з'єднати його з таким самим незарядженим тілом;
- Б) з'єднати його з протилежно зарядженим тілом таких самих розмірів;
- В) з'єднати його з однойменно зарядженим тілом, але вдвічі меншим за розмірами.

8. Як відбувається взаємодія заряджених тіл:

- А) перший заряд діє на другий заряд і навпаки;
- Б) поле одного заряду діє на поле іншого заряду і навпаки;
- В) поле одного заряду діє на інший заряд і навпаки.

9. Під час електризації «через вплив» з двома електроскопами негативний заряд утворюється:

А) на електроскопі, ближчому до експериментатора, якщо до нього піднести скляну паличку, потерту о папір;

Б) на електроскопі, віддаленому від експериментатора, якщо до ближнього піднести пластмасову лінійку, потерту о капрон;

В) на електроскопі, ближчому до експериментатора, якщо до нього піднести пластмасову лінійку, потерту о капрон.

10. Що треба пам'ятати при поясненні електризації «через вплив»:

А) переміщуватися з тіла на тіло можуть лише позитивно заряджені частинки;

Б) переміщуватися з тіла на тіло можуть лише негативно заряджені частинки;

В) переміщуватися з тіла на тіло можуть лише йони (позитивні та негативні).

Тестові завдання до роботи № 2.4

**Шкільні демонстраційні електровимірювальні та інші прилади,
їх використання**

1. На якому принципі заснована робота демонстраційних електровимірювальних приладів:

- А) на русі провідника із струмом у магнітному полі;

Б) на втягуванні металевої пластини у поле електромагніту;

В) на обертанні незарядженої рамки у магнітному полі.

2. Шкільні демонстраційні електровимірювальні прилади належать до:

А) електромагнітної системи;

Б) магнітоелектричної системи;

В) електромеханічної системи.

3. Шкільні демонстраційні електровимірювальні прилади можна використовувати для вимірювань сили струму або напруги:

А) тільки в колах змінного струму;

Б) тільки в колах постійного струму;

В) в колах як змінного, так і постійного струму.

4. Щоб прилад працював у режимі гальванометра, необхідно:

А) приєднати до чорних клем додатковий опір, що відповідає межам вимірювання відповідної шкали;

Б) встановити шкалу з нулем посередині та приєднати провідники до червоних клем приладу;

В) приєднати паралельно до чорних клем шунт, що відповідає межам вимірювання відповідної шкали.

5. Щоб прилад працював у режимі амперметра, необхідно:

А) приєднати до чорних клем додатковий опір, що відповідає межам вимірювання відповідної шкали;

Б) встановити шкалу з нулем посередині та приєднати провідники до червоних клем приладу;

В) приєднати паралельно до чорних клем шунт, що відповідає межам вимірювання відповідної шкали.

6. Щоб прилад працював у режимі вольтметра, необхідно:

А) приєднати до чорних клем додатковий опір, що відповідає межам вимірювання відповідної шкали;

Б) встановити шкалу з нулем посередині та приєднати провідники до червоних клем приладу;

В) приєднати паралельно до чорних клем шунт, що відповідає межам вимірювання відповідної шкали.

7. У яких випадках використовують гальванометр:

А) для виявлення фотоструму від фотоелементів;

Б) для вимірювання сили струму в електричній мережі;

В) для демонстрації вільних електромагнітних коливань і автоколивань.

8. Яким повинен бути опір шунта у порівнянні з опором самого приладу:

А) значно більшим від опору амперметра;

Б) значно меншим від опору амперметра;

В) приблизно рівним опору амперметра.

9. Яке призначення потенціометра:

А) як регулятор сили струму в колі;

Б) як подільник напруги;

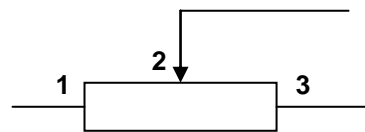
В) як змінний опір.

10. До яких клем необхідно ввімкнути реостат, показаний на малюнку, щоб за допомогою нього можна було б регулювати силу струму в колі:

А) до клем 1 та 2;

Б) до клем 3 та 2;

В) до клем 1 та 3.



Тестові завдання до роботи № 2.5

Демонстраційний експеримент з теми «Електричний струм»

1. Який висновок треба зробити з дослідів по введенню поняття електричного опору:

А) сила струму в провіднику прямо пропорційна напрузі на його кінцях;

Б) в будь-якому провіднику створюється протидія електричному струму, тобто, провідник чинить певний опір струму;

В) сила струму в колі при однаковій напрузі залежить від провідника, увімкненого в коло.

2. Від чого залежить електричний опір провідника:

А) прямо пропорційний довжині провідника l ;

Б) обернено пропорційний площі поперечного перерізу провідника S ;

В) обернено пропорційний питомому опору провідника ρ .

3. З якої дротини треба починати проведення досліду на визначення, від чого залежить електричний опір провідника:

А) із вмикання першої дротини довжиною $\frac{l}{2}$ і площею поперечного перерізу S ;

Б) із вмикання другої дротини довжиною l і площею поперечного перерізу S ;

В) із вмикання третьої дротини довжиною l і площею поперечного перерізу $2S$.

4. З якого матеріалу повинні бути виготовлені дротини для саморобного приладу на визначення величин, від яких залежить опір провідника:

А) з міді;

Б) з ніхромум;

В) зі сталі.

5. Для чого у досліді на визначення залежності сили струму від опору провідника необхідно фіксувати значення напруги:

А) бо сила струму залежить від напруги;

Б) бо напругу треба весь час підтримувати незмінною;

В) бо сила струму прямо пропорційна напрузі на кінцях провідника і обернено пропорційна його опору.

6. Чому для демонстрування залежності опору провідника від температури треба користуватися сталлюю (або залісною) спіраллю:

- А) бо питомий опір сталі великий;
- Б) бо питомий опір сталі малий;
- В) бо це дуже зручний у використанні матеріал.

7. Чому для демонстрування залежності опору провідника від температури треба користуватися сталлюю (або залісною) спіраллю:

- А) тому що температурний коефіцієнт опору сталі великий;
- Б) тому що температурний коефіцієнт опору сталі малий;
- В) бо це дуже зручний у використанні матеріал.

8. З якими твердженнями стосовно послідовного з'єднання провідників ви погоджуєтесь:

- А) загальна сила струму дорівнює сумі сил струму в окремих ділянках кола;
- Б) напруга на кінцях всіх провідників є однаковою;
- В) загальний опір ділянки кола дорівнює сумі опорів кожного провідника.

9. З якими твердженнями стосовно паралельного з'єднання провідників ви погоджуєтесь:

- А) загальна сила струму дорівнює сумі сил струму в окремих ділянках кола;
- Б) загальна напруга на кінцях всіх провідників дорівнює сумі напруг на кожному провіднику;
- В) загальний опір ділянки кола дорівнює сумі опорів кожного провідника.

10. З якими твердженнями стосовно паралельного з'єднання провідників ви погоджуєтесь:

- А) сили струму у розгалуженнях прямо пропорційні до їхніх опорів;
- Б) сили струму у розгалуженнях обернено пропорційні до їхніх опорів;
- В) напруги на окремих ділянках прямо пропорційні до їхніх опорів.

Тестові завдання до роботи № 2.6

Шкільні лабораторні електровимірювальні прилади та їх використання під час вивчення теми «Електричний струм»

1. Яке робоче положення лабораторного амперметра:

- А) вертикальне;
- Б) горизонтальне;
- В) вертикальне або горизонтальне в залежності від установки, в якій він використовується.

2. Як правильно під'єднувати амперметр у коло:

- А) послідовно з тією ділянкою кола, на якій треба виміряти силу струму;
- Б) клему з позначкою «+» приєднують до того кінця ділянки кола, який сполучений із позитивним полюсом джерела струму;
- В) паралельно тій ділянці кола, на якій треба виміряти силу струму.

3. Як правильно під'єднувати вольтметр у коло:

- А) клему з позначкою «+» приєднують до того кінця ділянки кола, який сполучений із позитивним полюсом джерела струму;
- Б) клему з позначкою «+» приєднують до того кінця ділянки кола, який сполучений із позитивним полюсом амперметра;
- В) паралельно тій ділянці кола, на якій треба виміряти напругу.

4. Що треба визначити перед початком вимірювання:

- А) ціну поділки приладу;
- Б) межі вимірювання приладу;
- В) внутрішній опір приладу.

5. Яка лабораторна робота називається дослідницькою:

- А) робота, в якій треба накреслити графік залежності однієї величини від іншої;
- Б) робота, в якій треба зробити певне дослідження;
- В) робота, до початку якої учню невідома залежність між фізичними величинами, а він встановлює цю залежність тільки у результаті її виконання.

6. Який напрям у колі умовно прийнято за напрям електричного струму:

- А) напрям руху позитивно заряджених частинок;
- Б) напрям руху негативно заряджених частинок;
- В) напрям від позитивної до негативної клеми джерела струму у внутрішній частині кола.

