

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА

**Лабораторний практикум
з шкільного курсу фізики
та методики її викладання
Частина III
(для студентів фізико-математичного факультету)**

Кіровоград, 2008

ББК 74.265.2

Л - 12

УДК 53 (07)

Рецензенти: Садовий М.І. – доктор педагогічних наук, професор;

Величко С.П., Вовкотруб В.П. Лабораторні роботи з шкільного курсу фізики та методики її викладання. Методичні рекомендації для студентів, вчителів і викладачів фізики /За ред.. С.П.Величка. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2008. - 68 с.

Друкується за рішенням вченої ради Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка
(протокол № від квітня 2008 року)

© Величко С.П.,
Вовкотруб В.П., 2008

ВСТУП

В підготовці майбутнього вчителя фізики дуже важливим є лабораторний практикум з питань методики і техніки шкільного фізичного експерименту. Виконуючи лабораторні роботи, студенти навчаються методично і технічно правильно ставити різноманітні фізичні експерименти, знайомитися з основами організації та оснащення шкільного кабінету фізики необхідним навчальним обладнанням, вивчають значну кількість фізичних приладів промислового та саморобного виготовлення, вивчають основну методичну літературу з питань ефективного виконання демонстрацій, проведення фронтальних лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму та індивідуальних самостійних спостережень учнів в обсязі шкільного курсу фізики, а також роблять перші спроби оцінювати різні методичні рекомендації. Значне місце в лабораторному практикумі відводиться питанню розвитку у студентів винахідницьких здібностей, стимулюванню бажання проектувати і виготовляти нові прилади та удосконалювати існуючі. Студентам пропонується також багато змістовних і цінних порад і пропозицій для майбутньої діяльності, а також конкретних, досить ефективних саморобних приладів, розроблених в науковому центрі кафедри фізики та методики її викладання, що суттєво поліпшують навчально-виховний процес з фізики та сприяють підвищенню професійної підготовки майбутнього вчителя.

Перший цикл лабораторних робіт з методики і техніки фізичного експерименту передбачає ознайомлення студентів із загальними принципами і основами організації навчального фізичного експериментування в школі, зокрема, фізичному кабінеті, а також із змістом і технікою виконання фізичного експерименту згідно з розділами курсу фізики в 7-8 класах основної школи за програмами дванадцятирічного навчання.

До кожної лабораторної роботи студентам пропонуються інструктивні матеріали і вказівки, які включають назву теми і мету роботи, перелік обладнання, завдання, контрольні запитання. В разі потреби наводяться детальніші короткі вказівки з питань будови, принципів роботи і призначення окремих приладів, пропозиції до виконання окремих дослідів. За необхідності наводяться посилання на джерела інформації, відповідно до єдиного списку рекомендованих джерел, наведених в кінці даного посібника. З

метою ефективного виконання завдання рекомендується у процесі підготовки до лабораторного заняття опрацювати достатню кількість методичних матеріалів, визначених програмами з фізики та рекомендованих інструктивними матеріалами даного посібника.

Змістом частини робіт передбачено формування вмінь і методів щодо методики і техніки виконання демонстрацій за розділами чи темами курсу фізики 7, 8 і 9 класів. Змістом решти робіт охоплено програму виконання фронтальних лабораторних робіт і експериментальних задач за відповідними розділами і темами.

Готуючись до кожного лабораторного заняття, студент має опрацювати навчальний матеріал відповідного розділу шкільного підручника, ознайомитися з вимогами навчальних програм щодо вивчення визначеного матеріалу, особливостями його викладання в основній школі, достатньо мати інформації щодо обладнання та методів і варіантів виконання передбаченого програмами навчального експерименту.

В зошиті до лабораторної роботи студент робить рисунки чи схеми установки відповідно до раціонального розміщення приладів в процесі постановки дослідів. До фронтальних лабораторних робіт складає інструкції для учнів.

Після виконання відповідних завдань на занятті лабораторного практикуму до відповідної демонстрації виконують записи висновків, результати вимірювань і розрахунків. Разом записують методичні особливості, які є найбільш характерними для кожного окремого досліду чи варіанту лабораторної роботи. До виконання шкільних лабораторних робіт складаються звіти учня.

Викладачем перевіряється рівень підготовки студента до лабораторного заняття: обсяг і якість знань змісту навчального матеріалу за розділами підручників, оптимальність уявлень і відомостей про назви, призначення і фізичні основи роботи приладів, вузлів, установок, якість виконаних рисунків і змісту інструкції чи вказівок. Після виконання завдань – одержані результати та їх оформлення. За негативної оцінки за допуск студент не допускається до виконання завдань лабораторного заняття.

Кінематика

Завдання: 1. Вивчити зміст розділу «Кінематика» відповідно до навчальних програм.

2. Підготуйтеся до виконання демонстраційного експерименту до розділу.

3. Виконайте всі демонстрації, визначені програмами, опишіть особливості і зауваження до змісту кожної демонстрації

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Дослід 1. Відносність руху.

Обладнання: 1. Візок саморухомий. 2. Дерев'яний брусок з наклеєною стрілкою.

На демонстраційному столі демонструють рух візка відносно столу, відносно бруска і руху візка з бруском на ньому відносно столу (рис. 1-2). За результатами роблять висновки щодо відносності руху, визначаючи для кожного дослідів тіло відліку і початок відліку. Вводять поняття системи відліку.

Дослід 2. Прямолінійний і криволінійний рухи.

Обладнання: 1. Візок саморухомий. 2. Дерев'яний брусок з наклеєною стрілкою. 3. Обертювий диск на штативі з нанесеними діаметральними лініями і концентричними колами.

1. Виконують пробний рух візка для визначення відстані між положеннями через однакові проміжки часу (інтервалами між спалахами лампочки на візку. Розставляють орієнтовно покажчики. Після повертають візок в початкове положення і виконують дослід, корегуючи положення покажчиків. Після зупинки візка прикладають демонстраційну лінійку до покажчиків і акцентують увагу учнів на однаковості відстаней між сусідніми покажчиками (рис. 3-4). Повторюють дослід за інших швидкостей руху візка. Роблять висновки і формулюють визначення рівномірного прямолінійного руху

2. На вертикально закріпленому на вісі диску визначають різні точки і відмічають їх магнітами (рис. 7). Обертаючи диск спостерігають за рухом магнітів. Визначають траєкторії руху магнітів, порівнюють їх з траєкторіями руху візка, роблять висновки, формулюють визначення не прямолінійного руху.

3. Біля краю диску в отворі закріплюють тонку шпильку і підвішують до неї гачком брусок, обернений наклеєною стрілкою до класу (рис. 5-6). Акцентують увагу учнів на положенні стрілки. Повільно обертають диск і спостерігають, що брусок – стрілка на ньому постійно знаходяться у

вертикальному положенні. Роблять висновки, вводять поняття поступального руху.

Дослід 3. Падіння тіл у повітрі та розрідженому просторі (трубка Ньютона).

Обладнання: 1. Трубка Ньютона. 2. Насос Комовського. 3. Гумовий товстостінна трубка.

Трубку Ньютона тримають горизонтально за знаходженні тіл в трубці біля одного з її кінців. Пояснивши учням сутність досліду, пропонують спостерігати за тілами в трубці (рис. 8).

Трубку швидко встановлюють у вертикальне положення так, щоб верхнім кінцем був той, в області якого знаходились тіла. Спостерігають за не одночасним досягненням тілами протилежного нижнього кінця трубки.

Приєднують штуцер трубки до розріджу вального штуцера насоса Комовського. Відкривають на трубці кран і відкачують повітря. Закривши кран, від'єднують трубку від шлангу. Повторюють дослід, спостерігають майже одночасне досягнення тілами протилежного кінця трубки. Роблять висновок про роль повітря у вільному падінні тіл.

Дослід 4 .Напрям швидкості при русі по колу.

Обладнання: 1. Відцентрова машина ремінна. 2. Стакан від калориметра. 3. Екран. 4. Похиле дзеркало. 5. Склянка з водою.

Відцентрову машину встановлюють горизонтально. Закріплюють в ній стакан від калориметра зі стержнем. Над стаканом встановлюють похиле дзеркало так, щоб в ньому зручно спостерігався з кожного учнівського місця стакан від калориметра. Установку відгороджують від демонстратора екраном, разом забезпечуючи доступ руки до ручки відцентрової машини. Стакан більше половини заповнюють водою (рис. 9).

Увагу учнів акцентують на стакані, запропонувавши відмітити напрям руху краплин води від стакану при його обертанні. Обертають стакан, поступово збільшуючи швидкість, спостерігають, що краплини води, які залишають стакан, рухаються вздовж дотичних до краю стакану.

Дослід 5. Обертання тіла з різною частотою.

Обладнання: 1. Універсальний електродвигун. 2. ЛАТР-2М. 3. Стробоскоп. 4. Стробоскопічний диск. 5. Електронний лічильник-секундомір ССМ з фотодавачами. 6. Непрозора пластинка, закріплена на диску. 7. Тахометр демонстраційний.

1. Збирають установку за рис. 6. Універсальний двигун живлять від мережі через ЛАТР – 2М. Вмикають стробоскоп і, встановивши низьку частоту спалахів світла, спрямовують промінь на диск. Вмикають живлення електродвигуна і повільно збільшуючи напругу, а отже і швидкість обертання диска, спостерігають за обертанням секторів. За певної швидкості спостерігають як сектори зупиняються. Роблять висновок про частоту обертання диска.

Збільшують швидкість обертання диску, а потім і поступово збільшують частоту спалахів стробоскопа. Досягають умов, коли сектори диску «зупиняються». Оцінюють частоту обертання диска для кожного досліду.

2. За відсутності умов для збирання описаної установки збирають іншу, до якої входять обертовий диск і лічильник-секундомір з фотодавачами (рис. 5). Також на краю диску закріплюють маленьку не прозору пластинку. Доцільно диск обертати за допомогою низьковольтного електродвигуна, забезпечивши надійне фрикційне зчеплення вісі двигуна з шківом диска.. Біля країв диска закріплюють фотодавачі так, щоб закріплена на диску пластинка при обертання диска перекривала промені фотодавачів.

Вмикають живлення електродвигуна і досягають повільного і рівномірного обертання диска. Після вмикають живлення секундоміра і встановивши на його табло нулі, вмикають кнопку режиму роботи на відлік часу. В мить перекривання променя першого фотодавача розпочинається відлік часу, а при перекриванні променя другого – відлік часу припиняється.

Дослід повторюють встановивши фотодавачі поряд. Відміряють час одного обороту за певної швидкості обертання. Відставляють фотодавачі і користуючись органами керування роботою секундоміра, вимірюють час кількох оборотів за такої ж швидкості. За результатами вимірювань визначають скільки оборотів здійснює диск за одиницю часу і за який час здійснює один оборот. Вводять поняття періоду і частоти обертання тіла. Збільшують швидкість обертання диску і дослід повторюють.

3. З'єднують вісь електродвигуна з тахометром, демонструють його дію, за певних швидкостей обертання визначають період обертового руху. Пов'язують період з частотою

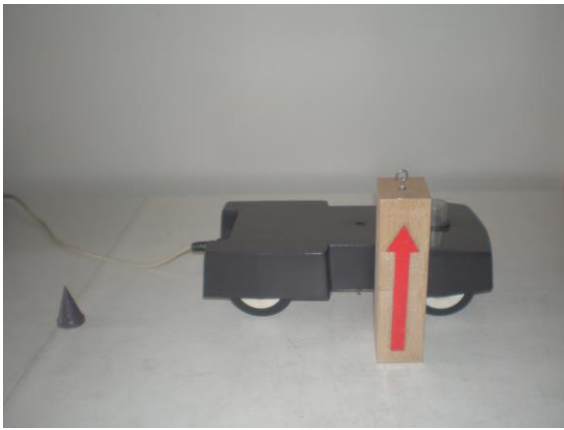


Рис. 1. Рух візка відносно столу.

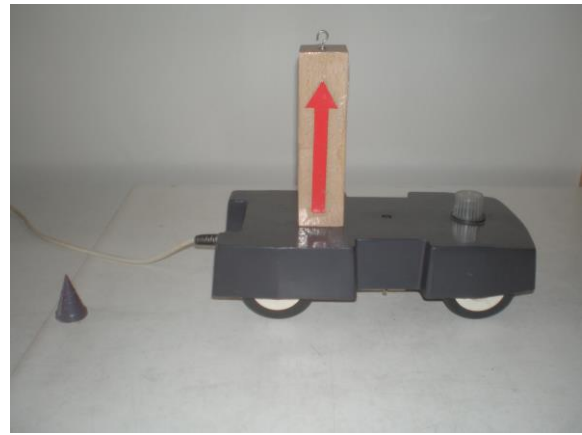


Рис. 2. Рух візка і бруска столу.



Рис. 3. Рівномірний рух візка і Бруска.



Рис. 4. Рівномірний рух візка.



Рис. 5. Криволінійний рух точок диску і бруска.



Рис. 6. Поступальний рух бруска



Рис. 7. Обертання тіла з різною частотою: магнітів на диску і стробоскопічного диска.



Рис. 8. Прилад трубка Ньютона.



Рис. 9. Демонстраційна установка демонстрації напрямку швидкості при русі по колу

Лабораторна робота № 19

Динаміка

Завдання: 1. Вивчити зміст розділу «Динаміка» відповідно до навчальних програм.

2. Підготуйтеся до виконання демонстраційного експерименту до розділу.

3. Виконайте всі демонстрації, визначені програмами, опишіть особливості і зауваження до змісту кожної демонстрації

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Дослід 1. Вимірювання сил.

Обладнання: 1. Динамометри лабораторні і демонстраційні. 2. Набір вантажів. 3. Тримач зі спіральною пружиною. 4. Демонстраційний метр. 5. Штатив з муфтами, лапкою і коротким стержнем.

На штативі закріплюють спіральну пружину і вертикально лінійку. На лінійці відмічають початкове положення нижнього кінця пружини. Підвішують один вантаж і відмічають положення нижнього кінця пружини. Знову підвішують два однокових вантажі, а потім три і т. д. Роблять висновок, що видовження пружини пропорційне вазі вантажів, отже в такий спосіб вимірюють сили.

Демонструють вимірювання ваги тих же вантажів різними трубчатим і з круглим циферблатом динамометрами. Демонструють і інші моделі динамометрів (рис. 10), звертають увагу на рівномірність їхніх шкал.

Дослід 2. Додавання сил, що діють під кутом одна до одної.

Обладнання: 1. Комплект динамометрів демонстраційних. 2. Магнітна дошка. 3. Набір вантажів.

Використовують комплекти обладнання з магнітними тримачами і магнітною дошкою. На дошці закріплюють на одній висоті два динамометри. До гачків останніх підвішують нитки, а до кінців останніх вантаж. Положення динамометрів корегують, досягши між нитками кут, який легко визначається (рис. 11). Записують показання динамометрів і вагу вантажу. Вимірюють кут між напрямками сил і вертикалю. Вимірюють вагу вантажу одним динамометром. Знаходять суму проєкцій сил на вертикаль і порівнюють з вагою вантажу. Роблять висновки про правила додавання сил.

Дослід 3. Вага тіла при прискореному підніманні та падінні.

Обладнання: 1. Штатив універсальний на тринозі. 2. Нерухомий блок. 3. Міцна нитка. 4. Набір вантажів. 5. Динамометр трубчатий. ∴ Динамометр з круглим циферблатом.

Біля верхнього кінця стержня штативу закріплюють нерухомий блок. До одного кінця перекинутої через блок міцної нитки підвішують трубчатий динамометр з вантажем, а до іншого лише вантаж (рис. 12).

Дослід складають два етапи, які відрізняються співвідношенням мас тіл, підвішених до кінців нитки.

1. Маса вантажу з динамометром менша. В початковому положення динамометр з вантажем тримають нижче від вантажу на іншому кінці нитки. Звертають увагу на показання динамометра. Зосереджують увагу на шкалі динамометра і відпускають їх. Спостерігають, що при русі вгору вага підвішеного до динамометра вантажу збільшується.

2. Маса вантажу з динамометром більша. В початковий момент вантаж на іншому кінці нитки тримають біля поверхні столу – значно нижче вантажу з динамометром. Відпускають вантаж і, спостерігаючи за показаннями динамометра, відмічають зменшення ваги підвішеного до нього вантажу.

