

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Кафедра фізики та математики

**Ірина МАНЬКУСЬ,
Людмила НЕДБАЄВСЬКА,
Роман ДІНЖОС**

**Лабораторний практикум з
методики навчання фізики**
Фізичний експеримент в контексті НУШ

Частина 1

Навчальний посібник



Миколаїв – 2025

УДК 371.388:53

М 23

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету комп'ютерних наук Чорноморського національного університету імені Петра Могили (протокол № 10 від 15 травня 2024 р.)

Рецензенти:

Т. М. Каушан – кандидат педагогічних наук, викладач-методист комісії природничо-математичних та фундаментальних дисциплін Миколаївського політехнічного фахового коледжу.

О. А. Малиновська – викладач-методист Миколаївського будівельного фахового коледжу Київського національного університету будівництва і архітектури.

Манькусь І.

М 23 Лабораторний практикум з методики навчання фізики. Фізичний експеримент в контексті НУШ. Частина 1 : навч. посіб. / І. Манькусь, Л. Недбаєвська, Р. Дінжос. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2025. – 248 с.

ISBN 978-966-336-429-2 (заг.)

ISBN 978-966-336-431-5 (Ч. 1)

У посібнику розглянуто місце, роль і значення фізичного експерименту, питання методики та технології використання експерименту у контексті НУШ, які відповідають програмі курсу «Методика навчання фізики» спеціальності 014. Середня освіта. Фізика.

Посібник розрахований на студентів і випускників вишів педагогічних спеціальностей природничого профілю.

УДК 371.388:53

ISBN 978-966-336-429-2 (заг.)

ISBN 978-966-336-431-5 (Ч. 1)

© Манькусь І., Недбаєвська Л.,
Дінжос Р., 2025.

© ЧНУ ім. Петра Могили, 2025.

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ I. Зміст та завдання до лабораторних робіт	10
Лабораторна робота № 1. Вивчення основного шкільного фізичного обладнання. Демонстраційне обладнання та його особливості.....	10
Лабораторна робота № 2. Вивчення основного шкільного обладнання. Електророзподільний щит, шкільні випрямлячі, трансформатори, лужні акумулятори	11
Лабораторна робота № 3. Вивчення основного шкільного фізичного обладнання. Електронний осцилограф, генератор звукової частоти, підсилювачі	13
Лабораторна робота № 4. Вивчення основного шкільного фізичного обладнання. Універсальний проєкційний апарат ФОС-67, стробоскоп.....	14
Лабораторна робота № 5. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Будова речовини».	16
Лабораторна робота № 6. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Світлові явища».	17
Лабораторна робота № 7. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Механічний рух. Прямолінійний рівномірний рух. Рух по колу»	18
Лабораторна робота № 8. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Механічні коливання. Механічні хвилі. Звук»	20
Лабораторна робота № 9. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Взаємодія тіл»	21
Лабораторна робота № 10. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Тиск твердих тіл, рідин і газів»	23
Лабораторна робота № 11. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Механічна робота. Енергія»	24
Лабораторна робота № 12. Методика і техніка постановки фізичного експерименту за темою «Теплопередача та робота»	25

Лабораторна робота № 13. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Електричне поле».....	27
Лабораторна робота № 14. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Постійний електричний струм у металах».....	27
Лабораторна робота № 15. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Постійний електричний струм у напівпровідниках».....	28
Лабораторна робота № 16. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів».....	29
Лабораторна робота № 17. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Магнітне поле».....	30
Лабораторна робота № 18. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Атомне ядро. Ядерна енергетика».....	32

Розділ II. Методичні рекомендації до лабора-торних робіт з методики навчання фізики.....

1. Фізичний практикум до теми «Вивчення основного шкільного обладнання. Електровимірювальні прилади».....	33
2. Фізичний практикум до теми «Вивчення основного шкільного обладнання. Електророзподільний щит, шкільні випрямлячі, трансформатори, лужні акумулятори».....	46
3. Фізичний практикум до теми «Вивчення основного шкільного обладнання. Електронний осцилограф, генератор звукової частоти, підсилювачі».....	59
4. Фізичний практикум до теми «Вивчення основного шкільного обладнання. Універсальний проєкційний ліхтар ФОС-67, стробоскоп»...	69
5. Фізичний практикум до теми «Будова речовини».....	77
6. Фізичний практикум до теми «Світлові явища».....	85
7. Фізичний практикум до теми «Механічний рух. Прямолінійний рівномірний рух. Рух по колу».....	105
8. Фізичний практикум до теми «Механічні коливання. Механічні хвилі. Звук».....	111

9. Фізичний практикум до теми «Взаємодія тіл.....	131
10. Фізичний практикум до теми «Тиск твердих тіл, рідин і газів»...	145
11. Фізичний практикум до теми «Механічна робота. Енергія»	158
12. Фізичний практикум до теми «Теплопередача та робота»	170
13. Фізичний практикум до теми «Електричне поле»	180
14. Фізичний практикум до теми «Постійний електричний струм в металах».....	189
15. Фізичний практикум до теми «Постійний струм у напівпровідниках»	206
16. Фізичний практикум до теми «Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів»	215
17. Фізичний практикум з теми «Магнітне поле».	225
18. Фізичний практикум з теми «Атомне ядро. Ядерна енергетика»	237
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	131

ВСТУП

Навчальний фізичний експеримент – це відтворення під час освітнього процесу фізичних явищ за допомогою спеціальних приладів. Важливість і значущість фізичного експерименту обумовлюється його функціями.

1. Фізичний експеримент виступає джерелом знань. В цьому полягає його пізнавальна функція. Спостерігаючи за результатами фізичних дослідів, учні одержують нову інформацію і на основі експерименту формують фізичні поняття, встановлюють зв'язки між ними.

2. Фізичний експеримент виступає як метод навчання. Він відображає науковий метод вивчення структурних компонентів фізичних знань. До наукових методів пізнання відносяться експериментальний і теоретичний методи. При експериментальному методі вивчення навчального матеріалу пізнавальна діяльність розпочинається з експерименту, саме тому він має фундаментальне значення. Далі на його основі роблять узагальнення і формулюють фізичний закон або фізичні закономірності. При теоретичному методі організації пізнавальної діяльності спочатку із теорії одержують наслідки, які повинні бути підтверджені експериментом. В цьому випадку експеримент виступає як критерій істини і його роль більш ілюстративна.

3. Навчальний фізичний експеримент в освітньому процесі є головним засобом унаочнення, як при вивченні фізики, так і при вивченні інших природничих наук. Він формує конкретні образи, відображає в свідомості здобувачів освіти реальні зв'язки між фізичними явищами, законами і теоріями. Експеримент підвищує інтерес до вивчення фізики, тому він є одним з ефективних засобів мотивації здобувачів освіти до активної пізнавальної діяльності.

4. Експеримент формує ключові компетентності здобувачів освіти, визначені НУШ. Особливо важливим є політехнічне значення фізичного експерименту, в ході якого учні набувають вміння користуватися вимірювальними приладами і знайомляться з принципами дії технічних установок.

Класифікація фізичного експерименту, яка враховує спільну освітню діяльність здобувачів освіти і вчителя, здійснюється за критерієм «організаційної ознаки». Саме за цим критерієм фізичний експеримент класифікують на:

- демонстраційний експеримент;
- фронтальні лабораторні роботи;
- фізичний практикум;

- позааудиторні досліді і спостереження.

Згідно цієї класифікації фізичне обладнання також ділиться на три групи: 1) демонстраційне; 2) для фронтальних лабораторних робіт; 3) для фізичного практикуму.

Демонстраційний експеримент

Демонстраційний експеримент виконується вчителем або демонстратором для великої аудиторії за участю здобувачів освіти. Він супроводжує спільну пізнавальну діяльність учасників освітнього процесу (пояснення вчителя). Перелік обов'язкових демонстрацій по кожній темі курсу фізики визначено в програмі НУШ. Особливо виділяються демонстрації, які складають експериментальну основу сучасної фізики – фундаментальні досліді (досліді Галілея, Штерна, Кулона, Ампера, Фарадея, Герца, Столстова, Лебедева, Резерфорда та ін.).

Демонстраційний експеримент має відповідати таким основним вимогам:

- науковість – відповідність діючим законам та сучасним фізичним теоріям;
- виразність досліді – він повинен просто і чітко показати сутність фізичного явища;
- переконливість досліді – дослід не повинен приводити до подвійного або неправильного його розуміння, а переконливо демонструвати те, що необхідно було показати;
- надійність досліді – вчитель повинен бути впевнений у тому, що дослід буде здійсненим;
- тривалість у часі – урахування протікання фізичних процесів у часі. Використання різних методичних прийомів для короткотривалих і довготривалих експериментів.
- цікавість – дослід повинен викликати пізнавальний інтерес у здобувачів освіти;
- видимість – дослід повинен бути чітко видимим усім учасникам освітнього процесу;
- відповідність правилам техніки безпеки.

Однією з найсуттєвіших вимог до демонстрацій є їх видимість.

Ця вимога враховується при конструюванні приладів (розмір, колір та ін.).

Щоб забезпечити видимість досліді необхідно:

- використовувати для постановки експерименту тільки демонстраційне обладнання;
- правильно вибрати місце для демонстратора (щоб не закривати собою прилади);

- використовувати спеціальні підставки;
- використовувати допоміжні лампи підсвітки;
- використовувати провідники різного кольору, спеціальні екрани.

Демонстраційний експеримент в освітньому процесі може використовуватися для вирішення наступних задач:

- мотивація освітньої діяльності здобувачів освіти (вивчення нового матеріалу);
- висунення пізнавальної задачі;
- створення проблемної ситуації;
- перевірка гіпотези;
- ілюстрація пояснення вчителя.

Фронтальні лабораторні роботи

Це такий вид практичної діяльності, під час якої всі здобувачі освіти одночасно виконують однотипний експеримент, використовуючи однакове обладнання.

Перелік фронтальних робіт дається в програмах НУШ з фізики. Вони хронологічно і тісно пов'язані з матеріалом, який вивчається, і розраховані, як правило, на один урок.

Фронтальні лабораторні роботи можна класифікувати, залежно від мети їх виконання, наступним чином:

- роботи по спостереженню фізичних явищ;
- роботи, в яких учні знайомляться з приладами і виконують прямі виміри (вимірювання сили струму, напруги, маси і т.п.);
- роботи, в яких встановлюється залежність між фізичними величинами;
- роботи, в яких учні знайомляться з принципом дії технічних установок і приладів.

Залежно від дидактичних задач, фронтальні роботи можна поділити на ілюстративні (перевірка вивчених закономірностей) і дослідницькі (перевірка гіпотез і одержання нових знань).

Проведення будь-якої фронтальної лабораторної роботи включає три етапи: підготовку, виконання і підведення підсумків.

Вчитель повинен провести вступну бесіду, в якій виявити підготовку здобувачів освіти до свідомого виконання роботи, спільно із здобувачами освіти визначити мету роботи, обговорити хід виконання роботи, правила роботи з приладами, методи визначення похибок вимірювання.

Фізичний практикум

Виконується здобувачами освіти самостійно. Він проводиться з метою повторення, поглиблення, розширення і узагальнення знань з різних тем курсу фізики; розвитку експериментальних вмінь шляхом використання більш складного обладнання та експерименту.

Фізичний практикум хронологічно не пов'язаний з матеріалом, який вивчається і проводиться, як правило, в кінці навчального року або півріччя.

Інструкція, яку готує вчитель по кожній роботі, повинна включати: назву, мету, перелік приладів і обладнання, коротку теорію, опис приладів, план виконання роботи, вимоги до звіту.

Позааудиторні досліді і спостереження (*Домашні експериментальні роботи*) – це самостійний експеримент, який виконується здобувачами освіти поза межами навчального закладу, без безпосереднього контролю з боку вчителя за ходом роботи.

Домашні експериментальні роботи можуть бути класифіковані залежно від обладнання, яке використовується для їх виконання:

- роботи, в яких використовуються предмети домашнього вжитку і підручні матеріали;
- роботи, в яких використовуються саморобні прилади;
- роботи, які виконуються на промислових приладах.

Промисловість випускає різноманітні конструктори (з оптики, електрики, електромагнетизму), які можуть бути використані для домашнього експерименту. Здобувачі освіти можуть також в домашніх умовах проводити модельний експеримент.