7. Для чого в лабораторній роботі «Визначення опору провідника за допомогою амперметра і вольтметра» використовують реостат:

- А) для зміни показів амперметра і вольтметра;
- Б) для зміни напруги в колі;
- В) для вимірювання на реостаті сили струму та напруги.

8. Які вимірювальні прилади використовуються в лабораторній роботі «Визначення роботи і потужності електричного струму» використовують реостат:

- А) амперметр, реостат, джерело живлення;
- Б) амперметр, вольтметр;
- В) амперметр, вольтметр, реостат, лампочка.

9. Якими формулами для розрахунків треба користуватися в лабораторній роботі «Визначення роботи і потужності електричного струму» використовують реостат:

- А) $P = U \cdot I$; $A = P \cdot t$;
- Б) $P = I^2 R$; $A = P \cdot t$
- В) $P = \frac{U^2}{R}$; $A = U \cdot I \cdot t$.

10. Яку попередню підготовку треба здійснити перед виконанням лабораторної роботи «Визначення ККД установки з електричним нагрівником»:

- А) взяти джерело струму, яке спроможне забезпечити в колі струм, не менший, ніж 5А;

Б) фабричну спіраль замінити спіраллю з електронагрівальних приладів, максимально зігнувши її;

В) початкову температуру води в калориметрі треба вимірювати безпосередньо перед замиканням ключа в колі.

Тестові завдання до роботи № 3.1

Навчальний експеримент з розділу «Магнітні явища»

1. З яким твердженням Ви не погоджуєтесь:

А) котушки взаємодіють, коли в них йде струм, цю взаємодію називають магнітною;

Б) магнітне поле – це вид матерії, зв'язаний з електричним зарядом;

В) магнітне поле виявляється за дією на магнітну стрілку.

2. Яким дослідом було доведено зв'язок електричних і магнітних явищ:

А) дослідом Фарадея;

Б) дослідом Ерстеда;

В) дослідом Ампера.

3. Як відбувається взаємодія котушок зі струмом:

А) струм в одній котушці, діє на струм в другій котушці, і навпаки;

Б) магнітне поле, створене струмом в одній котушці, діє на струм в другій котушці, і навпаки;

В) магнітне поле, створене струмом в одній котушці, діє на магнітне поле, створене струмом в другій котушці, і навпаки.

4. Як у досліді Ерстеда добитися паралельного розташування провідника і магнітної стрілки на початку досліду:

А) встановити провідник паралельно до дошки, потім повернути стрілку так, щоб вона була паралельною до провідника;

Б) встановити стрілку паралельно до дошки, потім розвернути провідник так, щоб він був паралельним до стрілки;

В) дочекатися, поки стрілка зорієнтується у магнітному полі Землі, потім

паралельно до стрілки розвернути провідник.

5. У якій послідовності треба намагнічувати стрілку:

А) кладуть стрілку на стіл, беруть в обидві руки магніти і приставляють їх однойменними полюсами до середини стрілки так, щоб північний полюс магніту стояв на тій половині стрілки, де буде її північний полюс, і навпаки; потім, притискуючи стрілку до стола одним магнітом, другим проводять уздовж неї від її середини до кінця, потім те ж саме роблять з першим магнітом;

Б) кладуть стрілку на стіл, беруть в обидві руки магніти і приставляють їх різнойменними полюсами до середини стрілки так, щоб північний полюс магніту стояв на тій половині стрілки, де буде південний полюс, і навпаки; потім, притискуючи стрілку до стола одним магнітом, другим проводять уздовж неї від її середини до кінця, потім те ж саме роблять з першим магнітом;

В) немає правильної відповіді.

6. Яким чином дається означення магнітних ліній в основній школі:

А) лінії, уздовж яких у магнітному полі розташовуються осі маленьких магнітних стрілок, називають силовими лініями магнітного поля;

Б) лінії, дотичні до яких збігаються з напрямом вектора індукції магнітного поля;

В) лінії, напрям яких збігається з напрямом обертання рукоятки свердлика.

7. За яким правилом можна визначити напрям магнітних ліній:

А) за правилом свердлика;

Б) за правилом правої руки;

В) за правилом лівої руки.

8. За яким положенням зберігання магнітів Ви не погоджуєтесь:

А) не треба нагрівати магніти, бо від цього вони розмагнічуються;

Б) зберігання прямих магнітів, накладених один на одного однойменними полюсами, без якорів приведе до розмагнічування;

В) при зберіганні одного магніту його полюси замикають залізним якорем.

9. За яким правилом визначають напрям руху провідника зі струмом у магнітному полі:

- А) за правилом свердлика;
- Б) за правилом правої руки;
- В) за правилом лівої руки.

10. З якого матеріалу краще брати провідник для демонстрування його руху в магнітному полі:

- А) з алюмінію;
- Б) з ніхромум;
- В) зі сталі.

11. Яким способом можна змінити напрям руху якоря електродвигуна у лабораторній роботі «Вивчення електричного двигуна постійного струму»:

- А) поміняти місцями провідники на клеммах джерела струму;
- Б) поміняти місцями провідники на клеммах якоря;
- В) поміняти місцями провідники на клеммах індуктора.

Тестові завдання до роботи № 3.2

Навчальний експеримент з розділу «Світлові явища»

1. Які явища можуть спостерігатися при падінні світла на межу двох прозорих середовищ (оберіть найбільш повну відповідь):

- А) явище повного внутрішнього відбивання світла;
- Б) явище заломлення світла;
- В) явище відбивання й заломлення світла.

2. Оберіть правильне формулювання закону відбивання світла:

- А) кут падіння променя – це кут між падаючим променем і перпендикуляром до поверхні дзеркала;
- Б) промені падаючий і відбитий, а також перпендикуляр до поверхні дзеркала лежать в одній площині;
- В) кут відбивання дорівнює куту падіння.

3. З яким твердженням стосовно зображення у плоскому дзеркалі Ви не погоджуєтесь:

- А) воно дійсне, пряме;
- Б) за розмірами дорівнює предмету;
- В) зображення симетричне предмету.

4. Які зображення можна отримати за допомогою увігнутого дзеркала:

- А) дійсне, пряме;
- Б) дійсне, обернене;
- В) уявне, обернене.

5. Що є причиною явища заломлення світла на межі двох прозорих середовищ:

- А) зміна показника заломлення середовища;
- Б) зміна швидкості поширення світла;
- В) зміна напрямку поширення світла.

6. Які співвідношення справджуються під час заломлення світла:

- А) при збільшенні кута падіння збільшується й кут заломлення;
- Б) якщо світловий промінь переходить з оптично більш густого середовища в оптично менш густе, то кут заломлення є меншим, ніж кут падіння;
- В) якщо світловий промінь переходить з оптично менш густого середовища в оптично більш густе, то кут заломлення є більшим, ніж кут падіння.

7. Які співвідношення є законом заломлення світла:

А) $n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$; Б) $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$;

В) $n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$.

8. Яким буде зображення предмета у збиральній лінзі, якщо він знаходиться за подвійним фокусом:

- А) дійсним, оберненим, збільшеним;
- Б) дійсним, оберненим, зменшеним;
- В) уявним, прямим, збільшеним.

9. Де можна побачити уявне зображення, що дає збиральна лінза:

- А) на екрані по інший бік від лінзи;
- Б) на екрані по той самий бік від лінзи, що й предмет;
- В) в лінзі по той самий бік, що й предмет.

10. Яка вада зору у випадку, коли промені збираються всередині колби

– перед «сітківкою»:

- А) нормальний зір;
- Б) короткозорість;
- В) далекозорість.

11. Який оптичний прилад дає уявне, збільшене і пряме зображення:

- А) мікроскоп;
- Б) проекційний апарат;
- В) лупа.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Антипин И.Г. Экспериментальные задачи по физике в 6-7 кл. / И.Г. Антипин. – М. : Просвещение, 1974. – 127 с.
2. Анциферов Л.И. Практикум по метроике и технике школьного физического эксперимента: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. / Л.И. Анциферов, И.М. Пищиков. – М. : Просвещение, 1984. – 255 с.
3. Бабаєва Н.А. та інші. Картки з фізики для 6 класу. – К. : Рад.школа, 1977. – 122 с.
4. Бабаєва Н.А. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму з дисципліни «Шкільний фізичний експеримент» : посібник для студентів. Частина 1. [Видання друге, випралене] / Н.А. Бабаєва, І.В. Коробова. – Херсон : Книж. вид-во ПП Вишемирський В.С., 2012. - 132 с.
5. Бабаєва Н.А. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму з дисципліни «Шкільний фізичний експеримент» : посібник для студентів. Частина 2. [Видання друге, виправлене] / Н.А. Бабаєва, І.В. Коробова. – Херсон : Книж. вид-во ПП Вишемирський В.С., 2013. – 106 с.
6. Білий М.С. Домашні досліди і спостереження з фізики / М.С. Білий. – К. : Рад. школа, 1952. – 114 с.
7. Бондаровський М.М. та інші. Фізичний експеримент у середній школі, Т.1. – К. : Рад.школа, 1964. – 404 с.
8. Бондаровський М.М. та інші. Фізичний експеримент у середній школі, Т.2. – К. : Рад.школа, 1965. – 308 с.
9. Бондаровський М.М. та інші. Фізичний експеримент у середній школі. Т.3. – К. : Рад. школа, 1966. – 476 с.
10. Бондаровський М.М. Методика і техніка демонстраційних дослідів з електрики в середній школі / М.М. Бондаровський. – К. : Рад. школа, 1957. – 260 с.
11. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе / А.И. Бугаев. – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.