Дослід 4. Рівновага тіл під дією декількох сил.

Обладнання: 1. Важель-лінійка. 3. Набір вантажів. 3. Динамометр демонстраційний (комплект).

До одного плеча важель-лінійки підвішують вантаж, а до іншого динамометр. Переміщенням динамометра по вертикалі досягають рівноваги важеля. Звертають увагу на значення плечей і, знявши вантаж, записують значення ваги і сили та значення відповідних плечей. Дослід повторюють за інших значень величин сили, ваги вантажу і плечей. Визначають значення моментів сил. Приписують моментам сили знаки, роблять висновок про умову рівноваги тіл, що мають закріплену вісь обертання.

Виконують дослід з пластиною неправильної форми, з нерухомою віссю обертання на магнітній дошці. До кількох точок пластини прикладають сили з боку пружин динамометрів, закріпивши останні на магнітній дошці. Користуючись кутником, вимірюють моменти сил. Визначивши знаки моментів, визначають їх суму, роблять висновки.

Ліквідовують закріплену вісь обертання пластини. Обирають на дошці будь-яку точку, але таку, щоб зручно було визначати плечі сил відносно неї. Вимірявши плечі сил і сили, перевіряють правило моментів сил. Роблять висновок про умову рівноваги тіла.

Увага! За порівняно відчутної маси пластини, визначають її центр мас і масу та враховують момент сили центра мас пластини відносно обраної точки.

Дослід 6. Закони Ньютона.

Обладнання: 1. Штатив. 2. Жолоб. 3. Пісок. 4. Прилад для демонстрації II закону Ньютона. 5. Установка для демонстрації III закону Ньютона, джерело струму, ключ, провідники.

1. Одну частину жолоба встановлюють під невеликим кутом до поверхні столу так, що продовженням його нижнього кінця слугує друга частина

жолоба. В останній насипають пісок (рис. 13). Відпускають кульку з верхнього кінця похилого жолоба і спостерігають як остання застряє в піску.

Заміняють пісок смужкою тканини і повторюють дослід. Спостерігають, що кулька пододала більший шлях до зупинки.

Знявши всякі перешкоди на жолобі, повторюють дослід – кулька рухається до краю столу.

За результатами досліду роблять висновок, вводять поняття інерції, формулюють перший закон Ньютона.

Висновки підтверджують виконанням дослідів з візком і бруском, демонструючи інерцію спокою бруска (падіння назад) при різкому рушанні візка, та продовження руху бруска (падіння вперед) при раптовій зупинці візка біля перешкоди.(рис. 13).

2. Експериментальне введення другого закону Ньютона здійснюють із саморобним приладом (рис.14). До виконання дослідів ознайомлюють учнів з методом дії на кульки різної сили за різної деформації сталюї пластини. Також показують залежність відхилення кульок від одержаного прискорення при дії на них кінця пластини. Звертають увагу на відмінність мас кульок, відмічають відповідність їх кольорів чи розмірів.

Перший етап досліду проводять з однією кулькою і встановлюють залежність одержаного нею прискорення від діючої сили: $a \sim F$

В другому етапі використовують дві кульки і встановлюють залежність прискорення від маси тіла при дії не змінної сили: $a \sim \frac{1}{m}$.

Об'єднавши результати етапів, одержують: $a \sim \frac{F}{m}$, або $F \sim ma$.

Ввівши коефіцієнт пропорційності, який рівний 1, одержують

$$F = ma.$$

Дослід 7. Реактивний рух.

Обладнання: 1. Установка: ракета. 2. Штатив з муфтою і кільцем. 3. Гумова трубка з лійкою і Г-подібним наконечником. 4. Противень. 5. Насос Шинца. 6. Прилад: Сегнерове колесо, посудина з водою, похиле дзеркало.

Установку збирають за рис. , встановивши Сегнерове колесо на демонстраційному столі, а над ним похиле дзеркало для зручного спостереження учнями (рис. 16. Наливають в конусоподібну посудину води і спостерігають обертання колеса під дією реактивної сили витікаючи з сопел струмин води.

Демонструють реактивний рух ракети. Останню встановлюють на пускову установку, приєднують нагнітальний штуцер насоса і накачують повітря. Виконують пуск і ракета виконує політ Для запобігання падання ракети до неї прив'язують нитку, а інший кінець до штатива. Після польоту ракета зависає на нитці.

Дослід 8. Пружний удар двох кульок.

Обладнання: 1. П-подібна опора зібрана з комплекту штатива. 2. Дві кульки підвішені на нитяних біфілярних підвісах однакової довжини.

Збирають установку, підвісивши на біфілярних підвісах дві однакових кульки так, щоб відстань між їхніми центрами дорівнювала діаметру кульки.

Відводять одну кульку в сторону на висоту h і відпускають. Спостерігають як при зіткненні перша кулька зупиняється, а друга відхиляється піднявшись на таку ж висоту. Роблять висновок, що векторна сума імпульсів в процесі взаємодії не змінилась. Висновок підтверджують повторивши дослід за зміни ролі кульок.

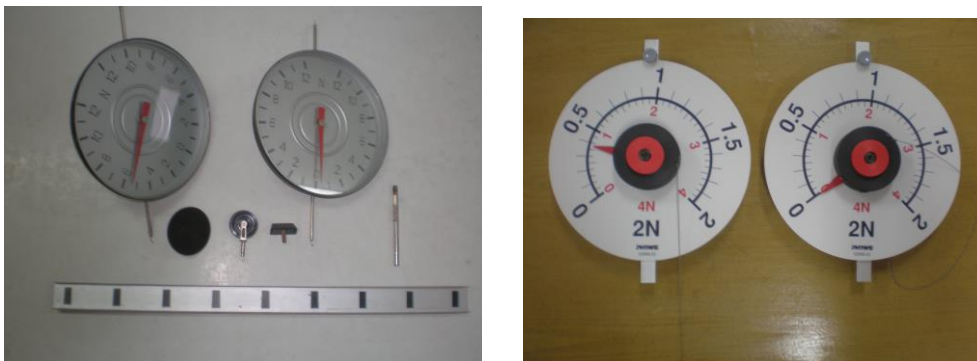


Рис. 10. Динамометри демонстраційні з круглим циферблатом старої і нової модифікації

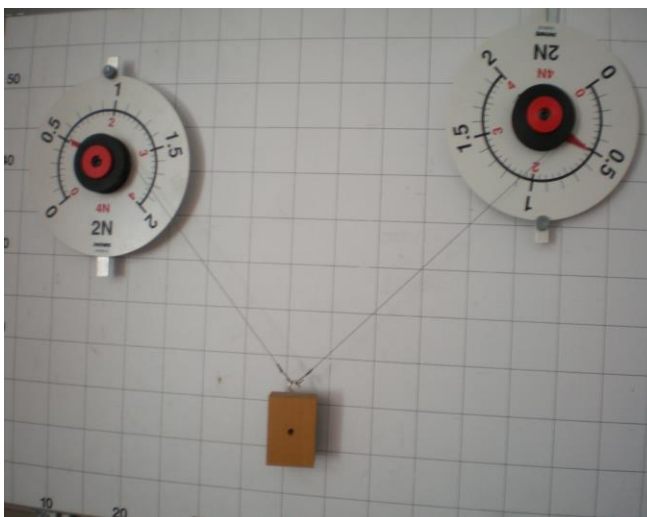


Рис. 11. Вимірювання результуючої сил, що діють під кутом одна до одної.



Рис. 12. Вага тіла при прискореному підніманні і падінні.



Рис. 13. Демонстрація першого закону Ньютона.



Рис. 14. Демонстрація Другого закону Ньютона

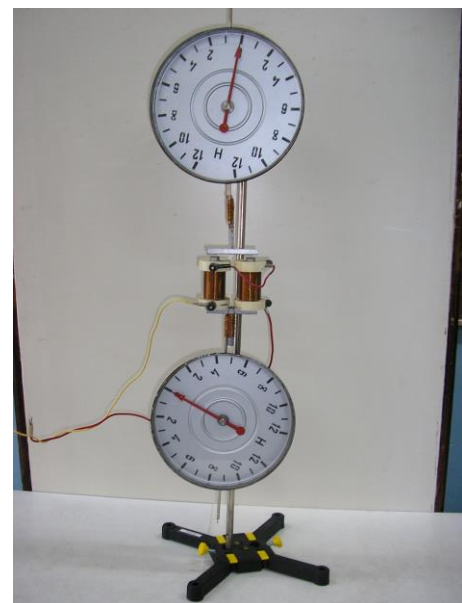


Рис. 15. Демонстрація третього закону Ньютона



Рис. 16. Демонстрація реактивного руху з сегнеровим колесом і моделлю ракети.

Властивості газів, рідин, твердих тіл

- Завдання:* 1. Вивчити зміст розділу відповідно до навчальних програм.
2. Підготуйтеся до виконання демонстраційного експерименту до розділу.
3. Виконайте демонстрації, визначені програмами, опишіть особливості і зауваження до змісту кожної демонстрації

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Дослід 1. Властивості насиченої пари.

Обладнання: 1. Саморобний прилад, зібраний з верхньої посудини (лійки), двох кранів, трійника і пробірки, з'єднаних гумовими трубками і корком з отвором. 2. Манометр демонстраційний закритий зі шкалою 0-1,6 атмосфери. 3. Насос Косовського. 4. Сірчаний ефір. 5. Склянки з холодною і теплою водою.

Збирають установку за рис. . Закривають верхній кран і вливають в посудину над цим краном сірчаний ефір. На посудину одягають гумову грушу або кульку для запобігання випаровування ефіру в приміщення. При відкритому нижньому крані відкривають крани на манометрі і відкачують повітря. За положення стрілки манометра майже на нулі шкали закривають кран на манометрі через який останній сполучений з насосом. Слідкують за показаннями манометра: якщо вони не змінюються, то установка готова до демонстрації.

Закривають нижній кран на приладі і швидко відкривають верхній кран, впускаючи в трубку приладу кілька крапель ефіру. Звертають увагу учнів на те, що в трубці ефір повністю випаровується і манометр показує тиск насиченої пари.

Впускають в трубку нову порцію ефіру аж доки над нижнім краном не з'явиться рідина і пара не залишиться насиченою. Звертають увагу, що введена нова порція ефіру не змінила показання манометра. Роблять висновок, що насичена пара рідини за не змінної температури залишається сталою.

Відкривають нижній кран і пропускають через нього ефір в пробірку. Звертають увагу, що об'єм насиченої пари значно збільшився, проте показання манометра не змінилися. Зменшують об'єм шляхом впускання до пробірки нової порції ефіру, проте і за таких умов тиск насиченої пари не змінюється. Роблять висновок, що тиск насиченої пари не залежить від зміни її об'єму.

Змінюють температуру пробірки з ефіром. Для цього підносять знизу склянку з холодною водою. Спостерігають, що показання манометра поступово зменшуються – тиск насиченої пари зменшується. Коли ж підносять склянку з теплою водою (30-35⁰ С) то спостерігають швидке

підвищення тиску. Роблять висновок, що тиск насиченої пари залежить від температури.

Дослід 2. Кипіння води за зниженого тиску.

Обладнання: 1. Кругло донна колба з корком зі вставленою трубкою. 2. Гумова товстостінна трубка. 3. Насос Шінца. 4. Штатив з лапкою і кільцем. 5. Спиртівка.

Наповнюють наполовину колбу водою і нагрівають її майже до кипіння. Приймавши нагрівник (спиртівку), колбу закривають корком сполученим через гумову трубку з розріджу вальним штуцером насоса. Відкачують з колби повітря і пару води. За зниження тиску вода бурхливо закипає (рис. 17.). Припиняють відкачування і кипіння припиняється. Потім знову відкачуванням повітря і пари досягають стану кипіння води. Дослід виразно доводить, що із зменшенням тиску вода кипить при заниженій температурі.

Дослід 3. Будова і принцип дії психрометра і гігрометра.

Обладнання:

1. Дві однакових блискучі кулі з комплекту до шкільних електрометрів встановлюють на штативах на чорному фоні. Звернувши увагу учнів на однаковість блиску відполірованих поверхонь куль. Після в одну кулю до половини вливають воду з шматочками льоду. Спостерігають як через деякий час поверхня кулі вкривається росою, її поверхня стає матовою, що чітко помітно в порівнянні з сусідньою кулею. Пояснюючи явище, підкреслюють, що поява роси з повітря за даних умов відбувається за певної температури, яку називають точкою роси (рис.18).

2. Пояснюючи будову психрометра, знімають з колби термометра пристосування для його зволоження і звертають увагу учнів на те, що психрометр складається з двох однакових термометрів (рис. 19). Пристосування повертають на колбу термометра і вливають в нього кілька крапель води, досягаючи тривалого зволоження колби. Через кілька хвилин знімають показання термометрів і за їх різницею з допомогою таблиці визначають відносну вологість повітря.

3. Волосяний гігрометр (рис. 20) не потребує спеціальних прийомів демонстрування Він складається з двох стійок, між якими закріплена знежирена волосина . Верхній її кінець закріплений в штифті, за допомогою якого регулюють натяг волосини. Нижній кінець перекинута через блок і закріплений на ньому разом з противагою. За зміни вологості повітря довжина волосини змінюється і стрілка по шкалі вказує на відносну вологість повітря в процентах. Варто звернути увагу на те, що робоче положення приладу є вертикальним.

Демонструючи гігрометр в круглому корпусі, пояснюють, що в ньому закладений той же принцип дії, проте вісь, на якій закріплена стрілка повертається за умов видовження волосин завдяки пружині, а не противаги. Відповідно це дозволяє розташовувати прилад в будь-якому положенні.

Дослід 4. Поверхневий натяг рідини.

Обладнання: 1. Хімічний стакан. 2. Посудина з 60%-ний розчином цукру. 3. Канцелярська кнопка, змащена злегка вазеліном. 4. Бюретка, закріплена на штативі. 5. Кристалізатор. 6. Освітлювач для тіньового проектування.

1. Хімічний стакан наповнюють до верха водою так, щоб була помітною випукла форма її поверхні, яку проектують на екран освітлювачем для тіньового проектування. Обережно опускають на поверхню канцелярську кнопку загостренням догори. Кнопка плаває на поверхні.

2. Проектують на екран кінець бюретки з краном. Заливають в бюретку розчин цукру. Повільно відкриваючи кран спостерігають процес утворення краплини.

Досліди переконують учнів в тому, що поверхня рідини володіє специфічними властивостями, що певною мірою нагадують властивості тонкої гумової плівки.

Дослід 5. Скорочення поверхні мильних плівок.

Обладнання: 1. Дротяні каркаси з нитками (рис. 21). 2. Штатив. 3. Освітлювач для тіньового проектування. 4. Посудина з мильним розчином.

1. Підвішують до штативу дротини, краї яких з'єднані нитками, довжиною 3-5 см.. Знизу підносять плоско паралельну посудину з мильним розчином так, щоб каркас повністю занурився в розчин. Повільно опускають посудину, одержуючи між дротинами і нитками суцільну мильну плівку. Звертають увагу, що нижня дротина підтягнута догори і нитки набули форми дуг. Злегка тягнуть донизу за нижню нитку, при цьому плівка розтягується і каркас набуває форми правильного прямокутника. Відпускають нижню нитку, каркас набуває попередньої форми.

2. Заміняють каркас кільцем з нитяною петлею. Зануривши і вийнявши з мильного розчину, одержують суцільну плівку, що затягує кільце. Руйнують плівку однієї частини кільця і спостерігають значне зменшення поверхні плівки: нитка набуває форми дуги.

Дослід повторюють, зруйнувавши плівку всередині петлі і остання набуває форми правильного кола.

Досліди переконують в наявності поверхневого натягу. У всіх випадках плівка набуває мінімальної площі поверхні, а сили поверхневого натягу завжди спрямовані перпендикулярно до будь-якого елементу контуру, що обмежує плівку.

Дослід 6. Капілярне піднімання рідини.

Обладнання: 1. Капіляри на стійці. 2. Проекційний апарат. 3. Кристалізатор. 4. Посудина з підфарбованою водою. 5. Складені скляні пластинки, скріплені двома гумовими кільцями. 6. Тонка скляна паличка.