Результати домашньої експериментальної роботи необхідно спільно обговорити і проаналізувати на уроці, а здобувачу освіти оформити їх у вигляді звіту.

Розділ І. Завдання до лабораторних робіт з методики навчання фізики

Лабораторна робота № 1. Вивчення основного шкільного фізичного обладнання. Демонстраційне обладнання та його особливості.

Мета роботи: Оволодіти навичками роботи з демонстраційними приладами: насос вакуумний Комовського, освітлювач тіньового проєкування, машина електрофорна, види електричних опорів.

Контрольні запитання

1. Яка будова клапанів ручного насоса? Поясніть роботу насоса при розрідженні та нагнітанні?
2. Як швидко і з найменшими витратами сил з'єднати клапан насоса з гумовою трубою (при щільному з'єднанні)?
3. Чому робота насоса погіршується при дуже швидких і коротких качаннях?
4. Яке призначення юстировки в освітлювачі для тіньового проєкування ОТП?
5. Чому при використанні приладів з електростатики треба дотримуватись чистоти обладнання і певних умов у приміщенні?
6. Як застосувати реостат для плавного регулювання сили струму, напруги?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. Приступаючи до роботи уважно вивчить обладнання, його будову.
2. Переконайтесь у відповідності напруги в мережі до тієї, на яку розрахований прилад.
3. Уважно перевірте схему електричного кола перед тим як ввімкнути його в мережу.
4. Користуйтеся ізольованими проводами. Не допускайте їх перехрещення.
5. При роботі з акумуляторами забороняється перевіряти їх на "іскру", класти на них сторонні речі.
6. Не розміщуйте гальванометри поблизу сильних магнітних полів.

Хід роботи

Завдання 1.

- 1) Ознайомтеся з будовою ручного насоса Шинца;
- 2) За допомогою ручного насоса зробіть розрідження в скляній колбі, зменшивши атмосферний тиск всередині на $1/3$ початкового тиску;
- 3) Ознайомтеся з будовою масляного насоса Комовського;
- 4) За допомогою насоса Комовського виконайте дослід з магдебурзькими півкулями;
- 5) Продемонструйте послаблення звуку в розрідженому просторі.

Завдання 2.

- 1) Вивчіть будову освітлювача для тінювого проектування ОТП;
- 2) Застосуйте ОТП для одержання тіні від демонстраційного електричного дзвоника; водяної пари над поверхнею електричної плитки; підсвітлення напівпрозорої шкали електрометра.

Завдання 3.

- 1) Ознайомтеся з будовою електрофорної машини за інструкцією до неї;
- 2) Підготуйте машину до виконання дослідів, проведіть дослід з султанами для їх електризації.

Завдання 4.

- 1) За допомогою інструкцій ознайомтеся з реостатом повзунковим, реостатом ступінчастим, магазином опорів, реохордом;
- 2) Зібрати схему А) для регулювання напруги в електричному колі;
- 3) Зібрати схему В) для регулювання сили струму в електричному колі.

Лабораторна робота № 2. Вивчення основного шкільного обладнання. Електророзподільний щит, шкільні випрямлячі, трансформатори, лужні акумулятори.

Мета роботи: Вивчити будову обладнання і навчитись використовувати його у шкільному фізичному експерименті.

Контрольні запитання

1. Що таке ємність акумулятора? Як розшифрувати марку акумулятора?
2. Як визначити зарядний та розрядний струм по марці акумулятора?
3. Чому дорівнює час нормального заряду лужного акумулятора?
4. Як підготувати новий акумулятор до роботи?

5. Намалуйте схему одно- і двоперіодного випрямляча змінного струму та поясніть її принцип дії.
6. Поясніть принцип дії трансформатора. Яке явище лежить в основі його дії?
7. У чому різниця між трансформатором і автотрансформатором?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. Уважно вивчіть будову електророзподільного щита, випрямлячів і трансформаторів.
2. Впевніться в наявності справних запобіжників.
3. Ручку плавного регулювання напруги перемістіть в нульове положення шкали.
4. Джерело струму вмикайте в коло в останню чергу. Зібране коло вмикайте після перевірки викладачем або лаборантом.
5. Не торкайтесь елементів кола, які знаходяться під напругою.
6. Слідкуйте, щоб під час роботи електродвигуна не торкатись його частин, які обертаються.

Хід роботи

Завдання 1. Познайомтеся з будовою електророзподільного щита ЩЕ-59.

- 1) Розгляньте по принциповій схемі монтаж щита;
- 2) Прослідкуйте за колом змінного струму;
- 3) Прослідкуйте за колом постійного струму;
- 4) Вивчіть монтажну схему випрямляча та автотрансформатора;
- 5) Розгляньте призначення окремих плавких запобіжників;
- 6) Ознайомтеся із ввімкненням електровимірювальних приладів постійного і змінного струму;
- 7) Ознайомтеся з пультом керування.

Завдання 2. Одержати від електророзподільного щита постійний струм напругою 4-6 В і продемонструвати магнітний спектр постійного струму.

Завдання 3. Одержати від електророзподільного щита змінну напругу для приведення в дію універсального електродвигуна.

Примітка: складіть електричне коло із універсального електродвигуна, закріпленого в штативі, реостату 50-70 Ом, 0,1-1 А і вимикача. Рукоятку автотрансформатора поставте на "0" шкали змінного струму. Ручку перемикача "навантаження" поставте в положення "~". До клем "регульована напруга" приєднайте зібране коло. Ручку вимикача "вхід" поставте в положення "вкл". Обертанням рукоятки автотрансформатора по приладах встановіть мінімальну напругу, при якій спостерігаєть-

ся обертання ротора і виміряйте тахометром швидкість обертання при 120 і 220 В.

Завдання 4. Ознайомтесь з будовою універсального випрямляча ВУП-2. Докладно розгляньте монтажну схему, вивчіть щиток управління, щиток запобіжників, встановіть відповідність напруги і запобіжників.

Завдання 5. Покажіть можливість одержання від випрямляча регульованої постійної напруги від 0 до + і -100.

Завдання 6. Вивчіть будову випрямляча ВС-24 за інструкцією до приладу.

Завдання 7. Вивчіть будову лужних акумуляторів.

Завдання 8. Вивчіть будову регулятора напруги РНШ і дросельної котушки.

Роботу оформити згідно встановленого зразка.

Лабораторна робота № 3. Вивчення основного шкільного фізичного обладнання. Електронний осцилограф, генератор звукової частоти, підсилювачі.

Мета роботи: Вивчити обладнання і навчитися користуватися ним для постановки фізичного експерименту.

Контрольні запитання

1. Яке призначення ручок керування осцилографом ОЕШ-70?
2. Як буде змінюватися осцилограма при обертанні окремих ручок осцилографа; при перемиканні тумблера і перемикача?
3. Як відбувається фокусування електронного променя?
4. Як працює генератор розгортки?
5. Яке призначення перемикачів звукового генератора ГЗШ, ГЗМ?
6. Яке призначення окремих блоків осцилографа, звукового генератора, підсилювача?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. Перед експлуатацією прилади (осцилограф, ГЗШ, ПНЧ) необхідно оглянути.
2. Забороняється замінювати запобіжники, ремонтувати прилади з увімкнутими в мережу шнурами живлення.
3. Не можна використовувати запобіжник, розрахований на силу струму більшу ніж 1 А.
4. Під час роботи не залишайте прилади без нагляду.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть будову шкільного осцилографа ОЕШ-70:

- 1) визначте призначення окремих блоків, ручок керування;
- 2) підготуйте осцилограф до роботи.

Завдання 2. Покажіть осцилограму змінного струму від освітлювальної мережі. Для цього з'єднайте провідником «контр. вхід» осцилографа з клемою «У». Ручку перемикача діапазонів встановіть на поділці «до 220».

Завдання 3. Вивчіть будову й принцип дії звукового генератора, моделі демонстраційного звукового генератора. Розгляньте блок-схему ГЗШ.

Завдання 4. Покажіть осцилограму звукових коливань від ГЗШ, моделі звукового генератора.

Завдання 5. Вивчіть будову підсилювача низької частоти (ПНЧ-3, ПНЧ-5), підсилювача на панелі.

Завдання 6. Підготуйте ПНЧ до роботи. Ввімкніть і продемонструйте прийом радіохвиль.

Завдання 7. Зберіть установку підсилювача на панелі. Визначте за допомогою осцилографа коефіцієнт підсилення електричних коливань.

Роботу оформити згідно зразка.

Лабораторна робота № 4. Вивчення основного шкільного фізичного обладнання. Універсальний проєкційний апарат ФОС-67, стробоскоп.

Мета роботи: Вивчити універсальний проєкційний апарат, освітлювач для тінювого проєктування, оволодіти навичками роботи з цими приладами.

Контрольні запитання

1. Побудуйте зображення в збиральній та розсіювальній лінзах.
2. Запишіть формулу тонкої лінзи.
3. Сформулюйте закони заломлення світла.
4. Побудуйте хід променів через трикутну призму.
5. В чому суть стробоскопічної проєкції

Техніка безпеки при виконанні роботи №4

1. При експлуатації проєкційного апарату треба пам'ятати, що змінний струм напругою 220 V – небезпечний для життя. Тому проєкційний апарат треба заземлити.
2. У процесі експлуатації забороняється відкривати корпус освітлювача проєкційного апарату.
3. Забороняється залишати без нагляду проєкційний ліхтар на довгий час.
4. Забороняється доторкатися лінз ФОСу руками, протирати їх папером. Забруднені поверхні протираються м'якою тканиною.
5. При роботі із стробоскопом слід пам'ятати, що у стробоскопічному світлі рухомі деталі можуть здаватися нерухомими внаслідок стробоскопічного ефекту. Остерігайтеся доторкатися рукою до рухомих деталей.

Хід роботи

Завдання 1. Ознайомтесь із будовою універсального проєкційного апарату. Встановіть, які головні частини і деталі входять до комплекту апарату. Зберіть проєкційний апарат для вертикальної проєкції і відцентруйте оптичну систему приладу. На екрані повинно бути рівномірно освітлене коло.

Завдання 2. Зберіть проєкційний ліхтар і одержіть паралельний світловий пучок. Для цього в конденсорі необхідно залишити тільки одну лінзу.

Завдання 3. Зберіть проєкційний ліхтар для вертикальної проєкції. За допомогою рейтера зафіксуйте роздвижну щілину й отримайте на екрані зображення різних за діаметром діафрагм.

Завдання 4.

1) Зберіть ліхтар для горизонтальної проєкції, відцентруйте систему так, щоб на екрані одержати рівномірно освітлене коло.

2) Спроектуйте на екран прилад для демонстрації броунівського руху.

Завдання 5.

1) Підготуйте проєкційний ліхтар для тінювого проєктування. Джерелом світла необхідно взяти лампу автомобільну А-20 (6 В, 21 св) і випрямляч ВС 4-12.

2) Покажіть за допомогою тінювої проєкції потік гарячого повітря, який підіймається над спиртівкою або обігрівачем, електроплиткою.

3) Покажіть в тінювій проєкції прилад «Маятник в годиннику».

Завдання 6. Використайте в цих дослідах освітлювач для тінювої проєкції.

Завдання 7. Покажіть проєкцію ніжок камертона стробоскопічним методом.

Завдання 8. Ознайомтесь з установкою для мікропроєкції.

Завдання 9. Ознайомтесь з можливостями використання у фізичних демонстраціях графопроектору.

Лабораторна робота № 5. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Будова речовини».

Мета роботи: Навчитися готувати, демонструвати й пояснювати досліди, які підтверджують молекулярну будову речовини.

Контрольні запитання

1. З якими відомостями про будову речовини учні знайомі з курсу природознавства?
2. Які основні положення МКТ вивчаються в 7 класі?
3. Яка фраза на думку Р. Фреймана містить найбільшу інформацію в найменшій кількості слів?
4. Як можна довести наявність міжмолекулярних проміжків?
5. Які фронтальні досліди можна виконати учням, щоб переконатись в існуванні взаємодії між молекулами?
6. Який дослід доцільно використати, щоб показати учням зв'язок між швидкістю руху молекул і температурою тіла?
7. Запропонуйте серію дослідів для узагальнюючого уроку на тему: «Властивості твердих, рідких і газоподібних тіл».
8. Які моделі використовують під час вивчення теми: «Будова речовини»?
9. Як змінюється просвіт кільця у приладі «Куля Гравізанда» під час нагрівання?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. При використанні спиртівки необхідно користуватися дерев'яною підставкою; не торкатися корпусу спиртівки руками; гасити її за допомогою спеціальної кришки.
2. При використанні реактивів категорично забороняється їх нюхати, пробувати на смак.
3. Для демонстрації дифузії газів на дно склянки необхідно капнути 1-2 краплі ефіру.
4. Обережно використовувати хімічний посуд. Розбите скло забороняється змітати зі столу рукою. Використовуйте для цього щітку або ганчірку.