- 12.Бугайов О.І. та інш. Фізика. Астрономія: Пробн. підручник для 7 кл. – К.: Освіта, 1995. – 304 с.
- 13.Бугайов О.І. та інш. Фізика. Астрономія: Пробн. підручник для 8 кл. – К. : Освіта, 1996. – 367 с.
- 14.Буров В.А. Демонстрационные опыты по физике в VI-VII классах средней школы / [В.А. Буров, А.Г. Дубов, Б.С. Зворыкин, А.А. Покровский, И.М. Румянцев]. – М.: Просвещение, 1970. – 279 с.
- 15.Буров В.А. и др. Фронтальные лабораторные занятия по физике в восьмилетней школе. – М. : Просвещение, 1969. – 168 с.
- 16.Буров В.А. и др. Фронтальные лабораторные занятия по физике в средней школе. – М. : Просвещение, 1970. – 216 с.
- 17.Буров В.А. и др. Фронтальные экспериментальные задания по физике в 6-7 классах средней школы. – М. : Просвещение, 1981. – 112 с.
- 18.Буров В.А. и др. Фронтальные экспериментальные задания по физике. 8 класс. – М. : Просвещение, 1985. – 64 с.
- 19.Вольштейн С.Л. и др. Задания к фронтальным лабораторным работам по физике, 6-10 кл. – Минск : Нар. асвета, 1984. – 112 с.
- 20.Гончаренко С.У. Фізика. Олімпіадні задачі. Вип. 1. 7-8 класи / С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак. – Тернопіль : «Навчальна книга – Богдан», 1998. – 72 с.
- 21.Гончаренко С.У. Фізика: проб. навч. пос. для 11 кл. шк. III ступ., гімназій і ліцеїв гуманіт. проф. / С.У. Гончаренко. – К. : Освіта, 1995. – 287 с.
- 22.Гороновська В.Т. Уроки фізики в 6 класі / В.Т. Гороновська, Г.В. Самсонова. – К. : Рад.школа, 1985. – 176 с.
- 23.Гороновська В.Т. Уроки фізики в 8 класі / В.Т. Гороновська, Г.В. Самсонова. – К. : Рад. школа, 1989. – 144 с.
- 24.Горячкин Е.Н. Методика и техника физического эксперимента в восьмилетней школе / Е.Н. Горячкин, В.П. Орехов. – М. : Просвещение, 1964. – 483 с.

25. Давидьон А.А. Експериментальні задачі з фізики для 7-9 класів. – Чернігів, 1977, - 44 с.
26. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти // Фізика та астрономія в сучасній школі. – 2012. - № 4. – С. 2-8.
27. Довгялло М.О. Демонстраційні досліди з оптики і будови атома / М.О. Довгялло, М.Є. Фонкич. – К. : Рад. школа, 1964. - 212 с.
28. Знаменський П.А. та інші. Збірник запитань і задач з фізики. – К. : Рад. школа, 1962. – 188 с.
29. Карцев В.П. Приключения великих уравнений / В.П. Карцев. – М. : Знание, 1986. – 288 с. (Жизнь замечательных идей).
30. Качинский А.М. Задания к лабораторным работам практикума по физике, VIII-X классы / А.М. Качинский, Б.А. Кимбар. – Мн. : Нар. асвета, 1976. – 189 с.
31. Коршак Є.В. та інші. Фізика, 7 кл. – К. : Ірпінь : ВТФ «Перун», 1998. – 160 с.
32. Коршак Є.В. та інші. Фізика, 8 кл. – К. : Ірпінь : ВТФ «Перун», 1999. – 200 с.
33. Коршак Є.В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту [практикум] / Є.В. Коршак, Б.Ю. Миргородський. – К. : Вища школа, 1981. – 280 с.
34. Кулешов В.С. та інші. Фронтальний експеримент з фізики у 6 і 7 класах. – К. : Рад. школа, 1975. – 104 с.
35. Лебедев В.В. Исследовательская компетентность педагога: технология мыследеятельности / В.В. Лебедев // Наука и школа. – 2010. - №1. – С. 29-35.
36. Марголис А.А. Практикум по школьному физическому эксперименту. Учеб. пособие для студ. / А.А. Марголис, Н.Е. Парфентьева, И.И. Соколов. – М. : Просвещение, 1968. – 390 с.
37. Мислінчук В.О. Короткотривалі фронтальні лабораторні роботи. I семестри 7 та 8 класів за 12-річною програмою / В.О. Мислінчук, В.І. Тищук, О.

М. Желюк, М. І. Шут. – Х. : Вид. група «Основа» : «Тріада+», 2007. – 176 с. – (Б-ка журн. «Фізика в школах України». Вип. 8 (44)).

38.Мякишев Г.Я. Физика: Учеб. для 11 кл. сред. шк. / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. – М. : Просвещение, 1991. – 254 с.

39.Нижник В.Г. Вимірювання фізичних величин та обчислення похибок / В.Г. Нижник. – К. : Рад. школа, 1979. – 104 с.

40.Основы методики преподавания физики в средней школе / Под ред. А.В.Перышкина, В.Г. Разумовского, В.А. Фабриканта. – М. : Просвещение, 1984. – 398 с.

41.Перышкин А.В. Курс физики. Ч. 3 / А.В. Перішкін. – М. : Просвещение, 1966. – 384 с.

42.Покровський О.А. та інш. Демонстраційні досліди з фізики в VI-VII класах середньої школи. – К. : Рад. школа, 1956. – 308 с.

43.Покровский С.Ф. Опыты и наблюдения в домашних заданиях по физике / С.Ф. Покровский. – М. : Изд. АПН РСФСР, 1963. – 416 с.

44.Практикум по физике в средней школе / Под ред. А.А. Покровского. – М. : Просвещение, 1973. – 256 с.

45.Пьоришкін О.В. Фізика, 7 кл. / О.В. Пьоришкін, Н.О. Родіна. – К. : Рад. школа, 1989. – 191 с.

46.Пьоришкін О.В. Фізика, 8 кл. / О.В. Пьоришкін, Н.О. Родіна. – К. : Рад. школа, 1990. – 192 с.

47.Розв'язування задач з фізики: Практикум / За заг. ред. Є.В. Коршака. – К. : Вища школа, 1986. – 312 с.

48.Солдатов П.П. Лабораторні роботи з фізики в VI-VIII класах / П.П. Солдатов. – К. : Рад. школа, 1960. – 135 с.

49.Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы / Под ред. С.Е. Каменецкого и Н.С. Пурышевой. – М. : Издат. центр «Академия», 2000. – 368 с.

50.Учебное оборудование по физике в средней школе / Под ред. А.А. Покровского. – М. : Просвещение, 1973. – 480 с.

51. Фізика, 7 клас: Учебник / Ф.Я. Божинова, Н.М. Кірюхін, Е.А. Кірюхіна. – Х. : Изд-во «Ранок», 2007. – 192 с.
52. Фізика, 8 клас: Підручник для загальноосвіт. навч. закл. / Ф.Я. Божинова, І.Ю. Ненашев, М.М. Кірюхін. – Х. : Вид-во «Ранок», 2009. – 256 с.
53. Фізика. 9 кл.: підручник для загальноосвіт. навч. закладів / Ф.Я. Божинова, М.М. Кірюхіна, О.О. Кірюхіна. – Х. : Видавництво «Ранок», 2010. – 224 с.
54. Фізика, 9 клас : Пробний підручник для серед. загальноосвіт. шк. / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко. – К.; Ірпінь : ВТФ «Перун», 2000. – 232 с.
55. Фізика : підруч. для 8 класу загальноосвіт. навч. закл. / В. Д. Сиротюк. – К. : Зодіак-ЕКО, 2008. – 240 с.
56. Фізика. Астрономія : Проб. підруч. для 9 кл. серед. загальноосвіт. шк. / За ред. проф. О. І. Бугайова. – К. : Освіта, 1999. – 367 с.
57. Фронтальные лабораторные занятия по физике в 7-11 классах общеобразовательных учреждений / Под ред. В.А. Булова и Г.Г. Никифорова. – М. : Просвещение, 1996. – 368 с.
58. Хорошавин С.А. Физический эксперимент в средней школе: 6-7 кл. / С.А. Хорошавин. – М. : Просвещение, 1988. – 175 с.
59. Чепуренко В.Г. Лабораторні роботи з фізики у 8-10 класах \ В.Г. Чепуренко, В.Г. Нижник, Г.М. Гайдучок. – К. : Рад. школа, 1976. – 248 с.
60. Шахмаев Н.М. Демонстрационные опыты по электродинамике / Н.М. Шахмаев, С.Е. Каменецкий. – М. : Просвещение, 1973. – 352 с.
61. Шульга М.С. Методика і техніка демонстраційних дослідів з фізики у 6-7 класах / М.С. Шульга. – К. : Рад. школа, 1977. – 192 с.
62. Яковлев Ф.И. Сборник заданий по физике. VIII класс / Ф.И. Яковлев. – М. : Изд. АПН, 1962. – 72 с.