1. В широку посудину сполучених посудин-капілярів вливають підфарбовану воду і прилад проектують на екран. Звертають увагу учнів на

різницю в діаметрах посудин-капілярів і відповідні рівні рідини в них (рис. 22).

2. Краї скріплених скляних пластин, розташованих пуд кутом, опускають в кристалізатор з підфарбованою водою і проектують на екран. Спостерігають за висотою і гіперболічною формою поверхні води між пластинами (рис. 23), роблять висновки.

Дослід 7. Пружна і залишкова деформації.

Обладнання: 1. Прилад для демонстрації пружних деформацій. 2. Штатив. 3. Вантаж. Алюмінієва смужка, закріплена в штативі.

1. Знайомлять учнів з будовою моделі для демонстрації пружних деформацій., звертають увагу на частини тіла і їх взаємне розміщення без навантажень і прикладених сил.

Встановлюють прилад на два однакових бруски-підставки так, щоб нижній гачок знаходився між брусками. Натискають зверху на брусок спочатку на середину поверхні, а потім на край. Спостерігають деформацію стиснення і згину (Рис. 24).

Підвішують модель верхнім гачком до закріпленого струбциною штатива. До нижнього гачка підвішують вантаж. Спостерігають деформацію розтягу. До кожного досліду описують виникнення і напрямки сили пружності.

2. Встановлюють вертикально закріплену алюмінієву смужку, а біля верхнього кінця показчик (наприклад кінець закріпленого на цьому ж штативі стержня). Злегка відхиляють верхній край смужки і відпускають. Спостерігають, що смужка набула попередньої форми. Дослід повторюють збільшивши вигинання смужки, спостерігають наявність залишкової деформації. Вводять поняття межі пружності.

Дослід доцільно повторити зі сталлюю і скляною смужками, демонструючи і руйнування останньої. За результатами досліду визначають, що різні тіла володіють різними межами пружності, а також вводять поняття межі міцності.

Дослід 8. Вирощування кристалів.

Обладнання: 1. УПА з пристосуванням для горизонтальної проекції (або графопроектор). 2. Чисте скло. 3. Кристалізатор. 4. Перенасичений розчин гіпосульфату. 5. Кристали гіпосульфату.

На пристосування для горизонтальної проекції УПА (або на столик графопроектора) кладуть чисте скло для запобігання пошкодження конденсора. На скло ставлять кристалізатор і наливають в нього тонкий шар перенасиченого приготовленого розчин. В розчин кладуть маленький кристалик. Через деякий час внаслідок випаровування частини води під впливом теплового потоку і дії світла спостерігають ріст цього кристалика і утворення інших.



Рис. 17. Демонстрація кипіння води за зниженого тиску.



Рис. 19. Психрометр з психрометричною таблицею



Рис. 18. Демонстрація принципу дії і будови гігрометра



Рис. 20. Волосяний гігрометр.

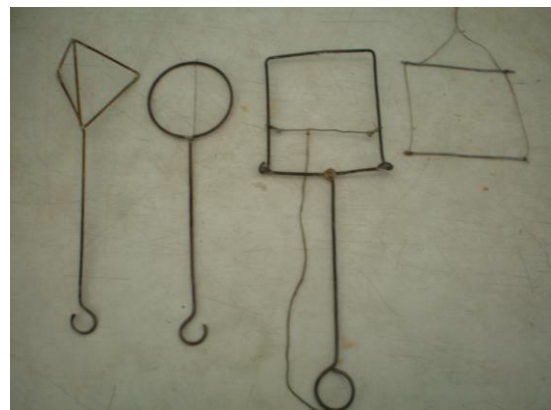


Рис. 21. Дротяні каркаси.

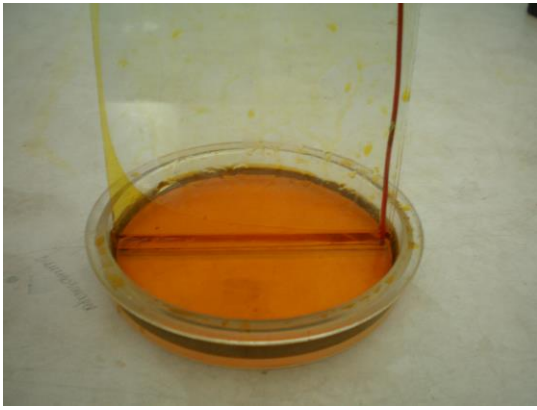


Рис. 22. Капілярне піднімання рідини в клиноподібному капілярі



Рис. 23. Піднімання рідини в капілярах



Рис. 24. Демонстрації пружна деформації.

Основи термодинаміки

- Завдання:* 1. Вивчити зміст розділу відповідно до навчальних програм.
2. Підготуйтеся до виконання демонстраційного експерименту до розділу.
3. Виконайте демонстрації, визначені програмами, опишіть особливості і зауваження до змісту кожної демонстрації

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Дослід 1. Залежність між об'ємом тиском і температурою.

Обладнання: 1. Прилад Калімуліна. 2. Манометр демонстраційний. 3. Гальванометр М1032 з термопарою, або термометр демонстраційний. 4. Скляна посудина 5. Гумова трубка.

Збирають установку за рис. 25. Закривають вільний кран манометра, звертають увагу учнів на показання манометра за тиску 1 атмосфера, за необхідності визначають поправку до показань. За показаннями термометра відмічають кімнатну температуру. Об'єм газу визначають за вертикальною шкалою у відносних одиницях.

На дошці записують параметри першого стану газу, а також визначають і записують кількісне значення виразу $\frac{p_1 V_1}{T_1}$.

Опускають сильфон в посудину з теплою водою, змінюють об'єм, відмічають зміну тиску. Відмічають кількісні значення параметрів. Знову на дошці записують параметри вже другого стану газу і, відповідно, значення виразу $\frac{p_2 V_2}{T_2}$.

Доцільно повторити дослід за умови вміщення сильфону у холодну воду. Порівнюють результати виразів, знаходять, що вони майже однакові, роблять висновки.

Дослід 2. Зміна внутрішньої енергії тіла внаслідок виконання роботи.

Обладнання: 1. Прозора пляшка. 2. Корок з трубкою до пляшки. 3. Гумові трубка. 4. Насос Шінца.

В пляшку наливають кілька грам води, закривають корком, з'єднаним гумовою трубкою з нагнітаючим штуцером насоса.

Перед виконанням дослідження акцентують увагу учнів на станом повітря в пляшці після того як розкоркується пляшка. Накачують в пляшку повітря. За певного тиску корок з пляшки вилітає, а в пляшці утворюється густий туман, який починає виходити з пляшки (рис. 26). За результатами дослідження констатують, що при виконанні роботи повітрям знижується його температура, а отже внутрішня енергія за рахунок витраченої на виконання роботи. Зниження температури сягає точки роси про що і свідчить утворення туману.

Дослід 4. Принцип дії теплового двигуна.

Обладнання: 1. Штатив з двома муфтами і кільцем. 2. Трубка Тіндаля з корком. 3. Спиртівка. 4. Склянка з водою.

Збирають установку за рисунком 27. В трубку Тіндаля наливають 3-4 см³ води і закривають корком. Трубку закріплюють в муфті штативу в похилому положення. Під трубкою на кільці розміщують спиртівку так, щоб її полум'я сягало трубки.

Перед дослідом установку розташовують так, щоб трубка була спрямована вздовж демонстраційного столу. Увагу учнів акцентують на трубці і запалюють спиртівку. Через деякий час вода в трубці нагріється до температури вищої 100⁰ С, під тиском пари корок з шумом вилітає з трубки. Результат досліду свідчить про перехід внутрішньої енергії пари в механічну, як в паровій машині.

Дослід 5. Моделі різних видів теплових двигунів.

Обладнання: 1. Модель чотиритактного двигуна внутрішнього згорання. 2. Модель дизельного двигуна. 3. Модель парової машини. 4. Модель парової турбіни.

Пояснюють будову і принцип дії двигунів на відповідних моделях (рис. 28). Звертають увагу на відмінностях роботи чотиритактного і однокітального двигунів, такти роботи парової машини, відсутності в парових турбінах поступального руху частин двигуна. На кожній моделі виділяють нагрівник, робоче тіло і конденсатор.



Рис. 25. Прилад Калімуліна
Для демонстрації газових законів



Рис. 26. Зміна внутрішньої
енергії повітря внаслідок
Виконання ним роботи.



Рис. 27. Принцип дії теплового
двигуна.



Рис. 28. Моделі теплових двигунів

Лабораторна робота № 22.
Електричне поле і струм.

- : Завдання:* 1. Вивчити зміст розділу відповідно до навчальних програм.
2. Підготуйтеся до виконання демонстраційного експерименту до розділу.
3. Виконайте демонстрації, визначені програмами, опишіть особливості і зауваження до змісту кожної демонстрації

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Дослід 1. Електричне поле заряджених кульок

Обладнання: 1. Прилад для демонстрації картин електричних полів. 2. Електрофорна машина або високовольтний випрямляч. 3. Проекційний апарат з насадкою для горизонтальної поверхні. 4. Манна крупа. 5. Трансформаторне масло. 6. Провідники.

В кристалізатор приладу наливають масло в якому у зваженому стані знаходяться крупини манної крупи або гідрохінону. Кристалізатор встановлюють на конденсор проекційного апарату і контакти з'єднують провідниками з контактами високовольтного випрямляча. Встановлюють необхідні електроди і досягають чіткості зображення останніх на екрані (рис. 29).

Вмикають випрямляч і спостерігають на екрані картину. Увагу учнів акцентують на властивостях ліній – перпендикулярності до поверхні зарядів, зміні густини в міру віддалення від зарядів.

Дослід 2. Будова і дія конденсатора постійної та змінної ємності.

Обладнання: 1. Конденсатори постійної ємності: паперовий і електролітичний препарований, керамічний.

1. Препарований конденсатор кладуть на підймальний столик. Пояснюючи, вчитель показує окремі елементи конденсатора: обкладки, діелектрик, корпус, прохідні ізолятори.

Аналогічно демонструють електролітичний конденсатор. Пояснюють, що за випадкового порушення полярності ввімкнення конденсатора до джерела струму, останній не накопичуватиме заряду. Так як шар оксиду на алюмінієвій обкладці не помітний, то доцільно використати відео матеріали.

Показують інші типи конденсаторів (рис. 30-31), виконують на дошці їх позначення.

2. Ознайомлення з конденсатором змінної ємності здійснюють шляхом зміни його електроємності. Конденсатор з'єднують провідниками з електрометром (рис. 31). За закритих пластин конденсатора їх електризують. Відмічають різницю потенціалів між пластинами за відхиленням стрілки електрометра. Змінюють площу перекривання пластин, повертаючи за рукоятку, що свідчить про зміну електроємності конденсатора.

Дослід 3. Енергія зарядженого конденсатора.

Обладнання: Конденсатори великої ємності (50 – 100 мкФ). 2. Джерело постійного струму. 3. Електрична лампа. 4. Вольтметр постійного струму. 5. З'єднувальні провідники.

Конденсатор заряджають від джерела постійного струму напругою 5-10 В, потім розряджають на лампочку (рис. 32). Спостерігають за яскравістю спалаху лампи. Дослід повторюють зменшуючи кожного разу напругу. Спостерігають, що за меншого значення напруги лампочка спалахує менш яскраво. Роблять висновок, що енергія зарядженого конденсатора тим більша, чим більша напруга, до якої заряджається конденсатор.

Дослід повторюють за однокової напруги, але за інших ємностей конденсатора. За результатами роблять висновок, що енергія зарядженого конденсатора тим більша, чим більша його ємність.

Узагальнюючи результати дослідів, вводять формулу енергії ємності конденсатора.

Дослід 4. Залежність сили струму від ЕРС джерела і повного опору кола.

Обладнання: 1. Ванна з цинковим і мідним електродами. 2. Два електроди-щупи 3. Два демонстраційних вольтметри. 4. Демонстраційний амперметр. 5. Реостат на 20 Ом. Вимикач, провідники.

Збирають установку за рис. 33. У ванну наливають електроліт, приготовлений за рецептом: 100 частин H_2O , 37 частин H_2SO_4 і 16 частин $K_2Cr_2O_7$. До цинкового і мідного електродів послідовно приєднують через вимикач амперметр і реостат. Паралельно до зовнішньої ділянки (до контактів електродів) приєднують демонстраційний вольтметр. До демонстраційного амперметра добирають шунт, розрахований на вимірювання струму 1 А, до вольтметра – додатковий опір для межі вимірювання напруги 1 В.

За розімкнутого вимикача вольтметр показує певну напругу. Змінюючи відстань між електродами і глибину їх занурення пересвідчуються, що показання вольтметра практично не змінюються. Роблять висновок, що така напруга характеризує джерело струму і її прийнято називати електрорушійною силою джерела струму.

Замикають зовнішнє коло, спостерігають за показаннями вольтметра і амперметра, відмічають, що показання вольтметра зменшились. Змінюють відстань між електродами і глибину їх занурення в електроліт, відмічають при цьому зміну і сили струму і напруги. Акцентують увагу на зміну сили струму: при збільшенні відстані сили струму між електродами сили струму зменшується. Теж спостерігається при зменшенні занурення електродів в електроліт. Констатують, що причиною є наявність опору всередині джерела струму. Відповідно сила струму в колі залежить не лише від зовнішнього опору R , а й від внутрішнього опору r . Вводять залежність – закон Ома для повного кола.

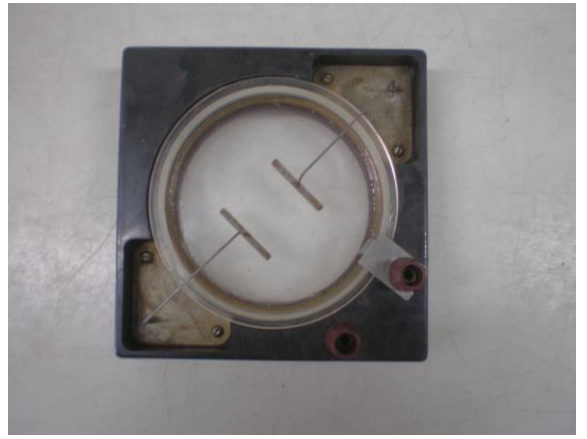


Рис. 29. Прилад для демонстрування силових ліній електричних полів для точкових зарядів і плоского конденсатора.

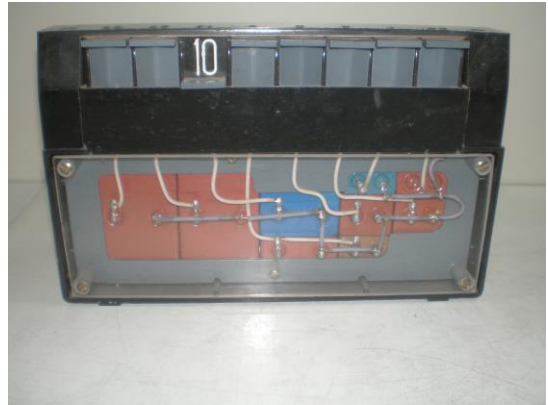


Рис. 30. Батареї керамічних і паперових конденсаторів.



Рис. 31. Конденсатор змінної ємності і електролітичний конденсатор.



Рис. 32. Установка для демонстрації енергії зарядженого конденсатора.