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати стисливість газів.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати розчинення фарби у воді.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати розширення твердих тіл при нагріванні.

Завдання 4. Підготувати й продемонструвати явище дифузії рідин.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати модель хаотичного руху молекул.

Завдання 6. Підготувати й продемонструвати зчеплення свинцевих циліндрів.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати зменшення об'єму при змішуванні води і солі, води і спирту.

Лабораторна робота № 6. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Світлові явища».

Мета роботи: Навчитися готувати, демонструвати й пояснювати демонстраційний і лабораторний експеримент з теми.

Контрольні запитання

1. Що таке світло?
2. Що називається світловим променем?
3. Поясніть отримання зображення за допомогою малих отворів.
4. Сформулюйте закони відбивання світла.
5. Поясніть побудову зображення у плоскому дзеркалі.
6. Сформулюйте закони заломлення світла.
7. Намалюйте хід променів у розсіювальній та збиральній лінзі.
8. Фотоапарат як оптична система.
9. Поясніть будову та принцип дії ока як оптичної системи.
10. Поясніть явище короткозорості та далекозорості і способи їх корекції.

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. При роботі з проєкційними приладами будьте уважні:
 - а) впевніться у відповідності напруги джерела живлення та пристрою;
 - б) не допускайте попадання вологи на металічні частини апарату; не протирайте лінзи руками або папером.
2. Обережно поводьтеся з усіма приладами, що містять скло: лінзами, лампами, дзеркалами.

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати отримання тіні й напівтіні.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати одержання зображення предмета за допомогою малого отвору.

Завдання 3. Розглянути прилад для демонстрування законів геометричної оптики.

Завдання 4. Підготувати й продемонструвати залежність освітленості від кута падіння променів.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати закон відбивання світла.

Завдання 6. Підготувати й продемонструвати отримання зображення в плоскому дзеркалі.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати явище заломлення світла.

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати отримання зображення за допомогою лінз.

Завдання 9. Підготувати й продемонструвати принцип дії фотоапарату.

Завдання 10. Підготувати й продемонструвати будову ока як оптичної системи.

Завдання 11. Підготувати й виконати фронтальну лабораторну роботу «Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи».

Лабораторна робота № 7. Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Механічний рух. Прямо-лінійний рівномірний рух. Рух по колу».

Мета роботи: Навчитися готувати, демонструвати й пояснювати демонстраційний і лабораторний експеримент з теми.

Контрольні запитання

1. Як розрізняють види руху за траєкторіями?
2. Який рух називається прямолінійним? Назвіть приклади такого руху.
3. Які розрізняють види механічного руху залежно від швидкості?
4. Дайте означення рівномірного та нерівномірного рухів. Наведіть приклади.
5. Який є графік залежності шляху від часу для прямолінійного рівномірного руху; графік залежності швидкості від часу для прямолінійного рівномірного руху?

6. Що називається «відносний рух»?
7. Як досягти максимальної видимості і переконливості під час демонстрації рівномірного руху?
8. Як за допомогою досліду можна визначити кінцеву швидкість, яку набуває кулька, що скочується з похилої площини?
9. Які міжпредметні зв'язки необхідно використати під час вивчення цієї теми?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. Під час проведення дослідів на столі не повинно бути ніяких стонних предметів.
2. Під час демонстрації дослідів про відносність руху обережно поведься з візками, платформами й гирями.
3. Обережно поведься зі скляними циліндрами.

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати відносність спокою та руху.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати відносність траєкторії.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати прямолінійний та криволінійний рух.

Завдання 4. Вивчити будову й дію метронома, демонстраційного секундоміра та електронного лічильника-секундоміра.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати рівномірний та нерівномірний рух.

Примітка: Пропонуйте цей дослід іншим способом. Крапельницю з чорним чорнилом установіть на візок. Закріпіть похило вздовж столу білу рейку. Поворотом крану відрегулюйте частоту падіння крапель. Після цього приведіть візок у рух і запишіть рух за допомогою крапельниці. Подумайте, як, використовуючи цей дослід, ввести поняття швидкості рівномірного руху і середньої швидкості.

Завдання 6. Підготувати й продемонструвати обертальний рух.

Завдання 7. Ознайомитися з набором «Диск обертальний з приладдям» і провести демонстрації для формування понять «період обертання», «частота обертання».

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати напрям швидкості в криволінійному русі.

Завдання 9. Ознайомитися та виконати лабораторні роботи:

1. Вимірювання швидкості руху тіла;
2. Вимірювання частоти обертання тіла.

Завдання 10. Ознайомитися з ППЗ з теми і скласти анотацію.

Лабораторна робота № 8.

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Механічні коливання. Механічні хвилі. Звук».

Мета роботи: Навчитися готувати, демонструвати й пояснювати демонстраційний і лабораторний експеримент з теми.

Контрольні запитання

1. Який рух називають коливальним?
2. Що таке період коливання? У яких одиницях він вимірюється?
3. Що таке частота коливань? У яких одиницях вона вимірюється?
4. Які характеристики математичного маятника (за означенням) не задовольняє кулька на нитці?
5. Від чого залежить період коливань математичного маятника? Пружинного маятника?
6. Які коливання називають затухаючими? Незатухаючими?
7. Чи можуть вільні коливання бути незатухаючими?
8. Який рух називають хвилею?
9. Що таке звук? Чому для поширення звуку необхідне середовище?
10. Чому комар «пищить», муха «дзижчить», джміль «гуде»? Як в інкубаторі відокремлюють півників від курочок?
11. Від чого залежить гучність звуку? Його висота?
12. Що таке інфразвук?
13. Як застосовують ультразвук живі істоти?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. Під час проведення дослідів на столі не повинно бути ніяких сторонніх предметів.
2. У лабораторії при проведенні демонстрацій використовуються деякі саморобні прилади. Перш ніж приступити до роботи, необхідно детально з ними ознайомитися.
3. Під час проведення демонстрації залежності періоду коливання від жорсткості пружини і від маси вантажу, використовувати такий вантаж, який не створює небезпеки для виконання роботи.
4. Обережно поводитися з електроприладами і не порушувати граничних норм напруги і сили струму.

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати механічні коливання.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати запис механічних коливань.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати зв'язки коливань з рівномірним рухом по колу.

Завдання 4. Підготувати й продемонструвати залежність періоду коливань вантажу на пружині від її жорсткості та маси вантажу.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати залежність періоду коливань вантажу на нитці від її довжини.

Завдання 6. Підготувати й продемонструвати утворення і поширення поперечних і повздовжніх хвиль.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати тіла, що коливаються, як джерела звуку.

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати звукопроникність різних середовищ.

Завдання 9. Підготувати й продемонструвати залежність висоти тону звуку від частоти коливань і гучності звуку від амплітуди.

Завдання 10. Переглянути відео «Ультразвук» та скласти анотацію до нього.

Завдання 11. Ознайомитися та виконати лабораторні роботи:

1. Дослідження коливань маятника;
2. Вивчення характеристик звуку.

Завдання 12. Ознайомитися з ППЗ з теми і скласти анотацію.

Лабораторна робота № 9.

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Взаємодія тіл».

Мета роботи: Навчитися готувати, демонструвати й пояснювати демонстраційний і лабораторний експеримент з теми.

Контрольні запитання

1. Як виявляє себе взаємодія тіл?
2. За яких умов тіло рухається зі сталою швидкістю? Як називається це явище?
3. Що являє собою мислений експеримент? Наведіть приклад.
4. Дайте визначення інертності.
5. Чим відрізняються два способи чищення ковдр (вибивання пилу та витримування різким запахом) з точки зору фізики?
6. Що є мірою інертності тіла?
7. Якою залежністю пов'язані відношення мас тіл, які взаємодіють, та відношення змін швидкості їхніх рухів?
8. Як можна виміряти масу тіла?
9. Що таке сила? Чим характеризується сила?
10. Що таке рівнодійна сил, що діють уздовж однією прямою?

11. Як знайти рівнодійну двох сил, які діють вздовж однієї прямої?
12. Що таке вага тіла? Що таке невагомість?
13. Якою є природа сил пружності?
14. Сформулюйте закон Гука.
15. Що таке момент сили? Яка умова рівноваги важеля?
16. Сформулюйте правило моментів.
17. Як за допомогою блоків отримати виграш у силі більш ніж у 2 рази?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. Під час проведення дослідів на столі не повинно бути ніяких стоньких предметів.
2. При демонстрації дослідів по складанню сил слідкуйте, щоб підвішені тягарі були добре закріплені.
3. Під час проведення дослідів по введенню поняття маси на столі повинні бути встановлені обмежувачі руху візка.
4. При демонстрації залежності тиску від діючої сили надійно встановлюйте гирі на столик.
5. Перед тим, як увімкнути саморухомий візок, перевірте, чи відповідає напруження в мережі тій, на яку розрахований візок.

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати явище інерції.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати явище взаємодії візків для введення поняття маси.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати способи визначення густини речовини.

Завдання 4. Ознайомитися з видами шкільних пружинних динамометрів.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати складання сил, діючих вздовж однієї прямої.

Завдання 6. Підготувати й продемонструвати невагомість тіл.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати види деформації тіл.

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати умову рівноваги важеля.

Завдання 9. Підготувати й продемонструвати дію нерухомого та рухомого блоків.

Завдання 10. Ознайомитися та виконати фронтальні лабораторні роботи:

1. Вимірювання сил динамометром. Вимірювання ваги тіла;
2. Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання.

Завдання 11. Ознайомитися з ППЗ з теми і скласти анотацію.

Лабораторна робота № 10.

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Тиск твердих тіл, рідин і газів».

Мета роботи: Навчитися готувати, демонструвати й пояснювати демонстраційний і лабораторний експеримент з теми.

Контрольні запитання

1. Що називається тиском? Наведіть приклади, які показують, що результат дії сили залежить від площі опори, на яку діє сила.
2. Як передається тиск твердими тілами, рідинами й газами?
3. Як пояснити дію закону Паскаля у сполучених посудинах?
4. Накресліть схему гідравлічного пресу і поясніть причини його дії.
5. Як діє рідина на дно й стінки посудини?
6. Як пояснити існування атмосферного тиску? За допомогою якого експерименту його було визначено?
7. Як вимірюють тиск рідин і газів?
8. Якими способами можна визначити Архімедову силу?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. Під час роботи на столі не повинно бути ніяких сторонніх речей.
2. Використовувати розбитий або тріснутий скляний посуд забороняється.
3. При демонстрації атмосферного тиску на стіл необхідно покласти мішечок з піском.
4. При роботі з гідравлічним пресом перевірте присутність стопорного гвинта.
5. Перевірте цілісність корпусу манометру, скла, стрілки. Категорично забороняється працювати з пресом, що має несправний манометр.
6. Категорично забороняється піднімати поршень вище поперечних рисок, нанесених на колонках.
7. При роботі з пресом використовуйте захисний екран.

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати передачу тиску рідинами та газами.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати будову і принцип дії гідравлічного пресу.

Завдання 3. Продемонструвати силу тиску рідини на дно посудини.

Завдання 4. Продемонструвати незалежність сили тиску рідини на дно посудини від форми посудини.

Завдання 5. Продемонструвати тиск рідини на стінки посудини.

Завдання 6. Продемонструвати рівновагу рідини в з'єднаних посудинах.

Література: В.А. Буров и другие. Демонстрационные опыты по физике в 6-7 классах. Опыт 45, с. 104-105.

Завдання 7. Ознайомитися з дослідом Торрічеллі.

Завдання 8. Продемонструвати силу атмосферного тиску за допомогою магдебурзьких тарілок.

Завдання 9. Ознайомитися з будовою та принципом дії барометра-анероида, металічного манометра й мікроманометра.