ДОДАТКИ

ОПОРНІ КОНСПЕКТИ

ОК-1

ФІЗИКА – НАУКА ПРО ПРИРОДУ

ПРИРОДА

ЦЕ ВЕСЬ НАВКОЛИШНІЙ СВІТ

- ВОДА І ПОВІТРЯ
- ГОРИ І ЛІСИ
- ЗЕМНІ І НЕБЕСНІ ТІЛА
- ЖИВІ ОРГАНІЗМИ
- ЛЮДИНА

МАТЕРІЯ

ЦЕ ТЕ, З ЧОГО СКЛАДАЄТЬСЯ ПРИРОДА

ФІЗИКА

ОДНА З ОСНОВНИХ НАУК ПРО ПРИРОДУ



ВИВЧАЄ НАЙБІЛЬШ ЗАГАЛЬНІ І НАЙБІЛЬШ ПРОСТІ ВЛАСТИВОСТІ І ЗАКОНОМІРНОСТІ МАТЕРІЇ І ЯВИЩ

ДАЄ МАТЕРІАЛ ІНШИМ ПРИРОДНИЧИМ НАУКАМ

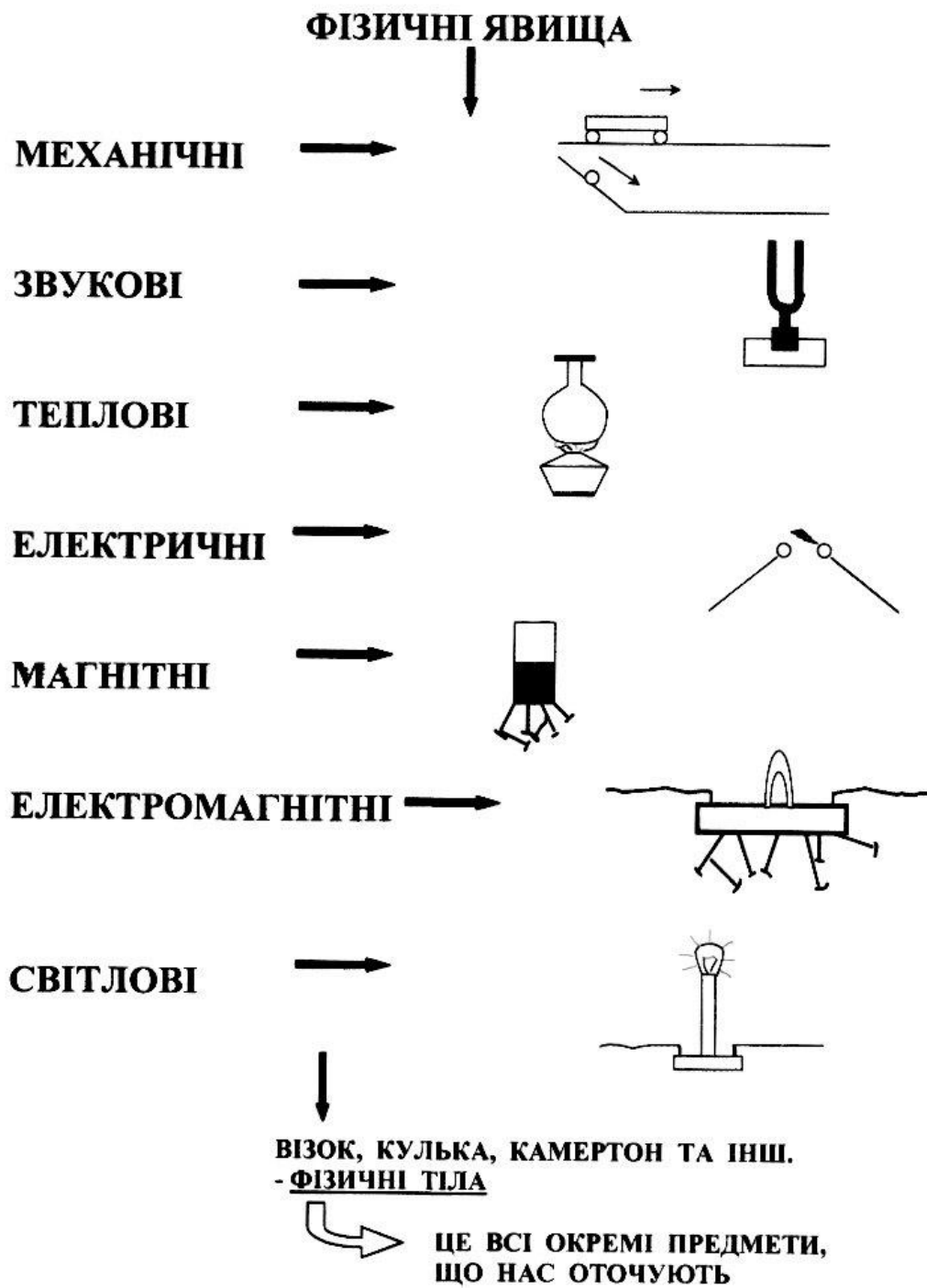


ЦЕ РІЗНІ ЗМІНИ, ЯКІ ВІДБУВАЮТЬСЯ В ПРИРОДІ



НАЙБІЛЬШ ЗАГАЛЬНІ ВИВЧАЄ ФІЗИКА





ВЛАСТИВОСТІ ТІЛА АБО ЯВИЩА ФІЗИЧНІ ВЕЛИЧИНИ ТА ЇХ ВИМІРЮВАННЯ

**ФІЗИЧНА
ВЛАСТИВІСТЬ**

ЦЕ ТЕ, ЧИМ ОДНЕ ФІЗИЧНЕ ТІЛО АБО ЯВИЩЕ
ВІДРІЗНЯЄТЬСЯ ВІД ІНШОГО ТІЛА АБО ЯВИЩА

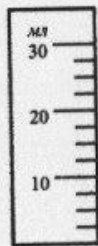
**ФІЗИЧНА
ВЕЛИЧИНА**

ЦЕ КІЛЬКІСНА
ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕВНОЇ
ФІЗИЧНОЇ ВЛАСТИВОСТІ
ФІЗИЧНОГО ТІЛА АБО
ФІЗИЧНОГО ЯВИЩА

МОЖНА ВИЗНАЧАТИ ЗА
ДОПОМОГОЮ ЗАСОБІВ
ВИМІРЮВАННЯ



→ ЦЕ ЗНАЧЕННЯ НАЙМЕНШОЇ ПОДІЛКИ ШКАЛИ



$$1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$$

$$\text{ціна поділки} = \frac{20 \text{ см}^3 - 10 \text{ см}^3}{4} = 2,5 \text{ см}^3$$



ТРЕБА ПОДЛИТИ РІЗНИЦЮ
ДВОХ ЗНАЧЕНЬ ВЕЛИЧИНИ НА
КІЛЬКІСТЬ ПОДІЛОК

ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ

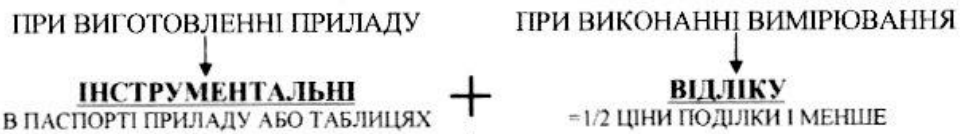
**ВИМІРЮВАННЯ – ЦЕ ЗНАХОДЖЕННЯ ЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ
ВЕЛИЧИНИ ДОСЛІДНИМ ШЛЯХОМ ЗА ДОПОМОГОЮ
ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ**



ВИМІРЯТИ ТОЧНО – НЕМОЖЛИВО!