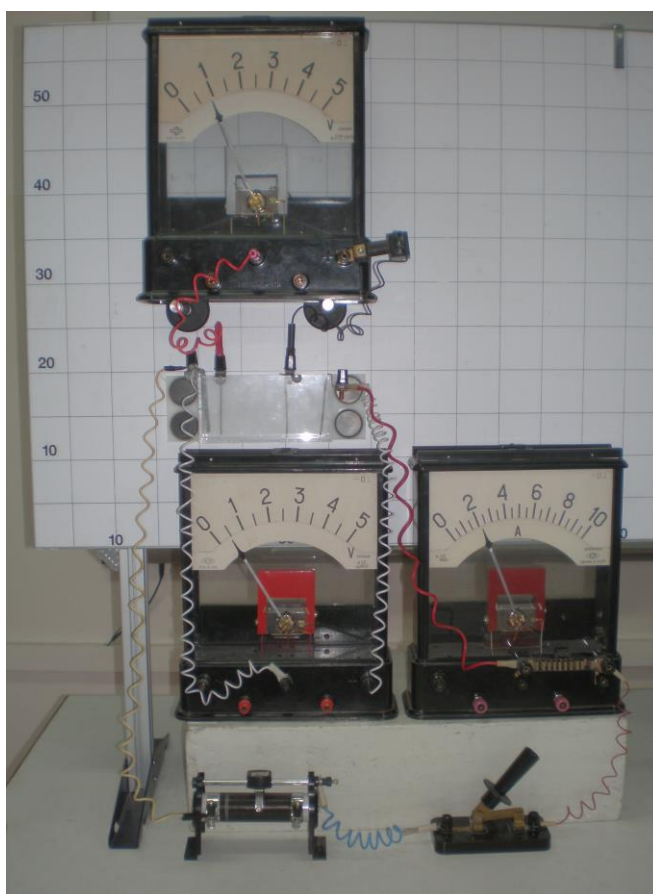


Рис. 33. Установка для демонстрації залежності сили струму від ЕРС джерела і повного опору кола.

Лабораторна робота № 23 **Електромагнітне поле.**

- Завдання:* 1. Вивчити зміст розділу відповідно до навчальних програм.
2. Підготуйтеся до виконання демонстраційного експерименту до розділу.
3. Виконайте демонстрації, визначені програмами, опишіть особливості і зауваження до змісту кожної демонстрації

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Дослід 1. Дія магнітного поля на струм.

Обладнання: 1. Універсальний штатив. 2. Довгий гнучкий провідник, вимикач. 3. Дугоподібний магніт. 4. Акумулятор, або випрямляч В-24М.

Збирають установку за рис. 34. Провідник підвішують так, щоб середина вертикальної ділянки знаходилась між полюсами дугоподібного магніту.

Замикають коло і спостерігають втягування або виштовхування провідника. Міняють місцями на клеммах джерела струму кінці провідника (змінюють полярність ввімкнення провідника, а отже - напрямок струму в провіднику). Замикають коло, спостерігають рух провідника в протилежному до попереднього напрямку. Аналогічно спостерігають зміну напрямку дії на провідник за зміни місцями полюсів магніту (напрямку магнітного поля).

Роблять висновки, що магнітне поле не діє на нерухомі заряди і діє на рухомі.

Дослід 2. Відхилення електронного пучка магнітним полем.

Обладнання: 1. Прилад для демонстрації руху електронів в магнітному полі. 2. Джерело струму. 3. Високовольтний перетворювач. 4. Провідники.

Прилад для демонстрації руху електронів в магнітному полі (рис. 35) складається з кільця Гельмгольца і кульової колби, наповненої неоном за низького тиску. В середині колби встановлений електронний прожектор, призначений для випромінювання електронів.

Під впливом магнітного поля електрони рухаються по колу, радіус якого визначається магнітною індукцією поля, створюваного кільцями Гельмгольца. Рухаючись в розрідженому газі, електрони його іонізують і у затемненому приміщенні видно їхній «слід». Змінюють силу струму, що протікає в кільцях Гельмгольца, спостерігають зміну радіуса кола, по якому рухаються електрони.

Дослід 3. Магнітний запис звуку.

Обладнання: 1. Дві котушки. 2. Стійки для встановлення котушок. 3. Стійка для кріплення магнітної головки. 4. Магнітна головка. 5. Звуковий генератор. 6. Підсилювач звукової частоти. 7. Гучномовець. 8. Низьковольтний електродвигун з редуктором. 9. Кільце з магнітної стрічки.

Збирають установку так. На основі (горизонтально закріпленому стержні штатива, або дерев'яній рейці) закріплюються стійки для котушок і магнітної головки. Останні кріплять на стійках: магнітну головку жорстко, а котушки на горизонтальних осях так, щоб вони могли легко обертатись. За наявності електродвигуна з редуктором, останній кріпиться на одній з стійок для котушки, забезпечуючи фрикційне зчеплення осей редуктора і котушки (або ободу котушки).

На котушки одягають магнітну стрічку, склеєну кільцем. Стрічка має бути легко натягнутою, щоб забезпечити її транспортування котушкою, яку обертатимуть. Магнітну головку вмикають до виходу звукового генератора.

Включають електродвигун, або рівномірно обертають відомий шків (котушку) і вмикають генератор. Через 5-6 секунд генератор вимикають, і магнітну головку вмикають до входу підсилювача, на виході якого ввімкнений гучномовець. Транспортуючи знову стрічку, прослуховують виконаний запис інформації.

За належної якості запису виконують останній з мікрофону, ввімкнувши його до входу підсилювача, а до виходу – магнітну головку.

Дослід 4. Електромагнітна індукція. Правило Ленца.

Обладнання: 1. Гальванометр від демонстраційного вольтметра. 2. Котушка дросельна, або первинна від універсального трансформатора. 3. Магніт дугоподібний. 4. Магніт штабовий. 5. Довгий провідник. 6. Реостат. 7. Джерело постійного струму. 8. Прилад для демонстрації правила Ленца.

1. До гальванометра приєднують довгий провідник. На тринозі закріплюють дугоподібний магніт (рис. 36). Переміщують провідник між полюсами магніту, спостерігають не значні відхилення стрілки гальванометра. Дослід повторюють, надавши провіднику форму котушки в кілька витків, спостерігають значно більші відхилення стрілки. Звертають увагу, що при зміні руху провідника міняється і напрямок руху стрілки – напрямок струму в провіднику.

2. До гальванометра приєднують котушку і збуджують в ній індукційний струм рухами штабового магніту. Звертають увагу, що за повільного руху магніту відхилення стрілки не значне, а за швидшого переміщення магніту – відхилення більше. Спостерігають збільшення відхилення стрілки за умови використання двох магнітів, складених однаковими полюсами.

3. Заміняють постійний магніт електромагнітом – довгим соленоїдом, приєднаним через вимикач і реостат до джерела постійного струму. Повторюють дослід, одержавши аналогічні результати.

Залишивши електромагніт в котушці, змінюють в ньому силу струму за допомогою реостата. Спостерігають за особливостями виникнення індукційного струму.

За результатами дослідів роблять висновок про явище електромагнітної індукції, дають визначення, вводять формулу закону електромагнітної індукції. Звертають увагу на зв'язок зміни напрямку струму з напрямком руху постійного магніту, а також із зміною магнітного поля.

4. На підставці встановлюють прилад для демонстрації правила Ленца. Складають два штабових магніти однаковими полюсами. Швидко вводять, а потім виводять магніт в суцільне кільце, а потім – в розрізане кільце. Звертають увагу учнів, що розрізане кільце не реагує на зміну магнітного поля, яке його пронизує внаслідок наближення і віддалення постійного магніту. А суцільне кільце при наближенні магніту (зростанні магнітного поля) відштовхується і, навпаки, при віддаленні магніту (послабленні магнітного поля) тягнеться за магнітом. За обставин надто слабо намагніченого штабового магніту, можна використати керамічні магніти на дерев'яному або пластмасовому осерді.

За результатами досліду роблять висновки і формулюють правило Ленца.

Дослід 5. Залежність ЕРС індукції від швидкості зміни магнітного потоку.

Обладнання: 1. Котушки Фарадея. 2. Гальванометр демонстраційний. 3. Джерело постійного струму, реостат, вимикач, провідники. 4. Магніти постійні штабові.

Приєднують до гальванометра велику котушку з комплекту Котушок Фарадея (рис. 37). Виконують дослід з електромагнітної індукції зі штабовим магнітом, демонструючи, що при збільшенні швидкості зміни магнітного поля шляхом збільшення швидкості руху магнітів величина індукційного струму збільшується.

Дослід 6. Залежність ЕРС самоіндукції від швидкості зміни сили струму в колі та індуктивності провідника.

Обладнання: 1. Котушки Фарадея. 2. Гальванометр демонстраційний. 3. Джерело постійного струму, реостат, вимикач, провідники.

В установці до попереднього досліду замінюють штабовий магніт електромагнітом - внутрішньою котушкою зі струмом (38). Замкнувши коло, змінюють силу струму шляхом переміщення повзунка реостата, спостерігають за виникненням і величиною індукційного струму. Дослід повторюють за більшої швидкості руху повзунка реостата, спостерігають за відповідним збільшенням індукційного струму.

Учням пропонують звернути увагу на поведінку стрілки гальванометра при ввімкненні і вимкненні струму в котушці. Проводять дослід, спостерігають за виникненням більшого індукційного струму в порівнянні з попереднім дослідом. Роблять висновок, що величина індукційного струму залежить від швидкості зміни сили струму в електромагніті.

В котушку електромагніта вставляють залізне осердя і повторюють дослід. Спостерігають значне збільшення індукційного струму за наявності залізного осердя – збільшення індуктивності котушки електромагніту.

Дослід 7. Утворення змінного струму у витку під час його обертання в магнітному полі.

Обладнання: 1. Прилад для демонстрації обертання рамки в магнітному полі. 2. Штабові магніти. 3. Гальванометр демонстраційний. 4. Підставки для магнітів. 5. З'єднувальні провідники.

На рамці приладу встановлюють колектор змінного струму, що складається з двох кілець. До кілець підводять щітки і закріплюють, забезпечуючи належний контакт з кільцями. З обох боків рамки розміщують штабові магніти, обернені до рамки різнойменними полюсами. Клеми приладу з'єднують провідниками з клемми гальванометра (рис. 39). Повільно і рівномірно рукою обертають рамку і спостерігають як стрілка гальванометра почергово відхиляється то вправо, то вліво, засвідчуючи про збудження в рамці змінного струму.

Не змінюючи установки в середину рамки приладу в якості осердя вміщують залізний стакан, (порожню залізну банку). Дослід повторюють і спостерігають збудження струму в рамці значно більшої сили. Остання частина досліду слугує основою для пояснення принципу дії генератора змінного струму.

Дослід 8. Осцилограми змінного струму.

Обладнання: 1. Осцилограф електронний. 2. Магнітоелектрична машина. 3. Лампа на стійці. 4. З'єднувальні провідники.

Вимушені коливання в електричному колі збуджуються постійно діючим джерелом ЕРС. Такими є індукційні генератори змінного струму. В процесі демонстрацій, описаних нижче, перемикач «синхронізація» встановлюється в положенні «внутрішня».

1. Демонструють синусоїдальну форму змінного струму промислової частоти. Для цього одним провідником з'єднують гніздо «Контрольний сигнал» з гніздом входу «У», які розташовані на осцилографі (Рис. 40).

2. Щітки колектора магнітоелектричної машини встановлюють на кільця. Вивідні клеми провідниками з'єднують з вертикальним входом осцилографа, паралельно до яких підключають і лампу на стійці. Рівномірно обертають ручний привід машини і спостерігають осцилограму змінного струму генератора, що змінюється за іншим законом.

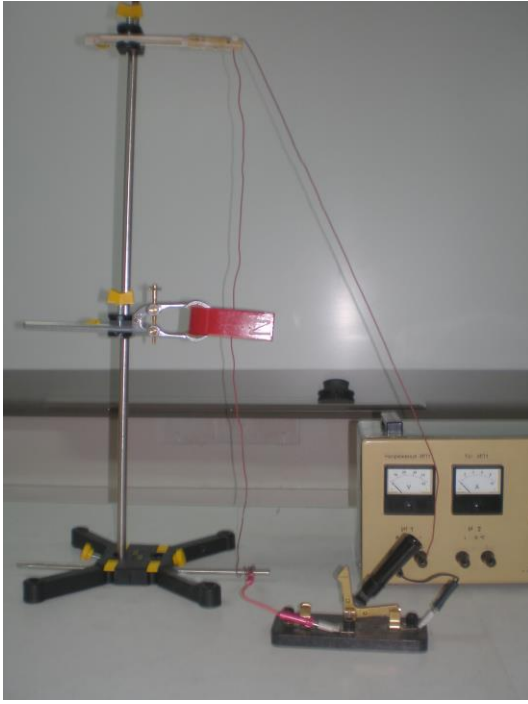


Рис. 34. Демонстрація дії магнітного поля на струм



Рис. 36. Демонстрація явища електромагнітної індукції



Рис. 35. Відхилення електронного пучка магнітним полем. .



Рис. 37. Залежність ЕРС індукції від швидкості зміни магнітного поля



Рис. 39. Утворення змінного струму у витку під час його обертання в магнітному полі.

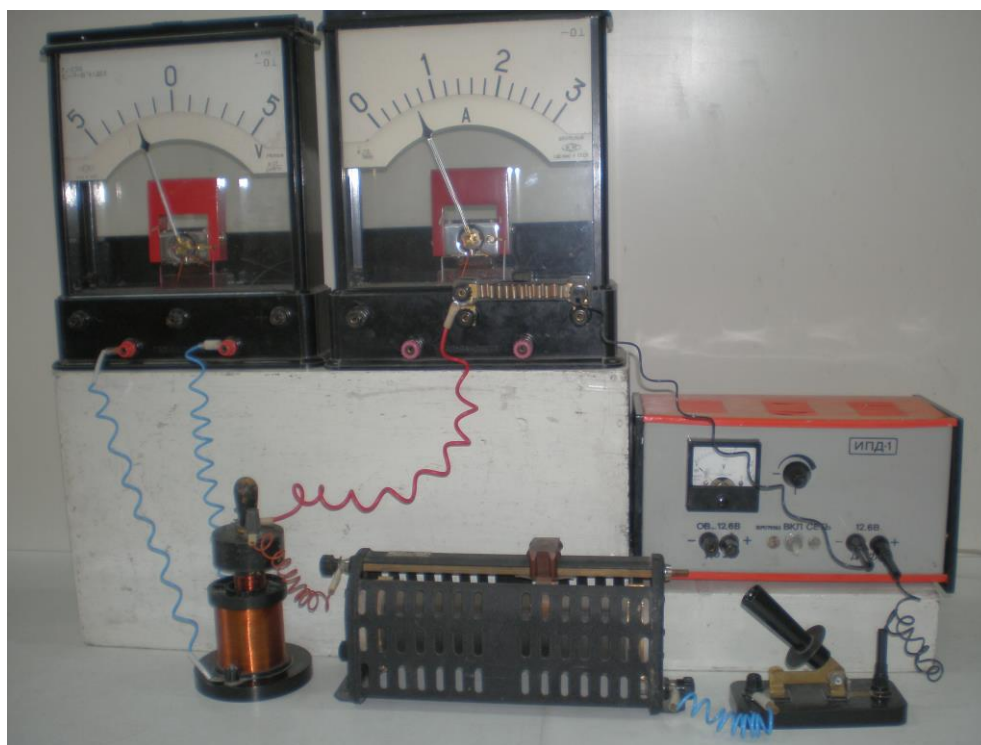


Рис. 38. Залежність ЕРС індукції від швидкості зміни сили струму в колі та індуктивності кола.



Рис. 40. Осцилограмми струму промислової частоти і від магнітоелектричної машини.



Рис. 41.

Лабораторна робота № 24.

Коливання і хвилі

- : *Завдання:* 1. Вивчити зміст розділу відповідно до навчальних програм.
2. Підготуйтеся до виконання демонстраційного експерименту до розділу.
3. Виконайте демонстрації, визначені програмами, опишіть особливості і зауваження до змісту кожної демонстрації

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Дослід 1. Вільні коливання вантажу на нитці та вантажу на пружині.

Обладнання: 1. Дві спіральних пружини. 2. Куля з двома гачками. 3. Універсальний штатив. 4. Нитка з петлями на кінцях.

Початкове ознайомлення з коливальним рухом здійснюють, демонструючи системи, в яких коливання відбуваються під дією сили тяжіння і сили пружності.

1. Демонструють коливання вантажу на нитці (Рис.42). Маятник відводять від положення рівноваги і відпускають. Спостерігаючи за коливаннями, пояснюють, що в коливальній системі вільні коливання підтримуються лише в результаті дії внутрішніх сил і інертності тіла.

За тривалого спостереження переконуються, що з часом коливання згасають за розсіяння повідомленої енергії.

2. З комплекту штативу збирають П-подібний профіль, а на останньому - горизонтальний пружинний маятник з тим же вантажем. Запобігання провисання маятника досягають завдяки підвісу до горизонтальної ділянки П-подібного профіля. Останній має бути якомога довшим, щоб майже не впливати на горизонтальність руху вантажу при здійсненні коливань. Відповідно і амплітуда коливань має бути не великою, біля 5 см.