Завдання 10. Продемонструвати будову і принцип дії нагнітаючого та розріджувального насосу.

Завдання 11. Продемонструвати Архімедову силу.

Завдання 10. Ознайомитися з ППЗ з теми й скласти їх анотацію.

Завдання 11. Ознайомитися й виконати фронтальну лабораторну роботу «Зважування тіл гідростатичним методом».

Лабораторна робота № 11.

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Механічна робота. Енергія».

Мета роботи: Навчитися готувати, демонструвати й пояснювати демонстраційний і лабораторний експеримент з теми.

Контрольні запитання

1. Що таке механічна робота з точки зору фізики? А «робота» будь-яких сил?
2. Які умови необхідні для виконання механічної роботи?
3. Яких значень може набувати механічна робота?
4. Що таке енергія і як вона пов'язана з механічною роботою?
5. Що таке потенціальна енергія? Які тіла крім тих, що підняті над поверхнею Землі, мають потенціальну енергію?
6. Що таке кінетична енергія? Чому кінетична енергія того самого тіла може бути різною для різних спостерігачів?
7. Що таке повна механічна енергія тіла? Сформулюйте закон збереження механічної енергії.
8. У чому полягає «золоте правило» механіки?
9. Що таке коефіцієнт корисної дії механізму?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. Під час проведення дослідів на столі не повинно бути ніяких сторонніх предметів.
2. При демонстрації дослідів з простими механізмами використовуйте зручні та перевірені деталі.

3. Демонстрування рівноваги сил слід проводити в парах, для забезпечення безпеки.

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати дослід по визначенню роботи при підніманні вантажу по вертикалі і переміщенні його по горизонталі.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати дослід з простими механізмами – перетворювачами сили.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати рівність робіт на важелі.

Завдання 4. Підготувати й продемонструвати рівновагу сил на рухомому й нерухомому блоці.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати рівновагу сил на похилій площині.

Завдання 6. Підготувати й продемонструвати рівновагу сил на колесі.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати визначення ККД рухомого блоку.

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати перетворення енергії:

- а) з тягарцем підвішеним на пружині;
- б) «М'ячем-стрибунцем»;
- в) математичним маятником;
- г) маятником Максвелла.

Завдання 9. Підготувати й продемонструвати перехід потенціальної енергії важка в кінетичну енергію руху візка.

Завдання 10. Ознайомитися та виконати фронтальну лабораторну роботу «Визначення ККД похилої площини».

Завдання 11. Ознайомитися з ППЗ з теми й скласти їх анотацію.

Лабораторна робота № 12.

Методика і техніка постановки фізичного експерименту за темою «Теплопередача та робота».

Мета роботи: Навчитися готувати, демонструвати й пояснювати демонстраційний і лабораторний експеримент з теми.

Контрольні запитання

1. Дайте означення поняття температури. Який фізичний зміст цього поняття?

2. Що називають внутрішньою енергією тіла?
3. Доки лід плавиться, його температура не змінюється. Чи змінюється при цьому внутрішня енергія льоду?
4. Яким способом можна змінити внутрішню енергію тіла?
5. Які види теплопередачі ви знаєте?
6. Як відбувається передача тепла у твердих тілах?
7. У чому полягає сутність явища конвекції? Випромінювання?
8. Що називають питомою теплоємністю речовини?
9. У чому полягає закон збереження енергії для теплових явищ?
10. Яким є фізичний зміст питомої теплоти згорання палива?
11. У чому полягає принцип дії теплового двигуна?
12. Що таке пароутворення?
13. Якими способами рідина перетворюється на газ?
14. Що таке кипіння?
15. Який фізичний зміст питомої теплоти пароутворення?

Техніка безпеки при виконанні роботи

1. Обережно використовуйте гарячу воду та пар, щоб не отримати опіків шкіри.
2. Використовуйте електроплитку із закритою спіраллю. Не залишайте електронагрівальний прилад без нагляду.
3. Перед роботою з електронагрівальними приладами необхідно прибрати зі столу легко запалювальні матеріали.
4. При демонстрації дослідів з парами необхідно користуватися захисним екраном.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчити по опису трубку для демонстрації дослідів з парами, термометр на термісторі, прилад для демонстрації конвекції рідин і манометр відкритий.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати нагрівання тіл при терті, ударі, теплопередачі.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати теплопровідність різних тіл.

Завдання 4. Підготувати й продемонструвати конвекцію в рідинах та газах.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати нагрівання шляхом випромінювання.

Завдання 6. Ознайомитися з демонстрацією досліду по порівнянню теплоємностей різних металів.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати роботу пару при нагріванні.

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати залежність температури кипіння води від зовнішнього тиску.

Лабораторна робота № 13

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Електричне поле»

Мета роботи: Підготувати й провести демонстраційний експеримент по даній темі.

Контрольні запитання

1. Що називається електричним зарядом? Які заряди існують?
2. Який процес називається електризацією?
3. Що називається електричним полем?
4. Що являє собою закон Кулона?
5. Який вигляд має закон збереження заряду?

Хід роботи

Завдання 1. Демонстрація електричного заряду та електризації тіл.

Завдання 2. Демонстрація двох родів електричних зарядів та їх взаємодія.

Завдання 3. Демонстрація одночасного виникнення різноіменних та різних за величиною зарядів при електризації.

Завдання 4. Демонстрація силових ліній електричного поля.

Завдання 5. Демонстрація механізму електризації.

Завдання 6. Вивчення електрометра та його дії.

Завдання 7. Демонстрація закону Кулона.

Завдання 8. Підготовка й проведення лабораторної роботи з теми «Дослідження взаємодії заряджених тіл».

Лабораторна робота № 14.

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Постійний електричний струм у металах».

Мета роботи: Підготувати й провести демонстраційний експеримент по даній темі.

Контрольні запитання

1. Яка природа електричного струму в металах?

2. Як виникає електричне поле в провіднику?
3. Поясніть закон Ома для однорідної ділянки кола з точки зору класичної електронної теорії.
4. Наведіть приклади використання паралельного та послідовного з'єднання провідників.
5. У чому полягає причина опору металів?
6. Чи залежить опір металів від температури? Якщо залежить, то як?
7. У чому полягає явище надпровідності?

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й провести демонстрацію умов існування електричного струму в металевому провіднику.

Завдання 2. Підготувати й провести демонстрацію залежності опору металевих провідників від температури.

Завдання 3. Підготувати й провести демонстрацію закону Ома для ділянки кола.

Завдання 4. Підготувати й провести демонстрацію послідовного та паралельного сполучення провідників.

Завдання 5. Підготувати й провести демонстрацію теплової дії струму.

Завдання 6. Підготувати й провести демонстрацію принципу дії плавких запобіжників; явище короткого замикання.

Завдання 7. Підготувати й провести демонстрацію використання реостата з ковзним контактом як потенціометра.

Завдання 9. Підготувати й провести лабораторну роботу:

- 1) Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра та вольтметра;
- 2) Вивчення залежності електричного опору провідника від його довжини, площі поперечного перерізу та речовини, з якої він виготовлений.

Лабораторна робота № 15.

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Постійний електричний струм у напівпровідниках».

Мета роботи: Підготувати й провести демонстраційний експеримент по даній темі.

Контрольні запитання

1. Якими властивостями відрізняються напівпровідникові від металевих провідників?
2. Який принцип дії напівпровідникового діода?
3. Яка залежність електропровідності напівпровідника від освітленості?
4. Яка будова фотореле?
5. Поясніть вольт-амперну характеристику напівпровідникового діода.
6. Яка будова транзистора?

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й провести демонстрацію «Залежності електропровідності напівпровідників від температури». Ознайомитись із напівпровідниковим набором.

Завдання 2. Продемонструвати залежність електропровідності напівпровідника від освітленості.

Завдання 3. Показати дію фотореле з фоторезистором.

Завдання 4. Продемонструвати й пояснити дію автоматичного сигналізатора рівня рідини або сипких тіл.

Завдання 5. Підготувати й провести демонстрацію механічної моделі діркової провідності напівпровідника.

Завдання 6. Підготувати й провести демонстрацію «Одностороння електропровідність напівпровідникового діода».

Завдання 7. Продемонструвати вольт-амперну характеристику напівпровідникового діода.

Завдання 8. Підготувати й провести демонстрацію «Наявність двох p - n переходів у транзистора».

Завдання 9. Підготувати й провести демонстрацію «Автоматичний сигналізатор і регулятор температури».

Роботу оформити згідно встановленого зразка.

Лабораторна робота № 16.

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Електричний струм у розчинах і розплавах електродів».

Мета роботи: навчитися готувати, демонструвати й пояснювати досліди з теми.

Контрольні запитання

1. У чому полягає явище електролітичної дисоціації?
2. Яка природа електричного струму в електроліті?
3. Який фізичний зміст електрохімічного еквівалента?
4. Що таке гальваностегія? Гальванопластика?
5. Перелічіть відмінності у проходженні електричного струму в металах та розчинах і розплавах електролітів.
6. З'ясуйте, які між предметні зв'язки необхідно використати при вивченні цієї теми?

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати електропровідність дистильованої води й водних розчинів деяких речовин.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати рух іонів в електричному полі.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати залежність опору електролітів від температури.

Завдання 4. Підготувати й продемонструвати електроліз розчину мідного купоросу.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати електроліз підкисленої води.

Завдання 6. Підготувати й виконати фронтальну лабораторну роботу «Дослідження явища електролізу».

Завдання 7. Перегляньте навчальне відео «Електроліз і його застосування в техніці» та складіть до нього запитання й анотацію.

Завдання 8. Розгляньте деякі ППЗ з теми. Вкажіть, які з комп'ютерних експериментів і відеозаписів можна використати при вивченні цієї теми. Складіть відповідні методичні рекомендації.

Роботу оформити згідно встановленого зразка.

Лабораторна робота № 17.

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Магнітне поле».

Мета роботи: Навчитись готувати й проводити демонстрації та лабораторні роботи з теми.

Контрольні запитання

1. Які методичні труднощі існують при викладанні даної теми?
2. Як подають означення постійного магніту? Що таке середня лінія магніту?
3. За допомогою яких дослідів можна виявити властивості постійних магнітів?
4. Який напрямок взято за напрямок ліній магнітного поля?
5. У чому полягає гіпотеза Ампера?
6. Сформулюйте правило свердлика.
7. Що таке електромагніт?
8. Сформулюйте правило лівої руки. Для чого воно потрібне?
9. Опишіть принцип дії гучномовця.
10. На які дві серії дослідів поділяють досліди Фарадея?
11. У чому полягає явище електромагнітної індукції?

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й провести демонстрацію досліду Ерстеда.

Завдання 2. Підготувати й провести демонстрацію спектрів магнітного поля постійного магніту.

Завдання 3. Підготувати й провести демонстрацію взаємодії паралельних струмів. (Пропонуємо самостійно поставити ці демонстрації).

Завдання 4. Підготувати й провести демонстрацію спектрів магнітного поля струму.

Завдання 5. Підготувати й провести демонстрацію будови і дії електромагніту.

Завдання 6. Підготувати й провести демонстрацію дії магнітного поля на провідник зі струмом. (Самостійно).

Примітка: у нашій лабораторії проводиться два варіанти досліду:

- а) з підвісним провідником;
- б) з провідником, який котиться по рейках.

Завдання 7. Підготувати й провести демонстрацію дії магнітного поля на рамку із струмом.

Завдання 8. Підготувати й провести демонстрацію отримання індукційного струму (досліди Фарадея).

Завдання 9. Підготувати й виконати лабораторну роботу «Виготовлення найпростішого електромагніту й випробовування його дії».

Лабораторна робота № 18.

Методика й техніка постановки фізичного експерименту за темою «Атомне ядро. Ядерна енергетика».

Мета роботи: навчитися готувати, демонструвати й пояснювати досліди з теми.

Контрольні запитання

1. Які відкриття стали поштовхом у розвитку сучасної фізики?
2. Як пояснюють суть дослідів Е. Резерфорда?
3. Чим відрізняється ядерна модель атома, запропонована Е. Резерфордом від «пудингової» моделі атома Дж. Томсона?
4. Що називають нуклідом?
5. За рахунок яких сил нуклони утримуються в ядрі?
6. Що таке ізотопи?
7. У чому полягає механізм альфа- і бета-розпаду?
8. Які дозиметричні величини характеризують радіоактивне випромінювання?
9. Чим відрізняється еквівалентна доза випромінювання від поглинутої?
10. Яке призначення ядерного реактора на АЕС? З яких конструктивних елементів він складається?