ПОХИБКИ

ВНИКАЮТЬ



ПОХИБКА ВИМІРЮВАННЯ
(АБСОЛЮТНА ПОХИБКА)

МОЖНА ВВАЖАТИ РІВНОЮ ½ ЦІНИ ПОДІЛКИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ЗАСОБУ

ЗАПИС РЕЗУЛЬТАТУ ВИМІРЮВАННЯ

$$A = a \pm \Delta a$$

A – дійсне значення величини

a – наближене значення величини

Δa – абсолютна похибка вимірювання

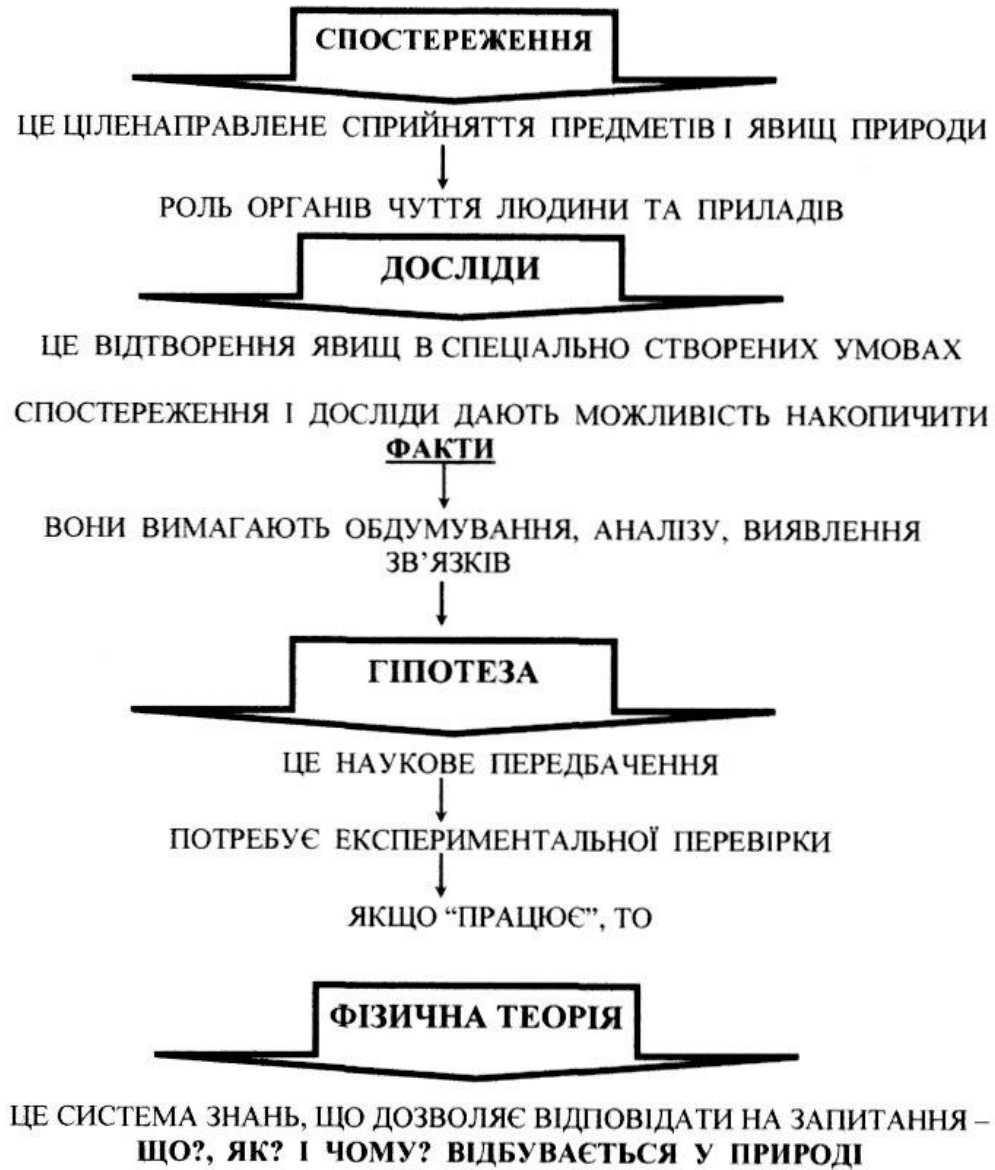
↓
округлюють до однієї значущої цифри з надлишком:

$$\Delta a = 0,17 \approx 0,2$$

$$\Delta a = 0,22 \approx 0,3$$

ОК-4

ЯК ФІЗИКА ВИВЧАЄ ПРИРОДУ

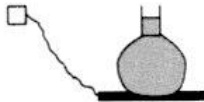


БУДОВА РЕЧОВИНИ

РЕЧОВИНА

ЦЕ ТЕ, З ЧОГО СКЛАДАЮТЬСЯ ТІЛА

З ЧОГО Ж СКЛАДАЄТЬСЯ РЕЧОВИНА?



ТІЛА ПРИ НАГРІВАННІ РОЗШИРЮЮТЬСЯ,
ПРИ ОХОЛОДЖЕННІ - СТИСКАЮТЬСЯ



ГІПОТЕЗА

РЕЧОВИНА СКЛАДАЄТЬСЯ З ЧАСТИНОК,
РОЗДІЛЕНИХ ПРОМІЖКАМИ



ДОВЕДЕННЯ - ПОДІЛЬНІСТЬ РЕЧОВИНИ

ДО ЯКИХ ПІР?

- МОЛЕКУЛА - НАЙДРІБНІША ЧАСТИНКА ДАНОЇ РЕЧОВИНИ
- ОДНІЇ РЕЧОВИНИ - ОДНАКОВІ
- РІЗНИХ РЕЧОВИН - РІЗНІ
- СКЛАДАЮТЬСЯ З АТОМІВ → ІСНУЮТЬ РІЗНИХ ТИПІВ

ПЕВНИЙ ВИД АТОМІВ - ХІМІЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ

$$92 + 18 = 110$$

РЕЧОВИНИ

ПРОСТІ

з атомів одного хімічного елемента

- кисень - з двох атомів кисню (O_2)
- залізо - з одного атома заліза (Fe)

СКЛАДНІ

з атомів різних хімічних елементів

- вода - з двох атомів водню і одного кисню (H_2O)
- кухонна сіль - з одного атома натрію і одного атома хлору (NaCl)

КІЛЬКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

ЛІНІЙНІ РОЗМІРИ

АТОМИ - $10^{-10} \text{ м} - 4 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

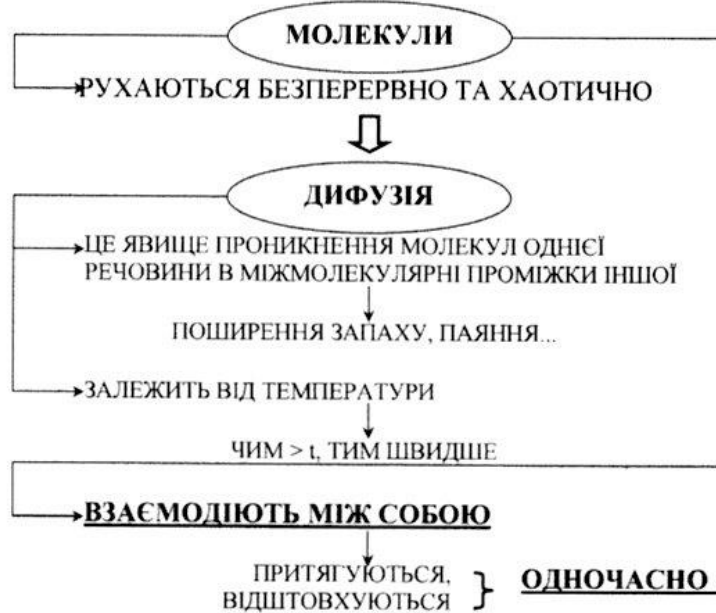
МОЛЕКУЛИ - $3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ і більше

МАСА

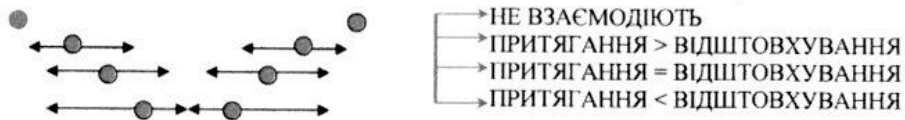
АТОМА ВОДНЮ - $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

МОЛЕКУЛИ ВОДИ - $2,99 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$

**РУХ І ВЗАЄМОДІЯ МОЛЕКУЛ.
МОЛЕКУЛЯРНО – КІНЕТИЧНА ТЕОРІЯ БУДОВИ
РЕЧОВИНИ**



ВІД ВІДСТАНИ МІЖ НИМИ ЗАЛЕЖИТЬ
РЕЗУЛЬТАТ ВЗАЄМОДІЇ



ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МКТ

- РЕЧОВИНА СКЛАДАЄТЬСЯ З ЧАСТИНОК, МІЖ ЯКИМИ Є ПРОМІЖКИ;
- ЧАСТИНКИ ЗНАХОДЯТЬСЯ В НЕПЕРЕРВНОМУ ХАОТИЧНОМУ РУСІ;
- ЧАСТИНКИ ПРИТЯГУЮТЬСЯ І ВІДШТОВХУЮТЬСЯ, ТОБТО, ВЗАЄМОДІЮТЬ