Вантаж відводять від положення рівноваги в напрямку однієї з пружин, скорочуючи її і розтягуючи іншу. Спостерігаючи коливання, пояснюють що в системі коливання підтримуються за рахунок дій сил пружності і інертності вантажу. Сила пружності є внутрішньою силою.

3. Збирають вертикальний пружинний маятник (рис.). Пояснюють, що в положенні рівноваги на вантаж діють дві сили: сила тяжіння і сила пружності пружини, які рівні за величиною і протилежні за напрямком. Відводять вантаж від положення рівноваги вертикально вгору, або вниз і відпускають. Спостерігаючи коливання, пояснюють, що в інших положеннях рівнодійна сил пружності і тяжіння не рівні нулеві, сила тяжіння залишається сталою, а сила пружності змінюється пропорціонально видовженню пружини. В результаті її дії вантаж рухається в положення рівноваги, але за інерцією проходить його.

Дослід 2. Вимушені коливання.

Обладнання: 1. Штатив. 2. Електромагніт демонстраційний. 3. Сталева пластина (лінійка). 4. Генератор звуковий демонстраційний ГЗШ. 5. Провідники.

Збирають установку за рис. 43. Для цього на вертикальному стержні штативу в лапці закріплюють вертикально сталеву пластину. Напроти її верхнього кінця закріплюють електромагніт так, щоб кінець пластини знаходився проти осердя котушок електромагніту на відстані 1,5 см. До виконання демонстрації перевіряють дієздатність установки, добравши частоту електромагнітних коливань, що генеруються генератором, їх амплітуду, а також довжину сталевої платини.

Спочатку демонструють коливання верхнього кінця стержня відвівши його горизонтально на відстань біля 1 см і відпустивши. Спостерігають швидке затухання коливань.

Вмикають звуковий генератор спостерігають коливання протягом такого ж відрізка часу, спостерігають, що амплітуда коливань не зменшується, роблять висновки стосовно джерела поповнення енергії.

Дослід 3. Резонанс.

Обладнання: 1. Штатив. 2. Електромагніт демонстраційний. 3. Сталева пластина (лінійка). 4. Генератор звуковий демонстраційний ГЗШ. 5. Провідники.

Установку збирають напередодні за рис. 43, добираючи місце кріплення електромагніту і довжину сталевої пластини. Електромагніт закріплюють нижче, ніж в попередньому досліді і ближче до пластини. Для цього, ввімкнувши генератор, змінюють частоту коливань і, послабивши кріплення, підводять осердя до пластини на відстань, за якої одержують достатній вплив коливань на пластину. Закріплюють електромагніт і зміною частоти електромагнітних коливань досягають резонансу коливань пластини

На уроці спочатку демонструють коливання пластини за вимкненого генератора. Потім вмикають генератор, зарані встановивши не резонансну частоту електромагнітних коливань, спостерігають вимішені коливання пластини. Повільно змінюють частоту коливань, спостерігають за зміною амплітуди коливань верхнього кінця пластини. Досягають резонансу, акцентують увагу учнів на амплітуду коливань і, продовжуючи зміну частоти, спостерігають вже подальше зменшення амплітуди коливань. Повідомивши, що надалі здійснюватиметься зміна частоти у зворотному напрямку, здійснюють такі дії, знову пройшовши через резонанс.

Дослід 4. Коливання тіл як джерел звуку.

Обладнання:

1. Камертон на резонуючому ящику. 2. Сирени дискова і зубчата. 3. Целулоїдна пластинка. 4. Гумовий шланг з наконечником. 5. Пружна кулька підвішена на нитці до штативу. 6. Відцентрова черв'ячна машина. 7. Гумова камера (кулька), насос Шинца.

1. Підвішують до штатива на нитці кульку так, щоб вона торкалась країв камертона. Збуджують молоточком камертон, ставлять на поверхню столу і

повільно присувають на попереднє місце. Спостерігають, як тільки камертон торкнувся кульки, остання відлітає від нього внаслідок ударів кінця камертона, засвідчивши те, що кінці збудженого камертона коливаються.

2. У закріпленій відцентровій машині закріплюють зубчасту сирену. Швидко обертаючи її, підносять до зубців кінець целулоїдної пластики, тримаючи міцно її за протилежний кінець. Ударяючи по пластинці, зубці спричиняють коливання пластинки внаслідок чого вона звучить. Перевівши кінець пластинки до іншого круга сирени з іншою кількістю зубців, чують звук іншої тональності.

3. У відцентровій машині закріплюють дискову сирену. Наповнюють гумову кулю повітрям, перекривають відтік повітря і приєднують гумову трубку з наконечником. Швидко обертають сирену і спрямовуючи наконечник на отвори в сирені, забезпечують швидкий витік повітря через наконечник. Потік повітря здійснюючи коливання, потрапляючи то в отвір, то в проміжок між отворами, звучить. Направляють наконечник на інший ряд отворів, слухають звук іншої тональності.

Дослід 5. Роль пружного середовища у передачі звукових коливань.

Обладнання: 1. Вакуумна тарілка. 2. Насос Косовського. 3. Гумовий товстостінний шланг. 4. Електричний демонстраційний дзвінок. 5. Джерело живлення електричного дзвінка, провідники, вимикач.

Електричний дзвінок розміщують на під ковпаком вакуумної тарілки, підклавши під стійки шматочки пористого картону. Провідниками через контакти вакуумної тарілки дзвінок підключають через вимикач до джерела струму. Штуцер вакуумної тарілки через гумовий шланг сполучають з розріджувальним штуцером насоса Комоського.

Спочатку, замкнувши коло живлення дзвінка, демонструють силу його звучання за атмосферного тиску повітря під коло колом. Через 10 – 15 секунд починають відкачування повітря і спостерігають поступове зниження звучання дзвінка до майже повного його зникнення. Припинивши відкачування і продовжуючи акцентувати увагу на силі звучання, впускають повітря під купол. Спостерігають відновлення сили звуку. Роблять висновок про роль середовища в поширенні звуку.

Дослід 6. Залежність гучності звуку від амплітуди коливань.

Обладнання: 1. Генератор звуковий шкільний. 2. Осцилограф електронний демонстраційний. 3. Гучномовець. 4. Мікрофон. 5. Підсилювач низької частоти. 6. Камертон на резонуючому ящику, молоточок до камертона.

Демонструють осцилограму звуку. Для цього до вертикального входу осцилографа через підсилювач приєднують мікрофон. Збуджують камертон і підносять отвором резонуючого ящика до мікрофона. На екрані осцилографа спостерігають графік коливань. Дослід повторюють за різної гучності звучання камертона, акцентують увагу на амплітуду графіків відповідних коливань.

Вихід генератора звукових коливань і гучномовець приєднують паралельно до вертикального входу осцилографа. Встановлюють середнє

значення рівня сигналу і вмикають генератор. Пропонують учням спостерігати за амплітудою коливань на екрані. Після цього збільшують рівень гучності звуку і спостерігають збільшення амплітуди на екрані. Зменшивши гучність, спостерігають відповідно зменшення амплітуди. Роблять висновок про залежність гучності звуку від амплітуди коливань.

Дослід 7. Залежність висоти тону від частоти коливань.

Обладнання: 1. Генератор звуковий шкільний. 2. Осцилограф електронний демонстраційний. 3. Гучномовець.

Приєднують до вертикального входу осцилографа паралельно вихід звукового генератора і гучномовець (рис. 49). Спочатку вмикають лише генератор і демонструють зміну тону звуку. Після вмикають осцилограф і пропонують спостерігати за кількістю синусоїд на екрані. Спостерігають за підвищення тону збільшення синусоїд на екрані, а при зниженні тону – відповідно зменшення.

Дослід 8. Відбивання звукових хвиль.

Обладнання: 1. Генератор звуковий шкільний. 2. Осцилограф електронний демонстраційний. 3. Гучномовець. 4. Мікрофон. 5. Підсилювач низької частоти. 6. Екран.

До вертикального входу осцилографа вмикають мікрофон. До виходу звукового генератора вмикають гучномовець. Гучномовець і мікрофон мембранами спрямовують на екран, розташований біля дальнього краю столу (рис. 50). Вмикають живлення генератора і осцилографа. Екран приймають і встановлюють незначну гучність звуку, що на екрані осцилографа майже не відображається. Ставлять екран і обертаючи його навколо вертикальної осі, спостерігають на екрані осцилографа зростання і спадання амплітуди графіку звукових коливань. Фіксують положення екрану за найбільшого значення амплітуди коливань, акцентують увагу на екрані осцилографа. Закривають екран тканиною і спостерігають, що амплітуда зменшується. Два шари тканини поглинають звук помітніше. Роблять висновок про особливості відбивання звуку.

Дослід 9. Застосування ультразвуку.

Обладнання: 1. Комплект: генератор ультразвуковий. 2. Універсальний проєкційний апарат. 3. Склянка з водою. 4. Склянка з крохмалем, скляна паличка.

П'єзокристалічний випромінювач встановлюють на предметний столику універсального проєкційного апарату. Наливають на мембрану воду і ставлять зверху кювету. Вмикають лампу освітлювача і переміщуючи об'єктив досягають чіткого зображення на екрані середини кювети (Рис. 51).

Наповнюють кювету водою і вмикають ультразвуковий генератор. На екрані спостерігають утворення бульбашок у воді, які з'єднуючись в крупніші, спливають. Пояснюють, що таким способом здійснюють дегазацію рідкого скла і розплавленого металу.

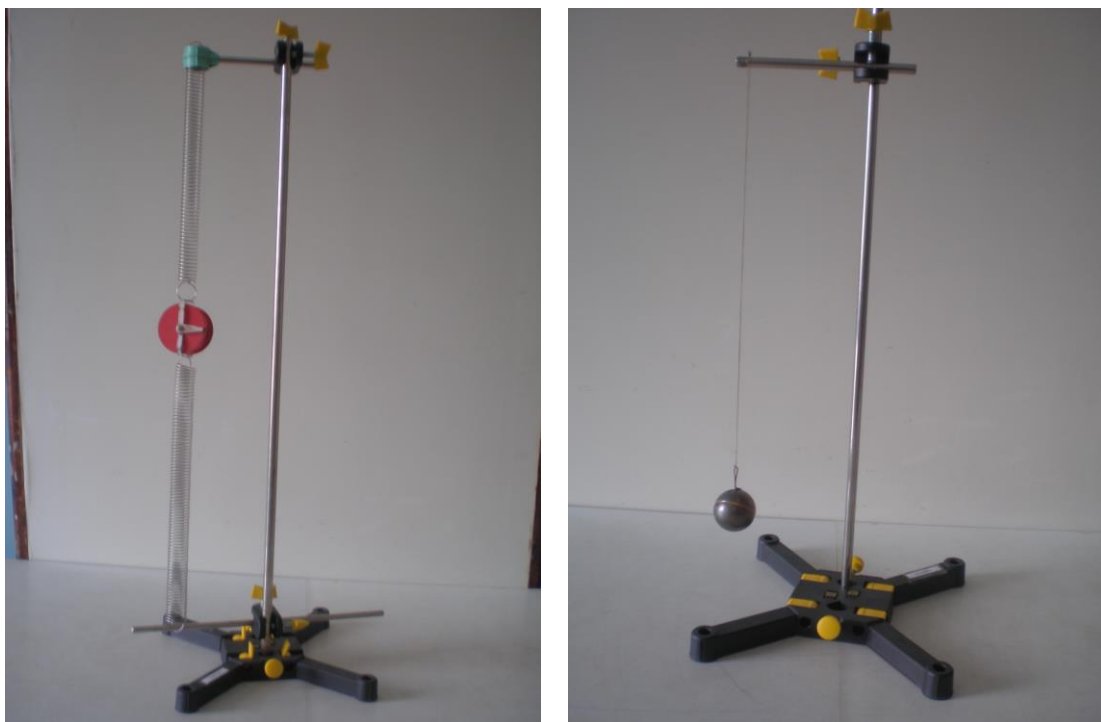


Рис. 42. Вертикальний пружинний і математичний маятники.

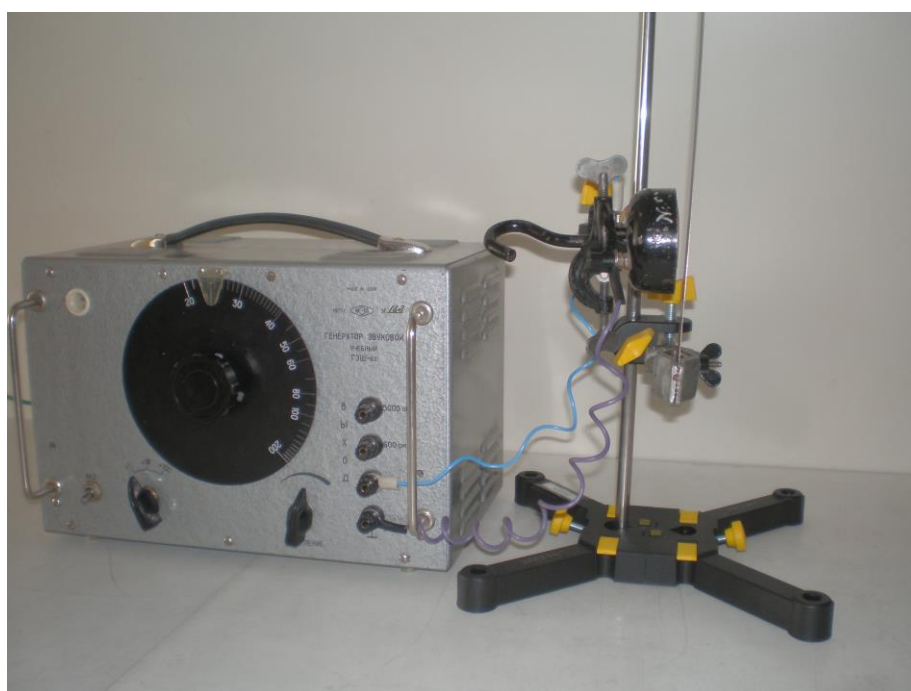


Рис. 43. Установа для демонстрації вимушених коливань і резонансу.



Рис. 44. Коливання тіл як джерел

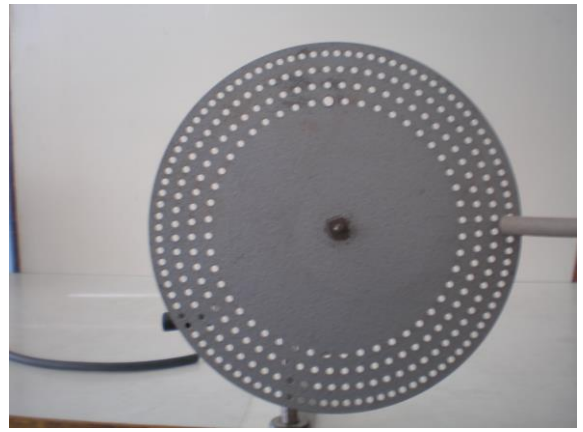


Рис. 45. Дискосва сирена.



Рис. 46. Зубчата сирена.



Рис. 47. Роль пружного середовища в поширенні звуку.

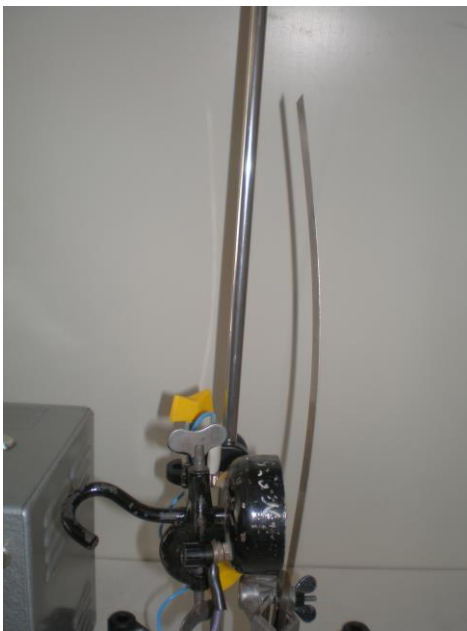


Рис. 43. Резонанс коливань сталевій смужки.