Хід роботи

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати модель дослідів Резерфорда.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати іонізуючу дію радіоактивного випромінювання.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати будову й дію лічильника Гейгера.

Завдання 4. Підготувати, продемонструвати й пояснити з допомогою наочності будову й принцип дії ядерного реактора.

Завдання 5. Вивчити конструкцію та принцип дії іонізаційного дозиметра.

Завдання 6. Підготувати й виконати лабораторну роботу «Вивчення роботи побутового дозиметра й проведення дозиметричних вимірювань».

Розділ II. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з методики навчання фізики

1. Фізичний практикум до теми «Вивчення основного шкільного обладнання. Електровимірювальні прилади»

Дослід 1:

а) Ознайомитись з будовою демонстраційного амперметра і вольтметра з гальванометрами. Прослідкувати коло в середині приладів.

Обладнання: демонстраційний амперметр, вольтметр з гальванометрами.

1. Призначення й технічні дані приладів.

Амперметр і вольтметр демонстраційні (навчальні) є вимірювальними приладами для постійного і змінного струму.

Змінні шунти, які додаються до амперметра дозволяють користуватись приладом в якості амперметра постійного і змінного струму з межами вимірювань 0-3 А і 0-10 А.

Крім цього, прилад може бути використаний як гальванометр постійного струму «0» посередині шкали, чутливого до малих струмів.

Змінні додаткові резистори, які додаються до вольтметра, дають змогу використовувати його як вольтметр постійного струму з межами вимірювань 0-5 В і 0-15 В і змінного струму з межами вимірювань 0-15 В і 0-250 В.

Прилад в якості гальванометра постійного струму з «0» посередині шкали чутливий до малих напруг.

Прилади можуть слугувати посібником для вивчення будови й дії електровимірювальних приладів магнітоелектричної системи.

2. Будова приладів.

Амперметр і вольтметр демонстраційні (навчальні) за своєю будовою однакові і відрізняються тільки елементами електричної схеми і накресленням шкал.

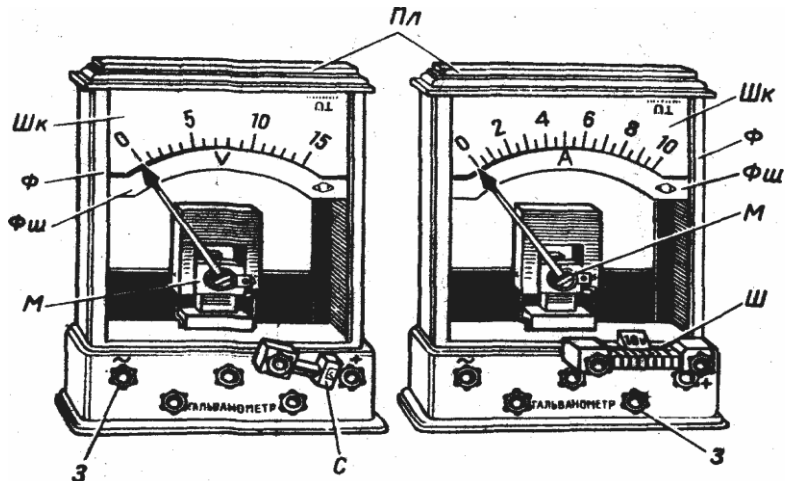


Рис. 1. Будова амперметра і вольтметра

Прилади складаються з наступних частин (рис. 1): вимірювального механізму (М) магнітоелектричної системи, змінних шкал (Шк), напівпровідникового випрямляча, змінних додаткових резисторів (С) в вольтметрі або змінних шунтів (Ш) в амперметрі.

Знизу на лицьовій стороні встановлено п'ять клем. Три клем (верхні) одного кольору, дві клем (нижні) іншого кольору. У одного верхнього зажима є позначення «~», а в іншого (крайнього правого) «+».

Між нижніми клемми написано: «Гальванометр».

У кришці футляра мають три прямокутні пази для встановлення шкал. Передній паз використовують для робочої шкали, задні два пази – для зберігання двох вільних шкал, які не використовують при даному вимірюванні.

Шкали прикріплені до пластмасових планок (Пл), за допомогою яких шкали можуть вийматися або вставлятися у футляр.

На планках є позначення «~», «-» або «г», які відповідають призначенню шкал. Так, у планки зі шкалою, яку використовують при вимірюванні змінного струму є позначення «~», у шкали гальванометра позначення «г», а у шкали постійного струму – «-».

На задній стінці футляра (рис. 2) розташована головка коректора (К), повертаючи яку встановлюють стрілку приладу в нульове положення.

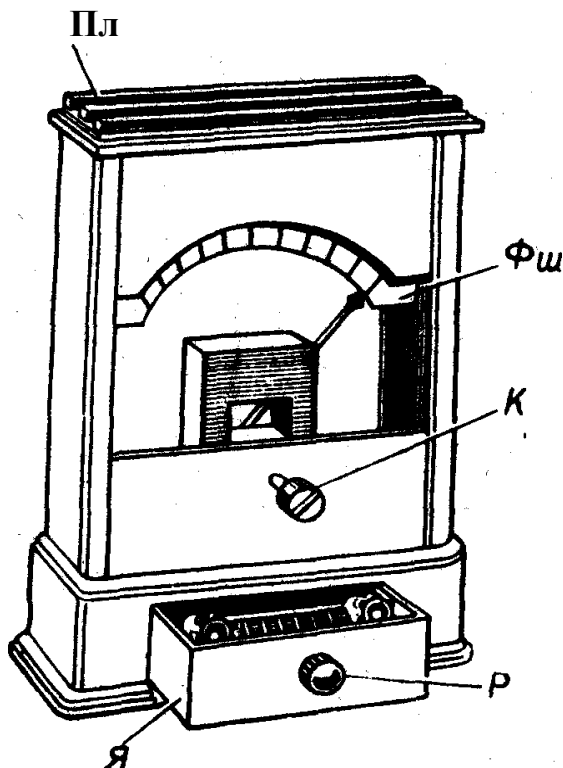


Рис. 2. Демонстраційний амперметр. Зворотня сторона

У нижній частині є шухляда (Я), яка використовується для зберігання змінних додаткових резисторів або шунтів. Усередині кожного приладу закріплена нерухома додаткова фонова шкала (ФШ), на зворотній стороні якої нанесені літери «V» у вольтметрі і «A» в амперметрі.

3. Механізм вимірювальної системи.

У приладах застосована магнітоелектрична система, як найбільш точна й стабільна.

Магнітна система (рис. 3) складається з магніту (М), планок (П), полюсних наконечників (Н) та осердя (С).

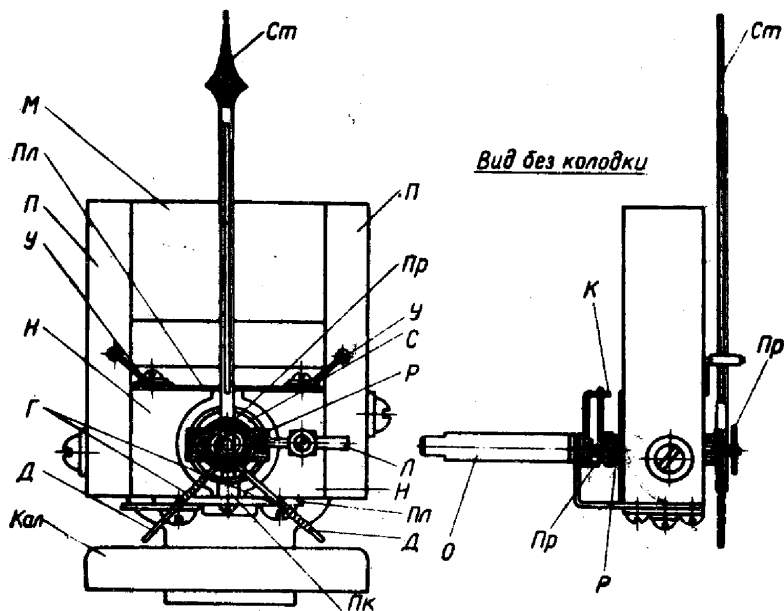


Рис. 3. Механізм вимірювальної системи

Полюсні наконечники скріплюються пластинами (Пл) із немагнітного матеріалу. Осердя закріплюється до нижньої пластини через підкладки (Пк) таким чином, щоб забезпечити рівномірність кругового зазору між осердям та полюсними наконечниками.

Рухома частина вимірювального механізму складається із рамки (Р) з двома напіввісями та міцно з'єднаної з нею стрілки (Ст).

Кінці обмотки припаяні до спеціальних скобок. До відігнутих язичків цих скобок припаяні дві спіральні бронзові пружини (Пр), що служать для підведення струму та повернення стрілки в нульове положення. До стрілки прикріплені два стержні (Д) із важелями (Г). Переміщення важелів зрівноважують рухому систему так, щоб стрілка при нахилі приладу не міняла свого положення. Рамка одягнена на осердя таким чином, що може обертатись навколо вісі.

Обертання рамки регулюється гвинтом так, щоб воно було легким та щоб під дією власної ваги уся рухома частина (рамка зі стрілкою) не вивалювалась з підп'ятників. Вільні кінці спіральних пружин припаяні: передня пружина до пелюстка (Л), що закріплений в одному з полюсних наконечників; задня пружина до поводка коректора (К). Цей поводок скріплений з віссю (О), яка виходить через футляр на його

задню сторону, де на кінець вісі надіта головка коректора. При обертанні головки вісі коректора в ту чи іншу сторону відповідно повертається поводок коректора та пружина веде за собою рухоми систему. Таким чином, стрілка встановлюється в бажане положення.

Для обмеження руху стрілки в межах робочої частини шкал у верхній пластині прикріплені два упори (У).

Механізм приладу кріпиться до пластмасової колодки (Кол), яка в свою чергу кріпиться до футляру.

Магнітоелектричні прилади придатні лише для вимірювання сили та напруги постійного струму. Для використання цієї системи з метою вимірювання змінних струмів – їх необхідно випрямити.

В демонстраційних вольтметрі та амперметрі це випрямлення змінних струмів проводиться напівпровідниковим випрямлячем.

Випрямляч закріплений у нижній частині футляру. Доступ до нього відкривається, якщо зняти дно футляру.

4. Коло всередині приладів.

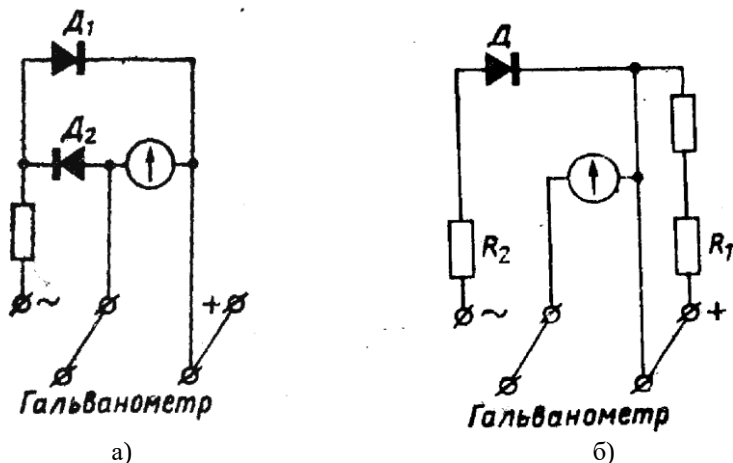


Рис. 4. Принципова схема демонстраційного амперметра (а) та вольтметра (б)

б) підготувати амперметр для вимірювання в колі постійного струму, спочатку в межах шкали на 3 А, а потім на 10 А. Визначити ціну поділки та чутливість у кожному випадку.

Обладнання: амперметр демонстраційний з набором шунтів.

Для роботи з приладом у якості амперметра постійного струму необхідно:

- в передній паз на кришці приладу опустити шкалу постійного струму тієї ж межі вимірювання, що й встановлений шунт;
- головкою коректора встановити стрілку на нуль шкали;
- шунт на 3 А або 10 А, залежно від величини струму в колі, підключити до правої верхньої клеми (позначеної знаком «+») та середньої клеми;
- до клем на шунті підключити провідники дослідного кола, при цьому дотримуючись необхідної полярності.