МКТ ПОЯСНЮЄ ВЛАСТИВОСТІ ТІЛ

| | ГАЗОПОДІБНІ | ТВЕРДІ | РІДКІ |
|-----------------------------|---|--|--|
| МОЛЕКУЛИ РОЗТАШОВАНІ |  <p>НА ВЕЛИКИХ ВІДСТАНЯХ</p> |  <p>НА БЛИЗЬКИХ ВІДСТАНЯХ У ПЕВНОМУ ПОРЯДКУ</p> |  <p>НА ВІДСТАНЯХ < НІЖ У ГАЗАХ, АЛЕ > НІЖ В ТВЕРДИХ ТІЛАХ</p> |
| ВЗАСМОДІЯ | МАЙЖЕ НЕМАЄ | ДУЖЕ СИЛЬНА | СИЛЬНА |
| РУХ | У ВСІХ НАПРЯМКАХ | КОЛИВАЛЬНИЙ | КОЛИВАЛЬНИЙ, АЛЕ МОЖУТЬ БУТИ ПЕРЕСКОКИ |
| | <p>⇓</p> <p>НЕ МАЮТЬ ВЛАСНОЇ ФОРМИ І ПОСТІЙНОГО ОБ'ЄМУ</p> | <p>⇓</p> <p>ЗБЕРІГАЮТЬ І ФОРМУ, І ОБ'ЄМ</p> | <p>⇓</p> <p>ЗБЕРІГАЮТЬ ОБ'ЄМ, АЛЕ НЕ ЗБЕРІГАЮТЬ ФОРМУ</p> |

OK-8

СИЛА ТЯЖІННЯ

Сила притягання
тіл Землею

Міра гравітаційної
взаємодії

Прямо пропорційна
масі тіла



Якщо на тіло масою $m = \frac{1}{9,8} \text{ кг}$ діє сила
тяжіння 1 Н , то на тіло масою
 $1 \text{ кг} \rightarrow 9,8 \text{ Н}$

величина стала



$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

ТОДІ

$$\underline{F_{\text{тяж}} = gt}, \quad \text{де } m - \text{ в кг}$$

Залежить від широти місцевості

$$g_{\text{пол}} = 9,83 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}, g_{\text{екв}} = 9,78 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}, g_{\text{сер.шир}} = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

СПРАВЕДЛИВА ДЛЯ БУДЬ-ЯКИХ
НЕБЕСНИХ ТІЛ



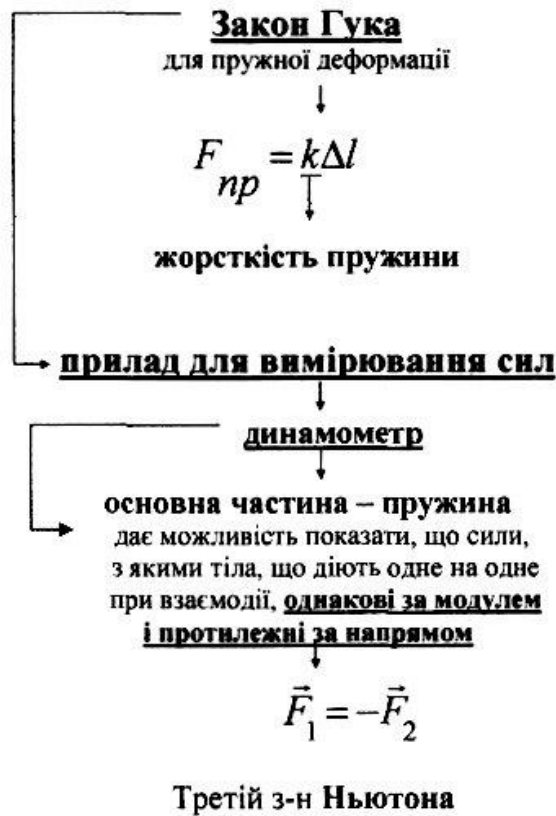
Але $F_{\text{тяж}}$ – різні!



Якщо m – стала величина, то
 g – має різні значення

$$g_{\text{місяць}} = 1,6 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}; g_{\text{марс}} = 3,86 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}; g_{\text{юпитер}} = 23,5 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

СИЛИ ПРУЖНОСТІ

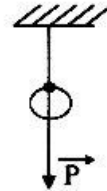
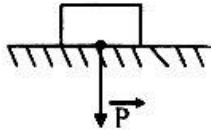