Рис. 43. Прилад для демонстрування механічного резонансу.



Рис. 48 і 49 . Установки для демонстрацій залежності гучності звуку від амплітуди коливань та висоти тону від частоти коливань.



Рис. 50. Демонстрація відбивання звуку. Рис. 51. Застосування ультразвуку

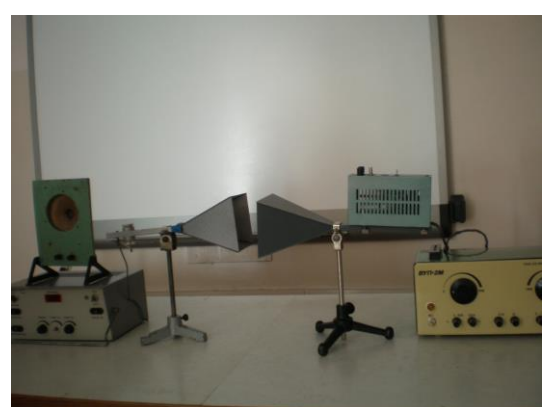
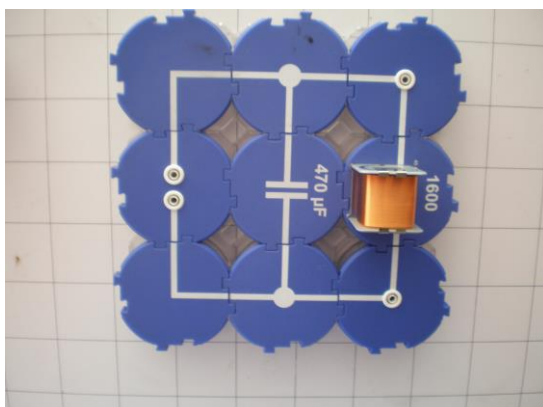


Рис. 52. Коливальний контур.

Рис. 53. Випромінювання і приймання електромагнітних хвиль.

Лабораторна робота № 25.

Хвильова і квантова оптика

- Завдання:** 1. Вивчити зміст розділу відповідно до навчальних програм.
2. Підготуйтеся до виконання демонстраційного експерименту до розділу.
3. Виконайте демонстрації, визначені програмами, опишіть особливості і зауваження до змісту кожної демонстрації

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Дослід 1. Світловод.

Обладнання: 1. Лазер. 2. Z-подібна скляна паличка. 3. Штатив. 4. Екран білий. 5. Посудина з плоскою ділянкою стінки біля дна і отвором з протилежної сторони. 6. Противень. 7. Світловод (рис. 53).

1. Установка збирається за рисунком . Вздовж демонстраційного столу встановлюються елементи експериментальної установки: лазер (лазерна вказівка) з круглою формою світлового пучка, світловод (скляна паличка) спрямована торцем до пучка, екран, розташований під невеликим кутом до класу. Ввімкнувши лазер, коригують положення елементів так, щоб світловий пучок лазера був спрямований на торець палички перпендикулярно до поперечного перерізу її кінця. За досягнення найкращого положення цих елементів яскраво засвічується протилежний торець палички, а на екрані з'являється яскраве зображення світлої плями. Екран максимально розвертають площиною до класу так щоб зображення плями ковзало по ньому, але не зникало. Роблять висновок, що таким чином світло поширюють вбудь-якому напрямку.

2. На підйімальному столику, або в лапці штатива встановлюють посудину з отвором. На плоску поверхню стінки посудини спрямовують світловий пучок лазера так, щоб він поширювався через отвір з протилежного боку посудини. Нижче встановлюють противень, а в останньому невеликий білий екран відхилений до дошки під невеликим кутом. Завчасно корегують його положення, наливши в посудину води встановлюють екран так, щоб струмина падала на нього вище краю противня. Посудину наповнюють водою і відразу швидко вмикають лазер. Спостерігають червоне забарвлення струмини а на похилому екрані в місці падіння струменя води червону яскраву пляму.

Дослід 2. Одержання інтерференційних смуг.

Обладнання: 1. Освітлювач (УПА, лазер). 2. Лава з рейтерами і ширмами. 3. Білий екран. 4. Лінзи. 5. Біпризма Френзеля. 6. Пристрій «Кільця Ньютона». 7. Об'єктив. 8. Оптична міні-лава (рис. 55.).

На лаві встановлюють освітлювач, за ним вертикальну щілину, а на відстані 10-15 см від останньої біпризму Френзеля. Далі розташовують екран на відстані більшій 1 метра. Ввімкнувши освітлювач, корегують положення щілини і біпризми до досягнення їх паралельності. При цьому на екрані

спостерігається найчіткіша вертикальна смуга. Далі, зменшують ширину щілини і за її значення біля 0,1 мм спостерігають на екрані систему почергово розташованих темних і світлих смуг. Поворотом екрана навколо вертикальної осі розтягують інтерференційний спектр.

За умов використання лазера використовують і об'єктив, або розсіяну лінзу, якою розширюють лазерний промінь, а отже і картину на екрані.

Для демонстрації інтерференційних смуг з кільцями Ньютона використовують УПА і щілину замінюють круглою діафрагмою. Пристрій «кільця Ньютона» встановлюють під кутом 45° до оптичної вісі, а за ним об'єктив. Ввімкнувши освітлювач шляхом переміщення об'єктиву одержують на екрані кольорові смуги у формі кілець (овалів). Звертають увагу учнів на яскравість картини і на пляму в центрі: вона світла (максимум). Дослід продовжують, встановивши об'єктив на шляху відбитих від пристрою променів. Досягнувши чіткості зображення смуг, порівнюють яскравість картини з попередньою. Звертають увагу на симетричність кольорів максимумів відносно центру картини, а також зміну в центрі максимуму на мінімум.

Дослід 3. Дифракція світла від вузької щілини та дифракційної ґратки.

Обладнання: 1. Освітлювач (УПА, лазер). 2. Лава з рейтерами і ширмами. 3. Білий екран. 4. Лінзи. 5. Ширма з щілиною. 6. Дифракційна ґратка.

1. На оптичній лаві встановлюють лазер, короткофокусну лінзу і щілину. На відстані 1,5 м ставлять екран. Повільно змінюючи ширину щілини, досягають зображення на екрані дифракційної картини.

2. В зібраній установці збільшують ширину щілин. Одержавши на екрані чітке зображення щілини, встановлюють за нею дифракційну ґратку. Спостерігають на екрані світлі (червоні) смуги, розташовані симетрично відносно центральної смуги – спектра нульового порядку.

В разі використання УПА спочатку проектують щілину, одержавши з допомогою об'єктива її чітке зображення на екрані. Потім за об'єктивом встановлюють дифракційну ґратку. На екрані спостерігають центральну білу смугу і розташованих симетрично від неї зліва і справа спектрів, кольори яких в міру віддалення від центрального максимуму розташовані від фіолетового до червоного. Чим далі від центрального максимуму віддалені спектри, тим вони ширші і менш яскраві.

Дослід 4. Дисперсія світла при його проходженні через тригранну призму.

Обладнання: 1. УПА. 2. Білий екран. 3. Призми «крон» і «флінт». 4. Призма прямого зору.

Біля конденсора УПА встановлюють вертикальну щілину і ввімкнувши освітлювач з допомогою об'єктива досягають на екрані чіткого її зображення. На предметний столик, встановлений біля об'єктиву кладуть призму так, щоб світлова смужка падала на бічну грань і, заломлюючись в

призмі, відхилялась в сторону дошки. Екран переставляють так, щоб спектр падав в його центральну частину і розвертають навколо вертикальної вісі робочою поверхнею до класу, досягаючи розширення спектру.

Дослід повторюють з призмою, що має іншу оптичну густину, а також з призмою прямого зору. В останньому випадку спостерігають значне розширення спектру і поширення його без заломлення в призмі прямого зору. Пояснюють будову і хід променів в тригранних призмах і призмі прямого зору.

Дослід 5. Фотоефект на пристрої з цинковою пластинкою.

Обладнання: 1. Джерело ультрафіолетового випромінювання. 2. Електрометр. 3. Цинкова, мідна і алюмінієва пластинки. 4. Ебонітова паличка, сукно. 5. Скляна паличка, шовк. 6. Скляна пластина.

На демонстраційному столі встановлюють джерело ультрафіолетового випромінювання. На відстані 20-30 см розташовують електрометр, повернутий шкалою до класу. На електрометр встановлюють ретельно зачищену металеву пластину, в площині, перпендикулярній до вікна випромінювача (рис. 54).

Пластини заряджають додатнім зарядом, звертають увагу учнів на відхилення стрілки електрометра. Включають живлення джерела ультрафіолетового випромінювання і спостерігають, що стрілка електрометра практично не змінює свого положення. Потім, розрядивши електрометр, заряджають платину від'ємним зарядом. Спрямувавши на пластину ультрафіолетове випромінювання, спостерігають швидке розрядження електрометра.

Дослід повторюють з алюмінієвою платиною, а потім – з цинковою. Повторюють дослід з цинковою пластиною, заряджену від'ємним зарядом і в процесі розрядження електрометра перекидають падаюче на платину випромінювання скляною пластиною. Спостерігають припинення розрядження. Видаливши скляну пластину, спостерігають продовження спадання заряду.

За результатами дослідів формулюють визначення фотоефекту, роблять висновки про те, що фотоефект виникає за опромінення металів світлом певної частоти, а для різних металів швидкість розрядження триває різний час за опромінення однаковими опромінювачами, що пов'язано з різними значеннями роботи виходу електронів з різних металів.

Дослід 6. Люмінесценція.

Обладнання: 1. Освітлювач. 2. Джерело ультрафіолетового випромінювання. 3. Набір по флюоресценції. 4. Набір по фосфоресценції. 5. Флуоресцентний екран.

В пучок світла від випромінювача вносять набір по фосфоресценції, який складається з трьох люмінофорів (рис. 56), характерних різним за тривалістю і кольором свіченням – голубим, оранжевим і жовтим. Опромінивши

люмінофори протягом 1-2 хвилини, вимикають освітлення і спостерігають у затемненому класі люмінесценцію твердих люмінофорів.

Дослід повторюють для спостереження фотолюмінісценції рідин і твердих тіл, опромінюючи їх ультрафіолетовими променями. Зокрема, вносять і люмінесцентний екран. Після кількох секунд опромінення екран видаляють із світлового пучка і у темноті спостерігають як повільно гасне зеленувате свічення екрану.

Роблять висновки, що для люмінесценції характерне після свічення, тривалість якого для різних речовин різна. У газів і рідин воно зникає відразу ж. Таке недовготривале після свічення називають флюоресценцією. Після свічення для твердих тіл тривале, яке називають фосфоресценцією.

Звертають увагу, що люмінесцентна речовина випромінює світло маючи температуру, за якої теплове випромінюванні позбавлене видимого випромінювання.



Рис. 53. Світловод.



Рис. 54. Фотоефект.



Рис. 55. Комплект «Оптична міні-лава».



Рис. 55. Комплект «Оптична лава». Рис. 56. Люмінесценція.

Атомна і ядерна фізика

Завдання: 1. Вивчити зміст розділу відповідно до навчальних програм.

2. Підготуйтеся до виконання демонстраційного експерименту до розділу. Напишіть інструкції до виконання лабораторних робіт з розділу.

3. Виконайте демонстрації, визначені програмами, опишіть особливості і зауваження до змісту кожної демонстрації. Напишіть звіти учня за результатами виконання лабораторних робіт.

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Дослід 1. Модель досліду Резерфорда.

Обладнання: 1. Перетворювач високовольтний (або електрофорна машина). 2. Штатив універсальний. 3. Штатив ізольований. 4. Бюретка з водою. 5. Два провідники. 6. Освітлювач для тіньового проектування. 7. Екран. 8. Куля металева від електрометра діаметром 50 мм. 9. Кювета.

Установку збирають за рис. 58 . Бюретку закріплюють вертикально в лапці штатива. На ізольованому штативі закріплюють металеву кулю. Додатній борн джерела високої напруги провідниками з'єднують з кулею і водою в бюретці. Положення кулі і бюретки регулюють так, щоб нижній кінець бюретки знаходився на 5-6 см вище кулі і віддалений від неї на 1-1,5 см. Останні встановлюються на фоні екрану, а освітлювач встановлюють так, щоб тіньове зображення на екрані спостерігалось з кожного учнівського місця.

Дослід розпочинають відкриванням крану так, щоб вода витікала дрібними краплинами в кювету. Увагу учнів акцентують на тіньове зображення падаючих краплин. Заряджають кулю і воду додатнім зарядом. Спостерігають рух заряджених краплин в електричному полі зарядженої кулі. Відмічають, що траєкторії падаючих краплин викривлені.

Учням пояснюють, що куля імітує ядро атома, а заряджені краплини – альфа-частинки.

Дослід 2. Будова і дія лічильника іонізуючих частинок.

Обладнання: 1. Індикатор іонізуючих частинок демонстраційний. 2. Індикатор іонізуючих частинок лабораторний (рис. 57).

В індикаторі на вході підсилювача низької частоти ввімкнена лічильна трубка, яка являє собою скляний або металевий балон циліндричної форми з двома електродами катодом слугує або металевий балон, або струмопровідний шар, нанесений на внутрішню поверхню балону. Анодом слугує тонка металева дротина, натягнута вздовж вісі балона. Внутрішній простір балона наповнений спеціальною газовою сумішшю (аргон з парами спирту) за низького тиску. Напруга на електродах трубки має таке значення, що в потужному електричному полі біля нитки могла виникнути іонізація

газу ударом електронів. Електричний розряд відображається звуковим сигналом.

1. Для виявлення космічного фону вмикають живлення приладу і гучномовець відтворює звукові потріскування. Вони виникають в результаті попадання в лічильну трубку космічних променів і не значних радіоактивних випромінювань оточуючих тіл. Кількість імпульсів, зареєстрованих індикатором протягом однієї хвилини, називають природним фоном.

2. Для демонстрації дії лабораторного індикатора спочатку натискають кнопку і тримають 3-5 секунд, чуючи звук з частотою 500-1000 Гц, який створює генератор перетворювача. Коли відпускають кнопку то чують окремі потріскування – реєстрацію іонізуючих частинок. За тривалого спостереження періодично натискають кнопку, вмикаючи перетворювач на 3-5 с.

Фронтальна лабораторна робота

Спостереження неперервного і лінійчатого спектрів речовини.

Обладнання: 1. Джерело білого світла (лампа денного світла) одна для всього класу. 2. Скляна призма. 3. призма прямого зору (або спектроскоп однотрубний). 4. Спектральні трубки і високовольтний перетворювач «Спектр-1» - один комплект для всього класу. Рис. 59.

Виконання роботи

1. Розташувати скляну призму з вертикально розташованим ребром заломлюючого кута перед оком.

2. Разом з призмою повертатись навколо вертикальної осі в сторону заломлюючого кута до появи в полі зору розкладеного в спектр джерела світла.

3. Виділити основні кольори спектру і порядок їх розташування відносно основи призми.

4. Повторити спостереження за розташування ребра заломлюючого кута з протилежного боку призми.

5. Спрямувавши призму прямого зору (або спектроскоп) на запалену спектральну трубку. Записати спостережувані лінії спектру.

6. Повторити спостереження ліній спектрів інших спектральних трубок.

Лабораторна робота

Вивчення будови дозиметра і складання радіологічної карти місцевості.

Обладнання: 1. Дозиметр-радіометр МКС-05 побутовий.

Короткі теоретичні відомості

Радіометр МКС-05 «ТЕРРА-П» призначений для вимірювання еквівалентної дози (ЕД) та потужності еквівалентної дози (ПЕД) гамма-випромінювання, а також оцінки поверхневої забрудненості бета-радіонуклідами. Додатково в дозиметрі реалізовано функції годинника та будильника.

Для контролю радіаційної чистоти приміщень, будівель і споруд, предметів побуту, одягу, поверхні ґрунту на присадибних ділянках і транспортних засобів натискають на кнопку «РЕЖИМ». Дозиметр починає працювати в режимі вимірювання ПЕД гамма-випромінювання в $\mu\text{Sv/h}$, супроводжуючи роботу короткочасними звуковими сигналами від зареєстрованих гамма-квантів. До завершення інтервалу вимірювання буде спостерігатись мигання цифрових розрядів індикатора. Після завершення інтервалу вимірювання на цифровому індикаторі висвічується результат вимірювання гамма-фону.