Вмикається струм у дослідному колі та проводяться виміри.

Як амперметр постійного струму прилад має дві межі вимірів: 3 А і 10 А. Шкала на 3 А має 15 поділок, три з яких позначено цифрами. Ціна однієї поділки – 0,2 А. Шкала на 10 А має десять основних поділок. Основні поділки розділені навпіл (більш короткою рисою), тому ці поділки мають ціну 0,5 А.

в) підготувати амперметр для вимірювання в колі змінного струму зі шкалою на 3 А і на 10 А.

Обладнання: амперметр демонстраційний з набором шунтів.

Для роботи з приладом в якості амперметра змінного струму необхідно:

- в передній паз на кришці приладу опустити шкалу змінного струму тієї ж межі вимірювання, що й встановлений шунт;
- головкою коректора встановити стрілку на нуль шкали;
- шунт на 3 А або 10 А, залежно від величини струму в колі, підключити до лівої верхньої клеми (позначеної знаком «~») та середньої клеми, яка є спільною для змінного та постійного струму;
- до клем на шунті підключити проводи дослідного кола.

Вмикається струм в дослідному колі та проводяться виміри.

Ціна поділки шкал змінного струму аналогічна.

г) підготувати амперметр для вмикання в коло в ролі гальванометра. Визначити при цьому максимальний струм, який можна пропустити через гальванометр.

Обладнання: амперметр демонстраційний з набором шунтів.

Як бачимо із схеми амперметра (рис. 4, а), обмотка рамки приладу безпосередньо підключається до нижніх клем з надписом «Гальванометр». Якщо підключити зовнішнє електричне коло до цих клем, то прилад буде працювати в якості гальванометра, чутливого до струму.

Ціна поділки гальванометра не більше $5 \cdot 10^{-5} \text{ А}$. Так як шкала гальванометра має по п'ять поділок в кожную сторону від нуля, то це озна-

чає, що для відхилення стрілки від нуля до кінця шкали необхідний струм силою не більше $0,25\text{ мА}$ ($25 \cdot 10^{-5}\text{ А}$).

Дійсна ціна поділки кожного екземпляру гальванометра вказується на його шкалі.

Після опускання в передній паз кришки приладу шкали гальванометра потрібно головкою коректора встановити стрілку на нуль шкали. При роботі з гальванометром необхідно пам'ятати про його високу чутливість та не підключати коло з великою силою струму для запобігання згорання обмотки рамки або пошкодження стрілки.

д) підготувати вольтметр для вимірювання напруги в колах постійного струму в межах 5 і 15 В.

Обладнання: вольтметр демонстраційний з набором додаткових опорів.

Для роботи з приладом в якості вольтметра постійного струму необхідно:

- в передній паз на кришці приладу опустити шкалу постійного струму необхідної межі вимірювань;
- повертаючи головку коректора, встановити стрілку в нульове положення;
- до клеми приладу, позначеної знаком «+» під'єднати котушку додаткового опору необхідної межі вимірювань;
- під'єднати провідники від джерела вимірюваної напруги до середньої клеми приладу і клеми на каркасі котушки додаткового опору, дотримуючись полярності.

Як вольтметр постійного струму прилад має дві межі вимірювань: 5 В і 15 В. Відповідно, у приладі є дві робочі шкали, закріплені на планці з позначкою «—» (постійний струм). Шкала на 5 В має п'ять поділок, позначених цифрами. Ціна однієї поділки – 1 В. Основні поділки поділені навпіл (більш короткою рисою), тому ціна цих поділок – 0,5 В.

Шкала на 15 В має п'ятнадцять поділок, з них позначено цифрами поділки 5, 10, 15. Ціна однієї поділки на цій шкалі – 1 В.

е) підготувати вольтметр вимірювання напруги в колах змінного струму в межах 15 і 250 В.

Обладнання: вольтметр демонстраційний з набором додаткових опорів.

Для роботи з приладом в якості вольтметра змінного струму необхідно:

- в передній паз на кришці приладу опустити шкалу змінного струму необхідної межі вимірювань;

- повертаючи головку коректора, встановити стрілку в нульове положення;
- до клеми приладу, позначеної знаком «~» під'єднати котушку додаткового опору необхідної межі вимірювань;
- під'єднати провідники від джерела вимірюваної напруги до середньої клеми приладу і клеми на каркасі котушки додаткового опору, дотримуючись полярності.

Як вольтметр змінного струму прилад має дві межі вимірювань: 15 В і 250 В. Відповідно, у приладі є дві робочі шкали, закріплені на плашці з позначкою «~» (змінний струм). Шкала на 15 В має п'ятнадцять поділок, позначених цифрами 5, 10 і 15. Ціна однієї поділки – 1 В. Шкала на 250 В має поділки по 50 В. Основні поділки поділені навпіл (більш короткою рисою), тому ціна цих поділок – 25 В.

Дослід 2

Використати прилади у ролі гальванометра для виявлення малих струмів при явищі електромагнітної індукції.

Обладнання: демонстраційні амперметр та вольтметр з гальванометрами, котушка, магніт.

Явище виникнення в замкнутому провіднику електричного струму за рахунок зміни магнітного потоку, що його пронизує, називається **електромагнітною індукцією**.

Для виявлення малих струмів при явищі електромагнітної індукції складемо коло із гальванометра і котушки. Змінне магнітне поле одержується за рахунок руху магніту в середині котушки. Чим інтенсивніше магніт рухатиметься в середині котушки, тим більше відхилитиметься стрілка гальванометра.

Дослід 3

Використати прилади для вимірювань в колі постійного струму.

Обладнання: демонстраційні амперметр та вольтметр, батарея акумуляторів, реостат, електричний дзвоник, вимикач.

Складемо коло із батареї акумуляторів, реостату на 6 Ом, електричного дзвоника, амперметра та вимикача. За показниками амперметра визначимо силу струму в колі.

Якщо замінити амперметр на вольтметр, то отримаємо напругу на зовнішній ділянці кола.

Щоб виміряти ЕРС батареї, скористаємось законом Ома для повного кола

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

Внутрішній опір r визначимо за допомогою вихідних параметрів батареї акумуляторів (сила струму, напруга).

Дослід 4

Ознайомитись з будовою демонстраційного амперметра і вольтметра з гальванометрами. Прослідкувати коло в середині приладів (див. Дослід 1а). Визначити величину еталонного опору, використовуючи лабораторний амперметр і вольтметр. Знайти абсолютну та відносну похибки вимірювань.

Обладнання: демонстраційні амперметр та вольтметр, батарея акумуляторів, провідник з невідомим опором, вимикач.

Складемо коло з батареї акумуляторів, провідника з невідомим опором, амперметра і вимикача. До кінців провідника, опір якого знаходять, приєднаємо сполучні проводи, що йдуть від вольтметра. Замикаємо коло. За показниками амперметра і вольтметра обчислюємо опір провідника.

Абсолютну похибку ΔR та відносну $\mathcal{E}$ визначаємо по формулам:

$$\Delta R = \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta U}{U}$$
$$\mathcal{E} = \frac{\Delta R}{R} \times 100\%$$

де ΔI , ΔU – похибки вимірювання приладів (дорівнюють половині ціни поділки шкали).

Дослід 5

Вивчити будову та принцип дії гальванометра демонстраційного М 1032. Підготувати демонстраційний гальванометр до роботи.

Обладнання: демонстраційний гальванометр, сонячна батарея, лампа розжарювання.

1. Будова та робота приладу.

Гальванометр – це магнітоелектричний прилад з рухомою частиною на розтяжках. Принцип дії оснований на взаємодії магнітного поля, що створюється постійним магнітом, та струму, що протікає в обмотці рухомої рамки. У результаті цієї взаємодії виникає обертаючий момент, який відхиляє рухому частину приладу. Кут відхилення рухомої частини пропорційний струму, що протікає в обмотці рамки.

Вимірювальний механізм закріплений у спеціальному отворі та закритий металевою кришкою (1). Промінь світла, проходячи від лампи освітлювача через скляний отвір та об'єktiv (2), попадає на дзеркало рухомою частиною. За допомогою подвоюючого дзеркала промінь від дзеркала рухомої частини відбивається двічі і, вдруге проходячи через об'єktiv, попадає на зовнішнє дзеркало (3). Зовнішнє дзеркало проєктує на шкалу (4) нитку лампи освітлювача у вигляді вузької світлової риски – світлового показчика.

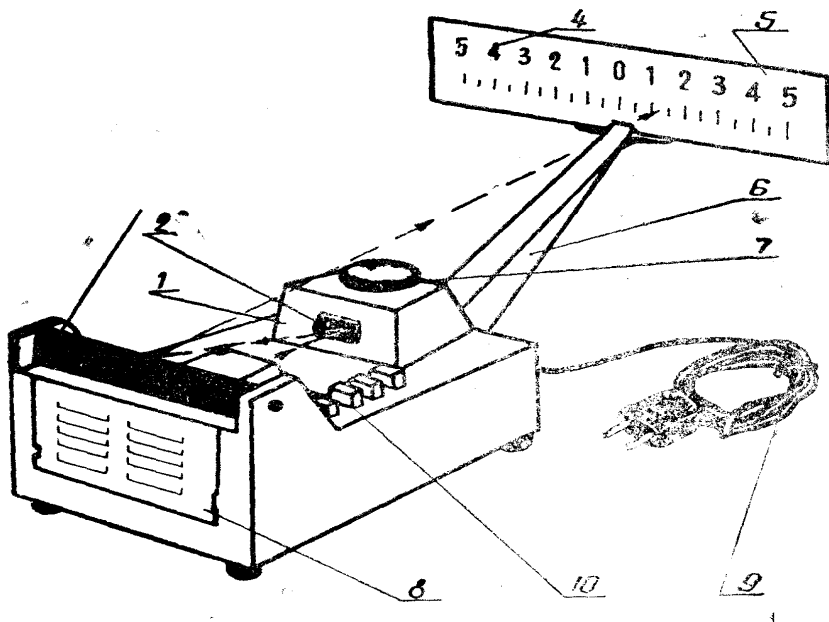


Рис. 5. Зовнішній вид гальванометра М 1032

Хід світлового променя на рис. 5 позначений пунктирною лінією. Циферблат (5) встановлюється на кронштейні (6) і може бути повернутий до спостерігача будь-якою з двох шкал. На горизонтальній площині ковпачка розташований коректор (7), який дозволяє при круговому обертанні встановити світловий показчик на нуль шкали. Освітлювач закритий шторкою (8), на якій передбачені жалюзі для вентиляції. Підключення освітлювача до мережі здійснюється за допомогою шнура живлення (9). На бічній поверхні корпуса є клема для підключення гальванометра до зовнішнього кола. На горизонтальній поверхні кор-

пуса розташований перемикач регулятора чутливості (10) з позначеннями «x1», «x10», «x100» і «App».

2. Підготовка приладу до роботи.

При роботі з гальванометром дії слід виконувати в наступній послідовності:

- встановити гальванометр на демонстраційному столі, на відстані не більше 8 м від спостерігача;
- на кронштейні встановити шкалу та ввімкнути в мережу;
- встановити світловий показчик проти нульової відмітки, користуючись зовнішнім дзеркалом та коректором;
- підключити гальванометр до зовнішнього кола (у даному випадку до сонячної батареї);
- встановити перемикач у положення «x100»;
- перед сонячною батареєю розмістити ввімкнену лампу;
- якщо відхилення світлового показчика від нульової відмітки мале, то збільшити чутливість перемиканням в положення «x10» або «x1».

Зауваження.

Уникайте прямого попадання світла на шкалу, так як це заважає спостереженню та втомлює спостерігача. Рекомендована освітленість шкали 50-100 лк.

Гальванометр не можна встановлювати в зоні дії сильних магнітних полів. Змінні магнітні поля ослаблюють магніт вимірювального механізму, а постійні впливають на результат вимірювань.

Дослід 6

Вивчити будову авометра АВО-63.

Обладнання: авометр АВО-63 (навчальний).