OK-10

ВАГА ТІЛА

сила, яка діє на горизонтальну опору або вертикальний підвіс

виникає внаслідок деформації тіла



Якщо тіло в стані спокою або рівномірного прямолінійного руху, то

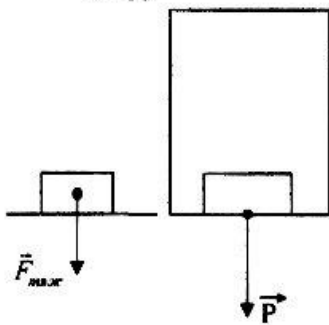
$$P = F_{\text{тяж}} = mg$$

Якщо тіло разом з опорою або підвісом рухається нерівномірно, то може бути

$$P > F_{\text{тяж}}$$

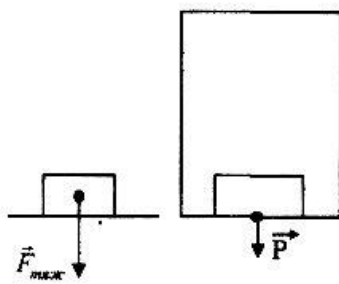
перевантаження

ліфт починає рухатись угору



$$P < F_{\text{тяж}}$$

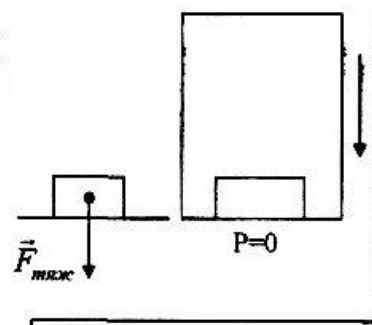
ліфт починає рухатись вниз



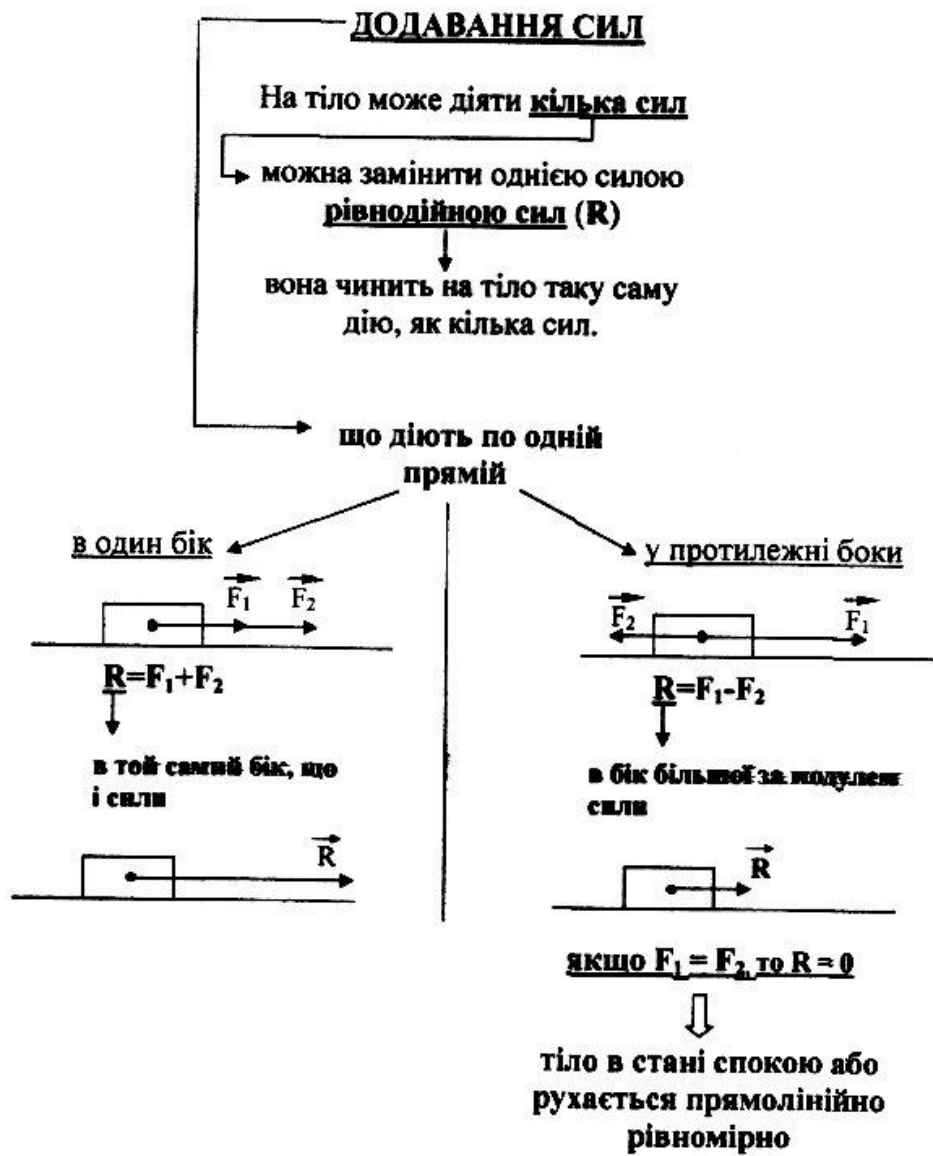
$$P = 0$$

неввагомість

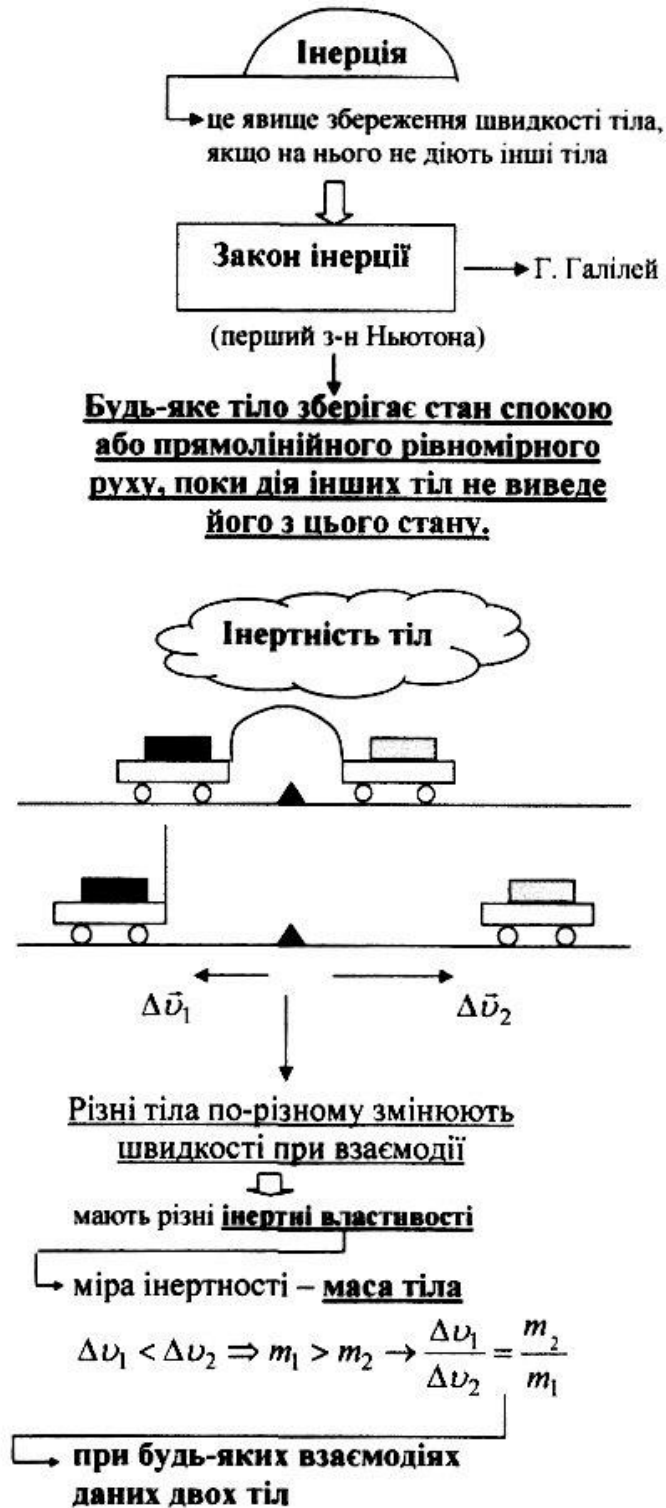
ліфт вільно падає



буде завжди, коли тіло рухається тільки під дією сили тяжіння



Явище інерції. Інертність
тіл. Маса тіла.



За взаємодією можна визначити
масу тіла – універсальний спосіб



Якщо m_1 – відома, то $m_2 = m_1 \frac{\Delta u_1}{\Delta u_2}$

МАСА ТІЛА

це фізична величина, яка характеризує
гравітаційні та інертні властивості тіл

ВИМІРЮЄТЬСЯ

- за допомогою терезів;
- за взаємодією тіл;
- за густиною речовини і
об'ємом тіл – $m = \rho \cdot V$

СИЛА ТЕРТЯ

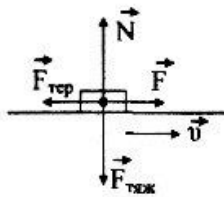
Виникає при стиканні тіл

Напрявлена вздовж поверхні стикання

РОЗРІЗНЯЮТЬ

тертя ковзання

виникає при русі



$F_{тер} = F$ → при рівномірному русі

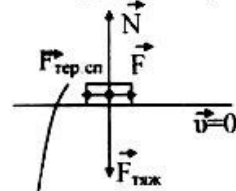
$F_{тер} = \mu N$

коефіцієнт тертя залежить від

- матеріалів стичних поверхонь
- їх чистоти і обробки

тертя спокою

виникає, коли тіло не рухається, але до нього прикладена сила, яка намагається зрушити його з місця



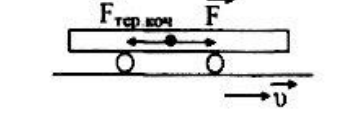
Завжди = силі, прикладеній паралельно до поверхні; змінюється від 0 до

$F_{тер.сп.макс} = \mu_0 N$

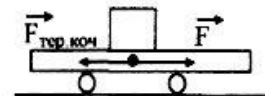
$\mu_0 \approx \mu$

тертя кочення

виникає при коченні тіл



$F_{тер.коч} < F_{тер.ковз}$



ТЕРТЯ У РІДИНАХ І ГАЗАХ

виникає під час руху тіл в рідині і газі

залежить від площі, швидкості, форми тіла, властивостей середовища

ТИСК РІДИН І ГАЗІВ

Закон Паскаля

передавання тиску
↓
в усіх напрямках
однаково!

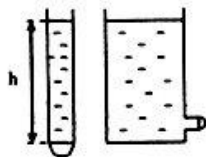
застосування



$$\rho_1 = \rho_2$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} \quad \begin{array}{l} \text{виграш} \\ \text{■} \\ \text{сили!} \end{array}$$

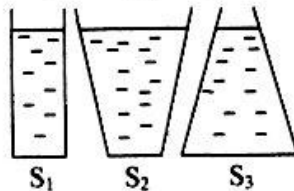
ТИСК В РІДИНАХ



- існує
- збільшується з глибиною
- на певному рівні однаковий в усіх напрямках

$$p = \rho gh$$

→ залежить від густини і висоти стовпа рідини

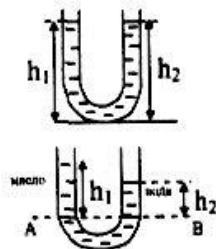


на дно p – однаково!

$$F_{r1} = F_{r2} < F_{r3}$$

$$S_1 = S_2 \neq S_3$$

СПОЛУЧЕНІ ПОСУДИНИ



однорідна рідина
 $p_1 = p_2 \Rightarrow h_1 = h_2$

неоднорідна рідина
 $p_1 = p_2$ на рівні АВ $\Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$

закон сполучених посудин за умови, що зовнішній тиск над рідиною однаковий

OK-15

АТМОСФЕРНИЙ ТИСК

тиск повітря, що оточує Землю

ДОКАЗИ ІСНУВАННЯ



Піднімання
води за
поршнем



Фонтан у
розрідженому
повітрі

ВИКОРИСТАННЯ

піпетка, лівер, шприц,
автонапувалка, авторучка

Вимірювання атмосферного тиску

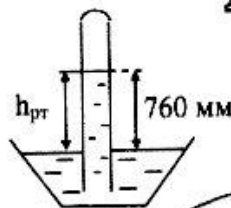
Чи можна як для рідини?

$$p = \rho gh$$

змінюється
з висотою

? \Rightarrow не можна!