Для вимкнення дозиметра натискають та утримують в натиснутому стані протягом 4-х секунд кнопку РЕЖИМ.

Лабораторна робота

Вивчення треків заряджених частинок за готовими фотографіями..

Обладнання: 1. Фотографії треків заряджених частинок. 2. Аркуш кальки, або напівпрозорого білого паперу. 3. Олівець і лінійка.

Короткі теоретичні відомості

На фотографії зображають зазвичай треки двох заряджених частинок. Трек I належить протону, трек II – частинці, яку необхідно ідентифікувати. Лінії індукції магнітного поля перпендикулярні до площини фотографії. Початкові швидкості частинок однакові і перпендикулярні до краю фотографії.

Ідентифікація невідомої частинки здійснюють через порівняння її питомого заряду із питомим зарядом протона. Для цього вимірюють і порівнюють радіуси треків частинок на початкових ділянках треків. За таких умов для руху частинки в магнітному полі записують:

$$qBv = \frac{mv^2}{R} \quad \text{або} \quad \frac{q}{m} = \frac{v}{BR}.$$

З формули видно, що відношення питомих зарядів частинок обернене до відношення радіусів їх треків.

Для визначення радіусу кривизни трека проводять дві хорди і до їх центрів проводять перпендикуляри. Точка перетину перпендикулярів являється центром кола. Значення радіуса вимірюють лінійкою.

Виконання роботи

1. Перевести треки на окремих аркуш.
2. Виконати необхідні креслення і виміряти радіуси кривизни треків в їх початковій ділянці.
3. Порівняти питомі заряди невідомої частинки і протона.
4. Ідентифікувати невідому частинку за результатами вимірювань і розрахунків.



Рис. 57 . Індикатори іонізуючих частинок демонстраційний і лабораторний.

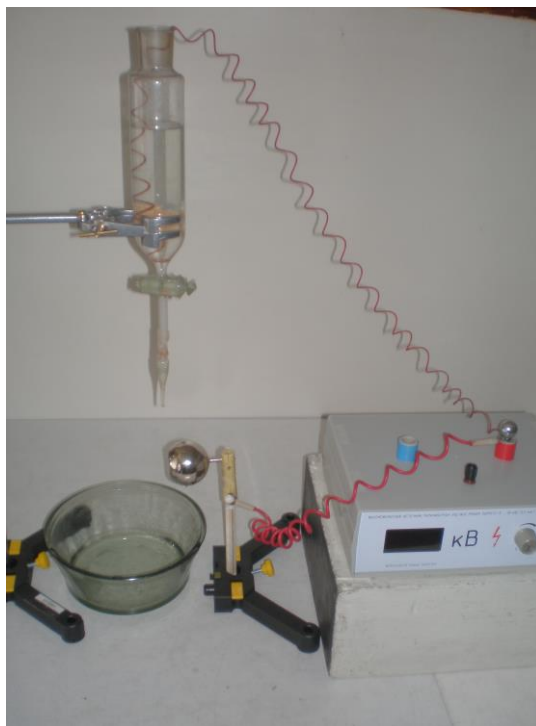


Рис. 58. Модель досліду Резерфорда



Рис. 59. Установа до лабораторної роботи «Спостереження спектрів»

Лабораторна робота № 27
Лабораторні роботи з механіки в 10 класі.

- Завдання:* 1. Складіть інструкції до лабораторних робіт за описами в даному посібнику.
2. Виконайте роботи.
3. Складіть звіти про виконання робіт.

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Фронтальна лабораторна робота
Визначення прискорення тіла при рівноприскореному русі.

Обладнання:

1. Лічильник імпульсів лабораторний СИЛ-1, механічний датчик.
2. Джерело живлення змінного струму на 42 В.
3. Лабораторний штатив,
4. Похилий жолоб, кулька.
5. Джерело постійного струму на 4-6 В, вимикач, провідники.

Короткі теоретичні відомості

Наводимо традиційний варіант виконання роботи, модернізованого шляхом використанням лабораторного лічильника-секундоміра і датчиків. Використовується і саморобна змонтований в одному корпусі модуль-полігон, зображений на рисунку 60. Він використовується для живлення лабораторного лічильника-секундоміра СИЛ-1 (струмом з напругою 42 В).

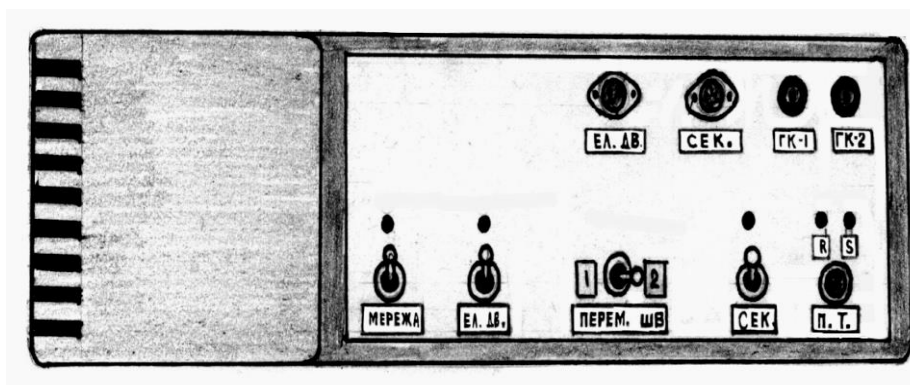


Рис. 60

В цілому установка являє собою похилий жолоб, біля піднятого краю якого встановлений електромагніт, а біля опущеного – механічний датчик. Останній послідовно з'єднаний з контактами перемикача і входом лічильника-секундоміра СИЛ-1. Інша пара контактів перемикача слугує для ввімкнення-вимкнення живлення пускового електромагніту від окремого джерела струму. Якщо перемикач знаходиться в положенні –В-, то на електромагніт подано напругу, а контакти входу секундоміра розімкнуті. При переведенні перемикача в положення –О- живлення електромагніту розривається і відпускається кулька; одночасно замикається коло входу секундоміра: розпочинається відлік часу руху кульки. Коли кулька сягає шторки механічного датчика і перекидає її, цим розривається коло входу секундоміра і відлік часу припиняється.

Метою завдання є визначення прискорення кульки за вимірними переміщенням і часом руху за електронним секундоміром і механічним. Дослід виконують 3-5 разів з кожним секундоміром. Одержані результати порівнюють і роблять висновки про точність вимірювання часу вказаними методами і засобами.



Рис. 61.

Порядок виконання завдання:

1. Встановіть перед собою експериментальну установку.

2. Ввімкніть до мережі модулі живлення лічильника-секундоміра і пускового електромагніта.

3. Встановіть перемикач в положення –В-, опустить шторку механічного давача, встановіть кульку біля електромагніта і натисніть «сарос» на секундомірі.

4. Виміряйте і занесіть до таблиці значення переміщення – відстань від пускового електромагніту до шторки механічного давача.

5. Переведіть перемикач в положення –О-.

6. Занесіть до таблиці показання секундоміра.

7. Повторіть дослід ще 2-4 рази.

8. Повторіть 3-5 разів дослід, вимірюючи час механічним секундоміром.

9. Розрахуйте прискорення руху кульки за формулою

$$a = \frac{2s}{t^2}$$

10. Розрахуйте середнє значення прискорення для дослідів з електронним і механічним секундоміром, зробіть висновки.

Таблиця 4.

№	s, м	t, с	$a \frac{м}{с^2}$	$a_{с}, \frac{м}{с^2}$

Фронтальна лабораторна робота

Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил.

Мета роботи: Встановити співвідношення між моментами прикладених до плечей важеля сил в стані його рівноваги.

Обладнання:

1. Важіль лабораторний. 2. Лінійка. 3. Штатив з муфтою. 4. Набір вантажів. 5. Динамометр лабораторний.

Короткі теоретичні відомості:

В наведеному варіанті роботи до одного з плечей важеля підвішують один або кілька вантажів, а до другого прикріплюють динамометр і вимірюють модуль сили F , якою зрівноважують важіль. Далі тим же динамометром вимірюють модуль ваги вантажів P , а довжини плечей – лінійкою. За результатами вимірювань визначають абсолютні значення моментів сил M_1 і M_2 :

$$M_1 = Pl_1 \text{ і } M_2 = Fl_2$$

Висновки щодо похибок виконують через порівняння відношення $\frac{M_1}{M_2}$ з одиницею.

Хід роботи:

1. Підвісьте на штативі важіль і зрівноважте його з допомогою закріплених на кінцях гайок.
2. Підвісьте в деякій точці одного з плечей вантаж.
3. Прикріпіть до другого плеча динамомент і виміряйте силу, яку необхідно прикласти до важеля для того, щоб він знаходився в рівновазі.
4. Виміряйте лінійкою довжини плечей важіля.
5. Визначте абсолютні значення моментів сил.
6. Виміряні і розраховані величини занесіть до таблиці.

$l_{1, м}$	$l_{2, м}$	$P, Н$	$F, Н$	$M_1=Pl_1,$ Н·м	$M_2=Fl_2,$ Н·м

7. Зробіть висновок щодо похибки експериментальної перевірки правила моментів.

*Лабораторна робота фізичного практикуму
Дослідження руху тіла під дією сили тяжіння.*

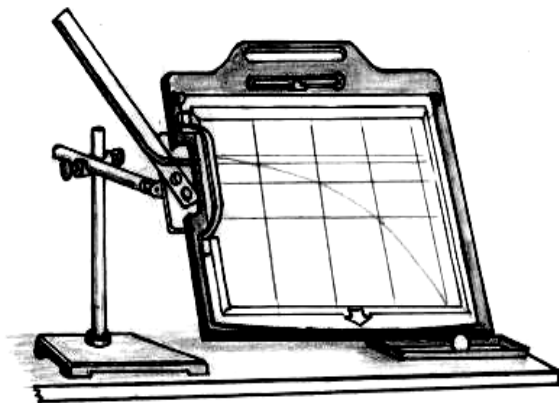


Рис.62. Загальний вигляд лабораторної установки до вивчення руху тіла під дією сили тяжіння.

Обладнання: 1 - сталева кулька; 2 - магнічний планшет; 3 - шарнірний тримач; 4 - лабораторний штатив з муфтою; 5 - лінійка учнівська; 6 - уловлювач кульок, серветка.

Традиційно здійснюють постановку лабораторної роботи “Вивчення руху тіла, кинутого горизонтально”. До її змісту закладено порівняно великий обсяг навчальної інформації. З роками зміст і мета роботи змінились, одні завдання змінились іншими. З останніх ті, що були вилученими, не знайшли експериментального відтворення жодним видом навчального експерименту.

Мається на увазі фіксування траєкторії рухомим тілом. Не можна не погодитись і з тим, що методи такого фіксування шляхом нанесення на кульку барвника (чорнила, туші) а пізніше вазеліну в лабораторних

умовах суперечать ергономічним нормам групових показників (гігієнічного та антропометричного), а також дидактичним та естетичним вимогам. Це пояснюється тим, що сліди барвника і вазеліну потрапляють і на оточуючі предмети: руки, зошити, поверхні столу і підлоги тощо.

Зміна змісту роботи не розв'язала іншої технічної проблеми, що стосується якості експериментальної установки щодо надійності фіксації лотка для пуску кульок в лапці штативу. При оптимальному стисканні тертя між лапкою штативу і лотком та між лотком і фанерою не забезпечує такої надійності. Тому спроби надійнішої фіксації гвинтовим затискачем лапки є причиною руйнування їх різьби та відламування плоских губок лапки. Особливо часто руйнуються лапки, виготовлені із сплаву алюмінію.

Нами вивчено можливості удосконалення такої цінної роботи в плані збереження її багатого змісту і удосконалення матеріального забезпечення відповідно до норм ергономічних групових показників. Для цього нами запропоновано: 1 - для фіксування сліду руху кульки використати магічні планшети: 2 - виготовити спеціальний вузол кріплення лотка і вказаного планшету. Перший взято розмірами 20 x 20 см. В ньому відрізували частину лівого борту, який виступає над поверхнею поля. Для кріплення планшету на фанерній дошці використані канцелярські затискачі. Вузол для кріплення, виготовлений на зразок стійки для кріплення випромінювача або приймача електромагнітних хвиль із комплекту для вивчення властивостей електромагнітних хвиль (ПСР).

Використання вузла кріплення не обмежується лише даною роботою, а використовується і в інших подібних ситуаціях як, наприклад, для фіксації і варіювання положення екранів, елементів оптичних схем тощо. Для даної роботи і кількох інших дослідів корисно виготовити уловлювач кульок у вигляді легкої коробки розмірами 5 x 10 см і висотою 2-3 см, на дно якої покласти тонкий шар поролону, або складену серветку. Використання такого обладнання дозволяє якісно виконувати всі завдання, наведені в інструкціях до цього типу робіт, а також розширити зміст завданнями вивчення руху тіла, кинутого під кутом до горизонту. Обсяг завдань дозволяє вчителю варіювати їх вибір у процесі постановки фронтальних робіт та роботи практикуму.

Загальний вигляд установки зображено на рис. 5.5. Її доцільно скласти до уроку. Це значно зекономить час виконання. У вступному інструктажі слід повідомити, або нагадати спосіб закріплення планшету нахиленим під малим кутом до вертикалі, показати правила користування планшетом.

Порядок виконання роботи

1. Прикріпіть шарнірний тримач до планшету.
2. Закріпіть в штативі стержень шарнірного тримача так, щоб планшет був розташований вертикально, опираючись на поверхню столу.

3. Послабте шарнірне з'єднання, відхиліть планшет від вертикалі на 5-10 градусів, підкладіть під праву частину уловлювач кульок, затисніть шарнірне з'єднання.
4. Закріпіть до планшету лоток для пуску кульок. Зібрана експериментальна установка повинна бути такою, як показано на рис.62.
5. Перенесіть кульку до вершини лотка і відпустіть.
6. Від початку траєкторії кульки проведіть горизонтальний і вертикальний відрізки до протилежних країв планшету.
7. Розділіть відрізок дальності на 4-5 однакових частин, від точок поділу проведіть вгору вертикальні відрізки.
8. Відмітьте точки перетину відрізків з траєкторією.
9. Проведіть горизонтальні відрізки від точок перетину до вертикальної вісі.
10. Виміряйте довжину відрізків відмічених горизонтальними лініями на вертикальній вісі.
11. Перевірте відповідність відношенню послідовності не парних чисел відношення між вертикальними складовими переміщень кульки протягом кожної наступної одиниці часу, зробіть висновки про характер руху тіла, кинутого горизонтально відносно вертикальної і горизонтальної осей.

Лабораторна робота фізичного практикуму
Дослідження механічного руху з урахуванням закону збереження енергії.

Обладнання: 1. Прилад для демонстрування незалежності дії сил. 2. Лінійка з міліметровими поділками. 3. Білий і копійчальний папір. 4. Штатив для фронтальних робіт з муфтою і тапкою.

Короткі теоретичні відомості:

Експериментальну установку зображено на рис. 63 . З відхиленням стержня від вертикального положення куля на його кінці підніметься на деяку висоту h відносно початкового рівня. При цьому система взаємодіючих тіл «Земля – куля» дістає запас потенціальної енергії

$$\Delta E_n = mgh.$$

Коли стержень відпускають, він повертається в початкове положення і зупиняється сягнувши упору. Оскільки сила тертя дуже мала, то можна вважати, що на кулю під час руху стержня діють лише гравітаційна сила і сила пружності. За законом збереження механічної енергії можна сподіватись, що кінетична енергія кулі в момент проходження вихідного положення дорівнюватиме зміні її потенціальної енергії:

$$\frac{m v^2}{2} = mgh.$$

Обчисливши кінетичну енергію кулі та зміну її потенціальної енергії і порівнявши знайдені результати, можна експериментально перевірити закон збереження механічної енергії.. Щоб обчислити зміну потенціальної енергії

кулі, треба знати її масу m і виміряти за допомогою лінійки висоту h піднімання кулі.