Комбінований прилад АВО-63 слугує для вимірювання:

- сили постійного струму в межах 0-0,2 мА, 0-0,5 мА, 0-5 мА, 0-50 мА, 0-500 мА;
- сили змінного струму в межах 0-0,5 мА, 0-5 мА, 0-50 мА, 0-500 мА;
- напруги постійного струму в межах 0-2 В, 0-10 В, 0-50 В, 0-200 В, 0-500 В;
- напруги змінного струму в межах 0-10 В, 0-50 В, 0-200 В, 0-500 В;
- опору в межах 2000 Ом при множенні числа поділок на 1, 20 000 Ом при множенні числа поділок на 10, 200 000 Ом при множен-

ні числа поділок на 100, 2 МОм при множенні числа поділок на 1000.

Авометр змонтований у пластмасовому футлярі (рис. 6), що складається з корпусу та монтажної панелі. Футляр закривається пластмасовою кришкою для зручності та зберігання цілісності приладу.

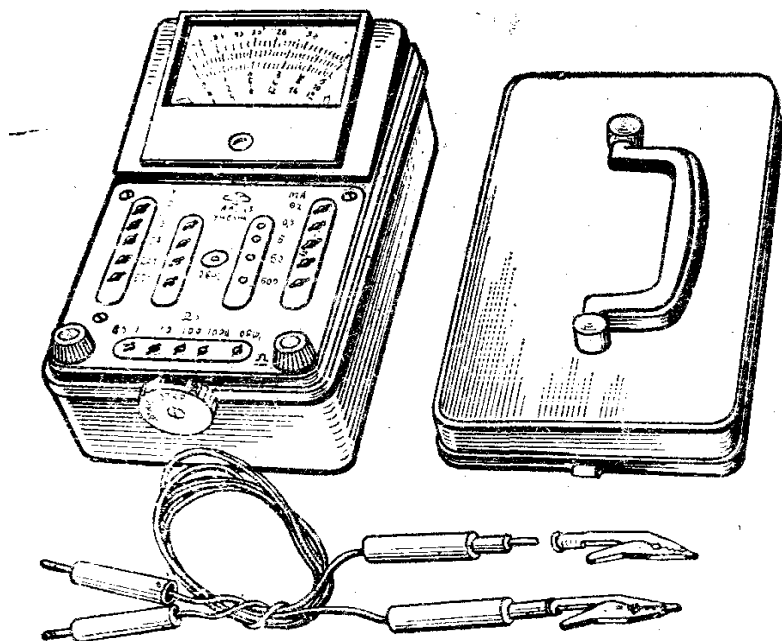


Рис. 6. Зовнішній вигляд авометра АВО-63

На лицьовій стороні приладу закріплений мікроамперметр М2003-1, який має три шкали: верхня слугує для вимірювання опорів, середня – для напруги та сили змінного струму, нижня – для сили струму та напруги постійного струму. Під шкалами нанесені три ряди цифр, що забезпечують зручність відліку по різним шкалам при різних межах вимірювань сили струму та напруги. На лицьовій стороні є також панель з отворами та дві ручки: одна – для перемикання виду роботи, друга – для установки стрілки на нуль при вимірюванні опору. Панель з отворами розбита на три групи. Зліва два ряди отворів слугують для вимірювання напруг, справа – для сили струму, знизу – для опору.

Авометр наділений з'єднувальними гнучкими проводами. Кожний провід має на кінцях штекери з ізолюючими ручками. Короткий ште-

кер вставляють в один з отворів на лицьовій панелі, а на довгий двоступінчатий штекер надівають клему типу «крокодил» для підключення авометра до зовнішнього електричного кола.

Авометр є точним вимірювальним приладом та вимагає обережності при застосуванні.

а) виміряти авометром напругу на кожному акумуляторі й на батареї. Записати отримані значення.

Обладнання: авометр АВО-63, батарея акумуляторів.

Для вимірювання напруги на клемах акумулятора необхідно:

- перемикач встановити в положення « Ω »;
- короткий штекер одного проводу вставити в центральний отвір «Общ»;
- вставити короткий штекер другого проводу в один з отворів лівого крайнього ряду з позначенням « V » з урахуванням межі вимірювань;
- спеціальними клемами підключити авометр до акумулятора, причому провід від отвору «Общ» з'єднати з « $-$ » на акумуляторі;
- відлік проводити по шкалі з позначкою « $-$ » з урахуванням вибраної межі вимірювань.

б) підключити авометр до затискачів змінного струму випрямляча ВС-24М і прослідкувати зміну напруги при обертанні ручки випрямляча.

Обладнання: авометр АВО-63, випрямляч ВС-24М.

Для вимірювання напруги змінного струму необхідно:

- перемикач встановити в положення « $\sim$ »;
- короткий штекер одного проводу вставити в центральний отвір «Общ»;
- вставити короткий штекер другого проводу в один з отворів з позначенням « $\sim V$ » з урахуванням межі вимірювань;
- підключити авометр до клем випрямляча з позначенням « $\sim$ »;
- відлік проводити по шкалі з позначкою « $\sim$ » враховуючи вибрані межі вимірювань;
- зі зростом напруги перемикайте межі вимірювання авометром.

в) визначити опір реостата авометром.

Обладнання: авометр АВО-63, реостат.

При вимірюванні опорів необхідно:

- встановити перемикач у положення « Ω »;
- вставити короткий штекер одного проводу в отвір «Общ» в ряду з позначкою « Ωx »;
- короткий штекер другого проводу встановити в один з отворів ряду опорів з урахуванням можливого значення вимірювальної величини;
- вільні кінці проводів з'єднати закоротко (на малий проміжок часу) та обертанням ручки змінного резистора встановити люльку стрілки на верхній шкалі з позначкою « Ω » на нуль;
- кінці проводів підключити до кінців реостату, опір якого визначають;
- відлік виконати по верхній шкалі з урахуванням вибраної межі вимірювань.

Зауваження.

Проводити вимірювання опору можна лише на знеструмлених колах. Не рекомендується залишати авометр підключений до реостату на довгий час.

2. Фізичний практикум до теми «Вивчення основного шкільного обладнання. Електророзподільний щит, шкільні випрямлячі, трансформатори, лужні акумулятори»

Дослід 1

Ознайомитись з будовою електророзподільного щита ЩЕ-59.

Обладнання: електророзподільний щит ЩЕ-59.

Електророзподільний щит змонтований на металевому каркасі (рис. 7), на якому закріплені: автотрансформатор (4), селенові стовпчики, пакетні вимикачі (1, 2), п'ять блоків засобу з плавкими запобіжниками (3), клеми для підключення щита до кола (5), клема для заземлення.

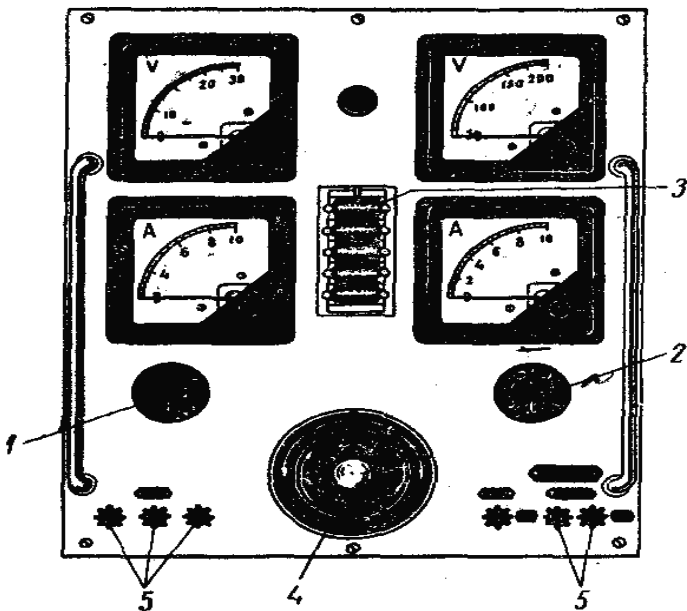


Рис. 7. Будова електророзподільного щита

Лицьова сторона закрита металевою панеллю, на якій встановлені електровимірювальні прилади: два вольтметри і два амперметри, шкали й ручки від автотрансформатора трьохполюсних вимикачів, клми для підключення навантаження, сигнальна лампа.

Принципова схема з'єднувальних елементів щита показана на рис. 8.

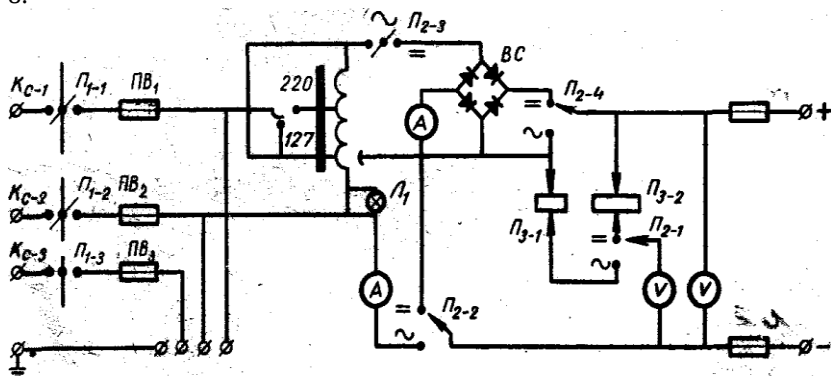


Рис. 8. Принципова схема з'єднувальних елементів щита

Автотрансформатор електророзподільного щита однофазний. Його обмотка складається з 267 витків. Від витка 135 є вивід, який дає можливість підключати автотрансформатор до мережі з лінійною напругою 127 В. На схемі цей провідник позначений цифрою 127. На щиті він підведений до клеми 127. Від витка 235 є вивід, який дає можливість підключати автотрансформатор до мережі з лінійною напругою 220 В. На схемі цей провідник позначений цифрою 220. На щиті він підведений до клеми 220, яка знаходиться поряд з клемою 127.

Для випрямлення змінного струму застосовують селенові стовпчики. На схемі – ВС. Селеновий стовпчик складений з 20 елементів (пластин). Випрямляючий селеновий стовпчик зібраний по однофазній мостиковій схемі, в кожному плечі якого послідовно з'єднано по 5 елементів (пластин). У щиті встановлено два паралельно з'єднаних стовпчика.

У щиті змонтовані наступні електровимірювальні прилади:

- для вимірювання напруги змінного й постійного струму до 30 В – вольтметр з межею вимірювання 30 В;
- для вимірювання змінної напруги до 250 В і постійної напруги до 70 В – вольтметр з межею вимірювання 250 В;
- для вимірювання сили змінного струму – амперметр з межею вимірювання 10 А;
- для вимірювання сили постійного струму – амперметр з межею вимірювання 10 А.

Плавкі запобіжники (вставки) ПВ-1, ПВ-2, ПВ-3, ПВ-4, ПВ-5 захищають мережу від коротких замикань як при роботі щита, так і при підключенні споживачів електроенергії безпосередньо до клем мережі «3~» на лицьовій панелі щита.

Дослід 2

Одержати від електророзподільного щита постійний струм напругою 4-6 В і продемонструвати магнітний спектр постійного струму.

Обладнання: електророзподільний щит ЩЕ-59, прилад для демонстрації магнітного спектра постійного струму, реостат, вимикач, з'єднувальні проводи.

Для отримання від електророзподільного щита постійний струм напругою 4-6 В і продемонструвати магнітний спектр постійного струму необхідно:

- зібрати електричне коло, складене з приладу для демонстрації магнітного спектра постійного струму, реостата, вимикача. Насипати на екран приладу сухі залізнi стружки;

- ручку автотрансформатора встановити на нуль шкали постійного струму;
- ручку перемикача навантаження поставити в положення « $\Rightarrow$ »;
- до клем «регулируемое напряжение» під'єднати зібране коло;
- ручку вимикача «ввод» поставити в положення «вкл»;
- повертанням ручки автотрансформатора за показами приладів встановити необхідну напругу;
- трохи вдаривши пальцем по екрану, показати магнітний спектр постійного струму.

Дослід 3

Одержати від електророзподільного щита змінну напругу для приведення в дію універсального двигуна.

Обладнання: електророзподільний щит ЩЕ-59, електродвигун, штатив, реостат, вимикач.

Для отримання від електророзподільного щита змінної напруги для приведення в дію універсального двигуна необхідно:

- Зібрати електричне коло з універсального електродвигуна, закріпленого в штативі, реостата (50-70 Ом, 0,5-1 А) і вимикача;
- ручку автотрансформатора встановити на нуль шкали змінного струму;
- ручку перемикача навантаження поставити в положення « $\sim$ »;
- до клем «регулируемое напряжение» під'єднати зібране коло;
- ручку вимикача «ввод» поставити в положення «вкл»;
- повертанням ручки автотрансформатора за показами приладів встановити мінімальну напругу, при якій спостерігається обертання ротора, і виміряти тахометром швидкість обертання. Потім виміряти швидкість обертання при 120 і 220 В.