Дослід Торрічеллі (1643 рік)



\Rightarrow тиск атмосфери = тиску стовпа ртуті ($h_{рт}$)

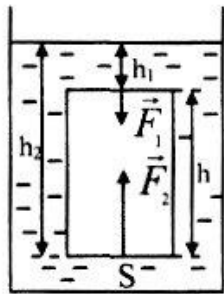
$$p_{атм} = \rho_{рт} g h_{рт}$$

$$p_{атм} = 9,8 \frac{Н}{кг} \cdot 13600 \frac{кг}{м^3} \cdot 0,76 м = 101300 \frac{Н}{м^2} (Па) \approx 10^5 Па$$

можна вимірювати в мм рт.ст.
1 мм рт.ст. = 133,3 Па

Якщо прикріпити шкалу \rightarrow ртутний барометр
Барометр-анероїд - безрідинний

Закон Архімеда. Плавання тіл



$F_2 > F_1 \Rightarrow$ є виштовхувальна сила

$$F_{\text{вимп}} = F_2 - F_1$$

$$F_2 = p_2 S; F_1 = p_1 S; p_2 = g \rho_p h_2; p_1 = g \rho_p h_1$$

$$F_{\text{вимп}} = g \rho_p V$$

$$F_{\text{вимп}} = P_{\text{рід}}$$

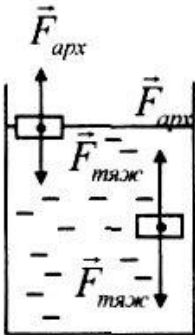
— вага витісненої рідини
закон Архімеда (III ст. до н.е.).

$$F_{\text{арх}}$$

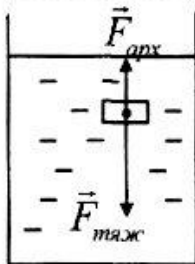
залежить від

густини рідини, об'єму тіла, зануреного в рідину, (= об'єму витісненої рідини)

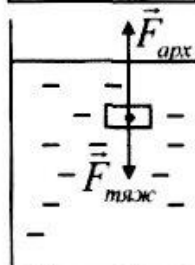
ПЛАВАННЯ ТІЛ



— тіло плаває, якщо $F_{\text{арх}} = F_{\text{тяж}}$



— тіло тоне, якщо $F_{\text{арх}} < F_{\text{тяж}}$



— тіло спливає, якщо $F_{\text{арх}} > F_{\text{тяж}}$

- судна,
- підводні човни,
- понтони,
- плоти,
- повітроплавання



Тіло суцільне однорідне
якщо $\rho_t \leq \rho_p$ - плаває
якщо $\rho_t > \rho_p$ - тоне

ТЕМПЕРАТУРА

ХАРАКТЕРИЗУЄ БИСТРОТУ
РУХУ МОЛЕКУЛ В ТІЛІ

ВИМІРЮЄТЬСЯ
ТЕРМОМЕТРАМИ

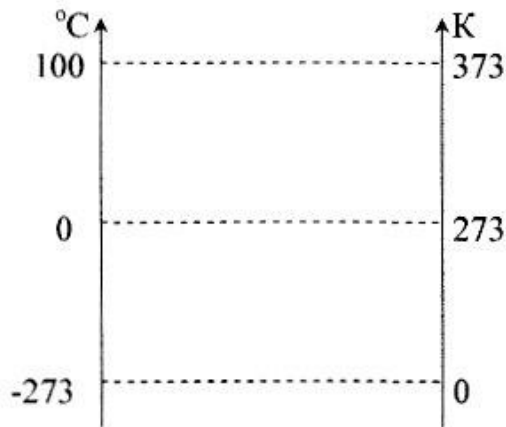
ТЕМПЕРАТУРНІ ШКАЛИ

ЦЕЛЬСІЯ - 1742

КЕЛЬВІНА - 1848

$t \rightarrow$ в $^{\circ}\text{C}$ (градус Цельсія)

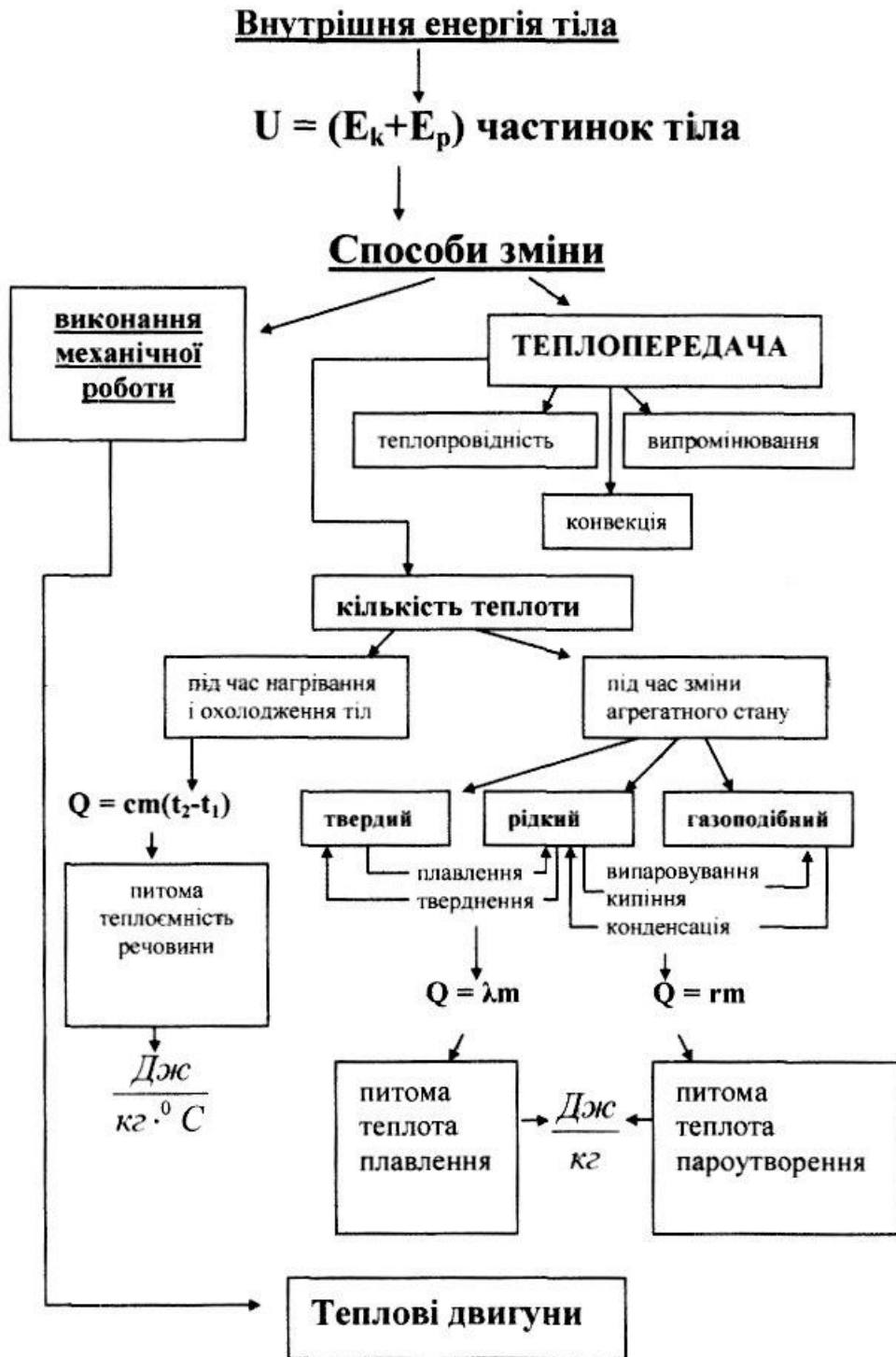
$T \rightarrow$ в К (кельвін)



$$\underline{T = t + 273}$$

- ПОНАД 6000 $^{\circ}\text{C}$ – ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНІ СОНЦЯ
- 2500 $^{\circ}\text{C}$ – ТЕМПЕРАТУРА НИТКИ РОЗЖАРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЛАМПИ
- 94,5 $^{\circ}\text{C}$ – РЕКОРДНЕ ЗНАЧЕННЯ ХОЛОДУ НА ЗЕМЛІ

ТЕПЛОВІ ЯВИЩА



Навчально-методичне видання
(українською мовою)

Бабаєва Ніна Антонівна
Коробова Ірина Володимирівна

ШКІЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У 7-9 КЛАСАХ

Навчально-методичний посібник
для вчителів загальноосвітніх навчальних закладів, слухачів курсів післядипломної освіти,
студентів напряму підготовки «Фізика*»
денної, заочної та екстернатної форм навчання

Рецензенти: Шарко В.Д. – доктор педагогічних наук, професор кафедри теорії і методики вивчення природничо-математичних та технологічних дисциплін КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти» ХОР.

Семененко І.Б. – викладач фізики Херсонського Академічного ліцею імені О.В.Мішукова при ХДУ ХМР.

Відповідальний
за випуск