Швидкість кулі під час падіння змінюється, проте горизонтальна її складова залишається сталою і за модулем дорівнює швидкості \mathcal{V} кулі в момент удару стержня в упор. Тому швидкість кулі \mathcal{V} в момент злітання зі стержня визначають за формулою

$$\mathcal{V} = \frac{l}{t},$$

де l – дальність польоту кулі, а t – час її падіння.

Для часу вільного падіння t кулі з висоти H (висота кінця стержня у вертикальному положенні над поверхнею столу) знаходять

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}},$$

тому

$$\mathcal{V} = \frac{l}{\sqrt{\frac{2H}{g}}}.$$

Визначену кінетичну енергію $E_k = \frac{m\mathcal{V}^2}{2}$ порівнюють із зміною потенціальної енергії $\Delta E_n = mgh$.

Послідовність виконання роботи

1. Підготуйте таблицю для записування результатів вимірювань і обчислень:

№ дослідів	m , кг	h , м	$\Delta E_n = mgh$, Дж	l , м	H , м	$\mathcal{V} = \frac{l}{\sqrt{\frac{2H}{g}}}$, м/с	$E_k = \frac{m\mathcal{V}^2}{2}$, Дж
1							
2							
3							

2. Закріпіть прилад в штативі на висоту 20-30 см від поверхні столу нижнього кінця стержня.

3. Надіньте кулю отвором на стержень і виконайте попередній дослід.

4. На місці падіння кулі покладіть і закріпіть аркуш білого паперу накритого копіювальним.

5. Надіньте кулю на стержень, відведіть стержень вбік і виміряйте висоту h кулі відносно початкового рівня. Відпустіть стержень.

6. Знявши копіювальний папір, виміряйте відстань l між точкою на столі під кулею в її початковому положенні за положенням виска і позначкою на папері в місці падіння кулі.

7. Виміряйте початкову висоту H кулі над поверхнею столу.

8. Обчисліть зміну потенціальної енергії кулі і значення кінетичної енергії в мить проходження початкового положення.

9. Повторіть дослід ще двічі за різних значень висоти h . Всі результати вимірювань і визначень занесіть до таблиці.

10. Оцініть абсолютні і відносну похибки вимірювань потенціальної і кінетичної енергії кулі за результатами дослідів. Порівняйте значення змін потенціальної енергії кулі з її кінетичною енергією і зробіть висновок.

Контрольні запитання:

1. Які втрати енергії не враховані в процесі виконання роботи?
2. Як пояснити, що в процесі визначення модуля швидкості кулі використано рівняння рівномірного руху, а часу – рівноприскореного руху?
3. За яких умов можна застосовувати закон збереження механічної енергії?



Рис. 62

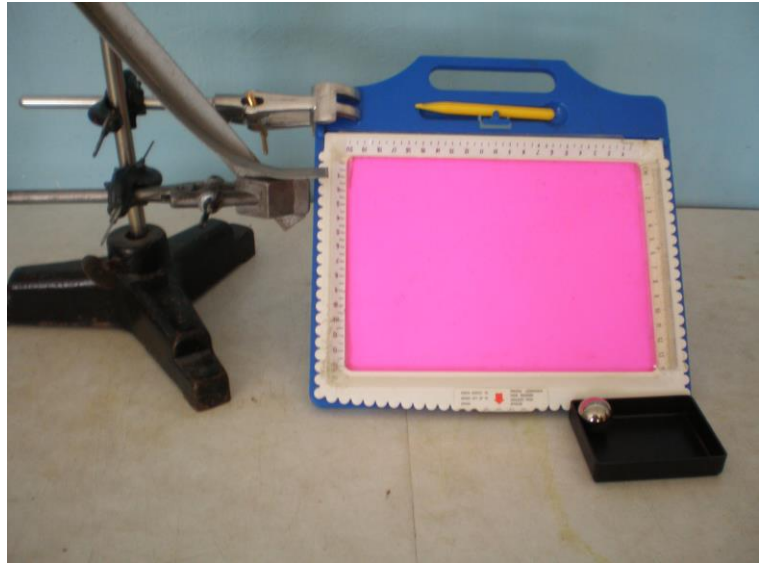


Рис. 61



Рис. 63

Лабораторні роботи з молекулярної фізики і термодинаміки в 10 класі

Завдання: 1. Складіть інструкції до лабораторних робіт за описами в даному посібнику.

2. Виконайте роботи.
3. Складіть звіти про виконання робіт.

Короткі теоретичні відомості і методичні поради

Фронтальна лабораторна робота

Дослідження одного з ізопроцесів

Обладнання: 1. Скляний циліндр заввишки 50 см. 2. Скляна трубка довжиною 50-60 см, закрита з одного кінця. 3. Посудина з водою. 4. Барометр-анероїд. 5. Лінійка. 6. Штатив.

Короткі теоретичні відомості:

В опущену у циліндр з водою відкритим кінцем донизу трубку набереться вода. Якщо її рівень в трубці нижчий за рівень води в посудині на h , то тиск повітря в трубці дорівнює сумі атмосферного й гідростатичного тиску стовпа води висотою h (див. рис 64.). Для спрощення розрахунків тиск вимірюють в мм. рт. ст.. Оскільки густина води в 13,6 разів менша густини ртуті, то для повітря в трубці можна записати

$$p = H + \frac{h}{13,6}, \text{ де } p - \text{атмосферний тиск в мм. рт. ст.}, \quad h - \text{різниця рівнів}$$

води в циліндрі та трубці, виміряна в міліметрах.

Об'єм повітря в трубці визначають за формулою $V=l \cdot S$, де l – довжина стовпа повітря, а S – площа перерізу трубки.

У трубці міститься стала маса повітря, яке можна вважати таким, що перебуває за сталої (кімнатної) температури.

Оскільки площа поперечного перерізу трубки незмінна, то довжина стовпа повітря в трубці пропорційна до об'єму повітря. Тому для перевірки закону Бойля-Маріотта досить перевірити справедливість рівності

$$\left(H + \frac{h}{13,6} \right) \cdot l = \text{const.}$$

Хід роботи:

1. Зберіть установку за рис. .
2. Виміряйте барометром-анероїдом атмосферний тиск у мм. рт. ст..
3. Виміряйте довжину трубки l_1 .
4. Опустіть в циліндр з водою трубку відкритим кінцем донизу.
5. Виміряйте довжину стовпа повітря в трубці l_2 і висоту стовпа води до рівня повітря в трубці h_2 .
6. Результати вимірювань занесіть до таблиці.

7. Повторіть дослід за іншого значення стовпа h .

8. За результатами кожного дослідів визначте значення величини

$$c = \left(H + \frac{h}{13,6} \right) \cdot l.$$

9. Порівняйте результати, зробіть висновки.

№ дослідів	H , мм. рт. ст..	h , мм	l , см	$c = \left(H + \frac{h}{13,6} \right) \cdot l$
------------	-----------------------	----------	----------	---

Фронтальна лабораторна робота

Вимірювання відносної вологості повітря

Обладнання: 1. Психрометр. 2. Склянка з водою. 3. Психрометрична таблиця.

Короткі теоретичні відомості:

Психрометр складається з двох однакових термометрів, один з яких обгорнутий вологою тканиною (або ватою). За ненасиченої в повітрі пари вода з тканини випаровується і показання «вологого» термометра менші, за показання сухого термометра.

За інтенсивнішого випаровування води (за меншої вологості повітря), показання «вологого» термометра нижчі. За різницею показань двох термометрів вимірюють вологість повітря, Для цього складені так звані психрометричні таблиці.

Хід роботи:

1. Налийте кілька крапель води на тканину, чи вату, якою обгорнутий «вологий» термометр.

2. Через 15-20 хвилин після змочування (за відсутності зміни показань вологого термометра) запишіть показання термометрів в таблицю.

$t_{\text{сухого}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вологого}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$

3. Користуючись психрометричною таблицею, визначте відносну вологість повітря.

4. Запишіть висновок до виконаного завдання.

Лабораторна робота фізичного практикуму

Вивчення одного з ізопроесів

Обладнання: Прилад для вивчення газових законів лабораторний. 2. Датчик тиску. 3. Вольтметр постійного струму. 4. Джерело постійного струму на 4-6 В. 5. Термометр.

Короткі теоретичні відомості:

Прилад являє собою гофровану посудину, розміщену в циліндричній посудині. На останній закріплені пристосування для зміни об'єму гофрованої посудини через її стиснення, чи розтягування за допомогою гвинта. Також є показчик внутрішнього об'єму гофрованої посудини.

Також гофрована посудина має штуцер, через який її з'єднують з датчиком тиску. Останній являє собою місткову схему в плечах якої ввімкнені тензодатчики. Деформація останніх здійснюється зміною тиску газу. Вся електрична схема вмонтована в нерозбірному пластмасовому корпусі. На останньому розміщення чотири клеми: дві – для приєднання до джерела постійного струму; інші дві – для приєднання до клем вольтметра постійного струму. Градування шкали вольтметра в одиницях тиску здійснюють за перевідним коефіцієнтом, наведеним в паспортних даних до відповідного типу датчика.

Температуру повітря в гофрованій посудині визначають за термометром, опущеним в циліндричну посудину. Зміну температури здійснюють шляхом теплообміну через стінки гофрованої посудини з наливою в циліндричну посудину водою відповідної температури.

Хід роботи:

1. Зберіть установку за рис. 66. Для цього складіть електричне коло вимірювача тиску, дотримуючись полярності ввімкнення вольтметра і джерела струму. В циліндричну посудину опустіть термометр. Приєднайте гумову трубку до датчика тиску.

2. Занесіть до таблиці значення параметрів стану повітря в гофрованій посудині за показаннями об'єму, термометра і барометра.

3. Замкніть електричне коло і виконайте коригування показань вольтметра за вказівками в паспорті до приладу.

4. Наповніть циліндричну посудину теплою водою і, обертаючи гвинт, змініть об'єм повітря в гофрованій посудині.

5. Через 5-7 хвилин (за відсутності збільшення показань термометра) запишіть значення параметрів повітря, відповідно до другого його стану.

6. Повторіть зміну параметрів повітря і запишіть їх значення відповідні для третього стану.

7. За результатами вимірювань до кожного досліду визначте значення виразу $\frac{pV}{T}$.

8. Порівняйте результати дослідів, зробіть висновки.

Лабораторна робота фізичного практикуму

Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини.

Обладнання: 1. Динамометр типу ДПН з приладдям. 2. Штатив. 3. Дистильована вода в склянці. 4. Лінійка.

Короткі теоретичні відомості:

На дротяний каркас шириною l вздовж межі поверхні діє сила поверхневого натягу F , яка дорівнює

$$F = 2\sigma l,$$

Де σ - поверхневий натяг; множник 2 взято тому, що плівка має дві поверхні.

Звідси

$$\sigma = \frac{F}{2l}.$$

Модуль сили поверхневого натягу вимірюють чутливим динамометром типу ДПН, а ширина плівки, яка дорівнює ширині дротяної петлі, - лінійкою.

Динамометр типу ДПН (рис.) складається з корпусу 3, всередині якого розміщена вимірювальна пружина 5, що має прямий кінець з відкритим гачком 7. Гачком з'єднують петлю 8 з вимірювальною пружиною динамометра. Показчиком відлічування показань за шкалою слугує стрілка 6. Воду наливають в скляну посудину 9, встановлену на столику 10, закріпленому на стержні. Стержень опущений у втулку, закріплену вертикально в муфті штативу. В нижньому отвору втулки нарізана різьба в якій є гвинт 11, на верхній кінець якого впирається нижній кінець стержня столика. Вкручуючи, або викручуючи гвинт, здійснюють вертикальне переміщення столика 10 з посудиною 9.

Для вимірювання поверхневого натягу дротяну петлю повністю занурюють у рідину, а потім повільно виймають, шляхом опускання столика. При цьому на петлі утворюється плівка. Коли сила пружності динамометра за модулем дорівнює поверхневому натягу F , плівка розривається.

Хід роботи:

1. Зберіть установку за рис. . Для цього надіньте на відкритий гачок 7 петлю 8. Притримуючи установочний гвинт 1, відкрутіть стопорний гвинт 2. Обертаючи стакан 4 і натискаючи на головку гвинта 1, встановіть стрілку динамометра на нульову поділку шкали. Закрутіть стопорний гвинт.

2. Налийте в посудину 9 дистильованої води і встановіть її на столик 10. Обертаючи гвинт 11, підніміть посудину до рівня, щоб петля повністю занурилась у воду.

3. Повільно опускайте посудину з водою, користуючись гвинтом 11. Разом спостерігайте за показаннями динамометра. Визначте показання динамометра в момент розриву плівки, запишіть ці показання.

4. Повторіть вимірювання тричі.

5. Розрахуйте поверхневий натяг за значеннями сили до кожного досліду. Розрахуйте середнє значення поверхневого натягу.

Контрольні запитання:

1. Що називається поверхневим натягом рідини?
2. Чому в робочій формулі є множник 2?
3. Чому в установці використовують не прямолінійний відрізок дротини, а петлю П-подібної форми?

4. Як залежить поверхневий натяг рідини від температури?

Лабораторна робота фізичного практикуму

Визначення модуля пружності речовини.

Обладнання: 1. Саморобний прилад. 2. Гумова стрічка. 3. Штангенциркуль.

Короткі теоретичні відомості:

Прилад складається з основи – дерев'яної, чи пластмасової пластини, на одному кінці якої закріплений динамометр, а на протилежному - втулка зі стопорним гвинтом. В останню вставлений металевий стержень з відкритим гачком, положення якого фіксується стопорним гвинтом. Вздовж переднього краю знаходиться лінійка з міліметровими поділками, що має поздовжній паз. Через останній виступають закріплені на основі дві шпильки з стопорними гайками, якими фіксують лінійку в потрібному положенні. Досліджуваній зразок виготовляють у формі стрічки з гачками на кінцях. На ньому відмічають лівий і правий кінці досліджуваної ділянки (не охоплюючи кінці зразка, скрадаючи крайові ефекти). Гачками зразок одягають за гачки динамометра і стержня.

При виконанні лабораторної роботи стопорний гвинт стержня відкручують і, переміщуючи стержень, надають зразку деформованого чи не деформованого стану, гвинт закручують, фіксуючи відповідне положення зразка. Звільнивши стопорні гайки, лінійку суміщають початком шкали з лівим кінцем досліджуваної ділянки зразка і знову зафіксують. Здійснюють вимірювання довжини визначеної ділянки зразка.

Розміри поперечного перерізу зразка (довжини, ширини, або радіуса) вимірюють штангенциркулем.

Модуль Юнга для зразка циліндричної форми визначають за формулою

$$E = \frac{4Fl_0}{\pi d^2(l-l_0)},$$

а для зразка з перерізом прямокутної форми – за формулою

$$E = \frac{F \cdot l_0}{a \cdot b \cdot (l - l_0)},$$

де a і b - розміри поперечного перерізу зразка.

Хід роботи:

1. Зберіть установку за рис. . Виміряйте штангенциркулем розміри поперечного перерізу досліджуваного зразка a і b , (або d).
2. Шляхом переміщення і фіксування стержня встановіть і зафіксуйте початкове прямолінійне і не деформоване положення зразка.
3. Розташуйте і зафіксуйте положення лінійки для зручного вимірювання довжини досліджуваної ділянки зразка.
4. Виміряйте початкову довжину ділянки зразка l_0 .

5. Здійсніть деформацію зразка шляхом відтягування вправо стержня і фіксацію його.

6. Виміряйте довжину деформованого зразка l .

7. Виміряйте відповідне значення сили натягу F .

8. Результати вимірювань занесіть до таблиці

$l_0, \text{м}$	$l, \text{м}$	$a, \text{м}$	$b, \text{м}$	$d, \text{м}$	$S, \text{м}^2$	$F, \text{Н}$	$E, \text{Па}$

8. Обчисліть модуль Юнга за результатами вимірювань кожного досліду.

9. Виконайте розрахунки абсолютної і відносної похибок.

Контрольні запитання:

1. Якими одиницями вимірюють модуль Юнга?

2. Що розуміють під крайовими ефектами?

3. З точністю вимірювання яких величин пов'язані похибки результатів виконання роботи?

4. Яка фізична суть модуля Юнга?



Рис. 64.



Рис. 65



Рис. 66. Лабораторні установки для вивчення газових законів та експериментальної перевірки рівняння стану газу.



Рис. 68.