Дослід 4

Ознайомитись з будовою універсального випрямляча ВУП-2. Докладно розглянути монтажну схему, вивчити щиток управління, щиток запобіжників, встановити відповідність напруги і запобіжників.

Обладнання: випрямляч ВУП-2.

Випрямляч універсальний ВУП-2 (рис. 9) призначений для забезпечення живленням демонстраційних установок у дослідах з електрики. Прилад дозволяє отримати на вихідних клеммах: випрямлену напругу 350 В при максимальній силі струму 220 мА; постійну напругу 250 В

при максимальному навантаженні 50 мА; регульовану напругу від 0 до 250 В постійного струму до 50 мА; регульовану напругу від 0 до +100 В і від 0 до -100 В постійного струму до 10 мА; напругу 6,3 В змінного струму до 3 А.

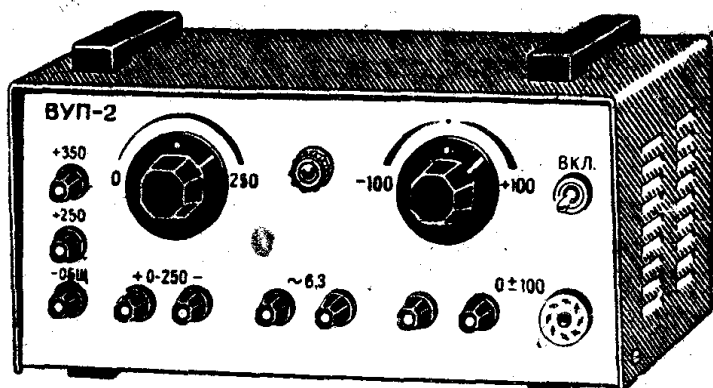


Рис. 9. Зовнішній вигляд випрямляча ВУП-2

На лицьовій панелі змонтовані вимикач, сигнальна лампочка, ручки регульованої напруги, клеми для всіх вихідних напруг та октальна панель. Остання слугує для підключення живлення до генератора сантиметрових хвиль, що входить у комплект приладів для вивчення властивостей електромагнітних хвиль. ВУП-2 працює від мережі змінного струму напругою 220 або 127 В.

На дні передньої стінки випрямляча змонтовані основні його деталі.

Трансформатор силовий (Тр) потужністю по первинній обмотці 150 Вт. Дані обмоток трансформатора приведені на електричній принциповій схемі випрямляча (рис. 10) для включення в мережу з напругою 127 та 220 В, первинна обмотка трансформатора виконана у вигляді однієї обмотки з відводом. Переключення первинної обмотки на різні напруги проводиться шляхом перестановки плавкого запобіжника П₁.

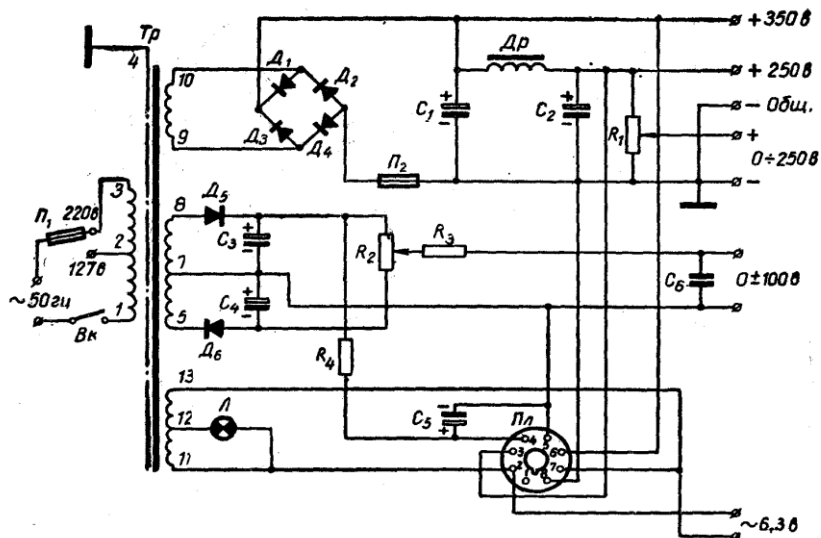


Рис. 10. Принципова схема випрямляча ВУП-2

Високовольтний міст та однополуперіодний випрямляч виконані на напівпровідникових діодах типу Д7Ж. Ці діоди конструктивно оформлені в суцільнометалевому корпусі, завдяки чому вони мають підвищену вологостійкість та міцність. Діапазон робочих температур для даних діодів від -55°C до $+70^{\circ}\text{C}$.

Згладжуючий фільтр включає в себе п'ять електролітичних конденсаторів $C_1 - C_5$ типу К 50-12 і один конденсатор C_6 з паперовим діелектриком типу МБГО. Два електролітичних конденсатори C_1 і C_2 номінальною ємністю по 20 мкФ на робочу напругу 450 В ввімкнені до і після дроселя Dr . Три електролітичних конденсатори C_3, C_4, C_5 по 20 мкФ на напругу 350 В використані на низьковольтній ділянці фільтра (100 В). Конденсатор з паперовим діелектриком ємністю 2 мкФ на напругу 200 В ввімкнений на вихід регульованої напруги від 0 до ± 100 В.

Дротяний потенціометр R_1 опором 10 000 Ом слугує для регулювання напруги від 0 до ± 100 В.

Запобіжник Π_1 на силу струму 1 А встановлюється на щитку в тримачі верхнього ряду, справа – при напрузі 127 В, зліва – при напрузі 220 В.

Запобіжник Π_2 на 0,5 А встановлюється в нижні тримачі щитка та призначений для захисту випрямляча у випадку короткого замикання високої напруги в зовнішньому колі.

Дослід 5

Показати можливість одержання від випрямляча регульованої постійної напруги від 0 до + і –100 В.

Обладнання: випрямляч ВУП-2.

Дослідне коло під'єднаємо до клем з позначкою 0 ± 100 . За допомогою ручки регульованої напруги встановлюємо необхідну напругу.

При проведенні демонстраційних дослідів з навчальними установками, які потребують джерела підвищеної напруги (робота з камерою Вільсона, з вакуумним фотоелементом, демонстраційною моделлю індикатора іонізуючих частинок та ін.), напругу до 500 В можна отримати за рахунок включення послідовно випрямленої напруги 350 В і регульованої 0 ± 100 В.

Дослід 6

Вивчити будову випрямляча ВС-24.

Обладнання: випрямляч ВС-24.

Випрямляч ВС-24 призначений для живлення різних навчальних приладів і установок струмом постійної напруги до 24 В при максимальній силі струму 10 А. Прилад дозволяє також отримати змінну напругу до 30 В при силі струму 10 А і придатний для зарядки акумуляторів.

Принципова схема випрямлення струму подана на рисунку 11.

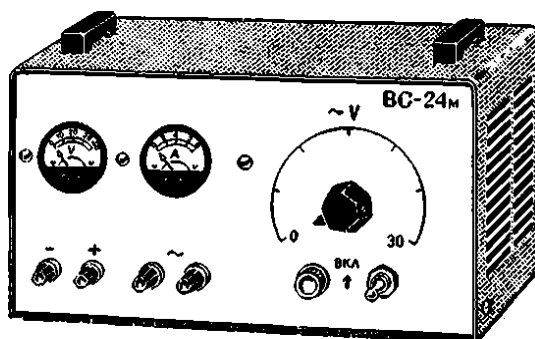


Рис. 11. Зовнішній вигляд випрямляча ВС-24

На передній стінці приладу змонтовані вольтметр і амперметр постійного струму, сигнальна лампочка, тумблер, дві пари контактних клем (одна пара клем «+», «-», інша – «~») та ручка плавного регулювання дослідної напруги.

У якості перетворювача однофазного змінного струму в струм постійної напруги використаний селеновий випрямляч (стовпчик).

Зауваження.

При одночасному підключенні до приладу навантаження постійного і змінного напруження сумарне значення струму не повинно перевищувати 10 А. Температура нагріву корпусу не повинна перевищувати 45⁰ С. Час безперервної роботи приладу – 45 хвилин.

Дослід 7

Вивчити будову лужних акумуляторів.

Обладнання: лужний акумулятор.

Лужні акумулятори бувають двох видів: кадмієво-нікелеві та залізно-нікелеві.

Кадмієво-нікелеві акумулятори (рис. 12) зібрані в сталевому нікельованому циліндричному корпусі, що складаються з двох частин: кришки (1) та чашки (2). При зборці між ними розташовують герметизуючі прокладку (3). В середині чашки розміщують дискові електроди (4, 5), розділені сепаратором (6).

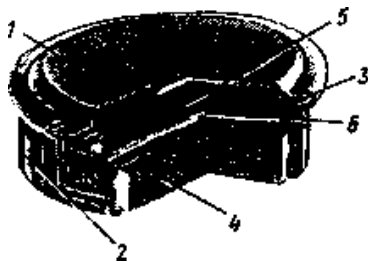


Рис.12. Будова кадмієво-нікелевого акумулятора

Основна складова активної маси електрода «+» – гідрат оксиду нікелю з добавками графіту, оксидів кобальту та кадмію, а електрод «-» зроблений із металевого кадмію та гідрату оксиду кадмію з добавкою оксиду нікелю. Електроди та сепаратор просочені електролітом, яким є розчин їдкого калію з їдким літієм. Заливається він один раз при виготовленні акумулятора. Термін його придатності – до тисячі циклів «зарядка-розрядка».

Залізно-нікелевий акумулятор складається з двох груп сталейних (залізних) нікельованих рамок з активною масою, поміщених у сталюну посудину з електролітом.

Активною масою пластин «+» 1 слугує гідрооксид нікелю в суміші з порошкоподібним графітом, а пластин «-» 2 – суміш порошкоподібного заліза та кадмію. По зовнішньому вигляду ці пластини майже однакові: їх виготовляють із тонкого листового заліза з мілкими отворами, через які електроліт проникає в активну масу.

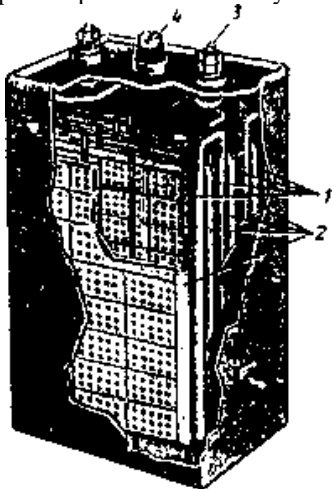


Рис. 13. Будова залізно-нікелевого акумулятора

У кришці акумулятора є три отвори: два крайніх (3) для виводу клем та середнє (4) для заливки електроліту. У середній отвір закручена сталюна пробка з боковим отвором для виходу газів. Батареї цих акумуляторів збирають у спеціальному ящику, конструкція якого показана на рис. 13.

Електроліт для лужних акумуляторів готують з їдкого калію або їдкого натрію шляхом розчину його в дистильованій воді. Густина розчину повинна бути $1,18 \text{ г/см}^3$.

Лужні акумулятори, залежно від їхнього призначення, поділяються на анодні – А, накульні – Н, ліхтарні – Л тощо. На маркуванні акумулятора вказується також склад активної речовини та ємність в ампер-годинах. Наприклад, марка НКН-60 означає: накульний, кадмієво-нікелевий, ємністю 60 А год.

Застосування залізно-нікелевих акумуляторів обмежено, бо їм властивий великий саморозряд (особливо при високих температурах).

Дослід 8

Вивчити будову регулятора напруги РНШ та котушки дросельної КД.

Обладнання: РНШ та котушка дросельна.

Регулятор напруги РНШ призначений для плавного регулювання напруги змінного струму в межах від 0 до 240 В. Зовнішній вигляд приладу показаний на рисунку 14. Зверху на корпусі вмонтована ручка для регулювання напруги, на передній панелі встановлений вольтметр, розрахований на напругу 250 В. Збоку на корпусі знаходяться клеми для підключення дослідного кола. Максимальна сила струму навантаження 8 А.

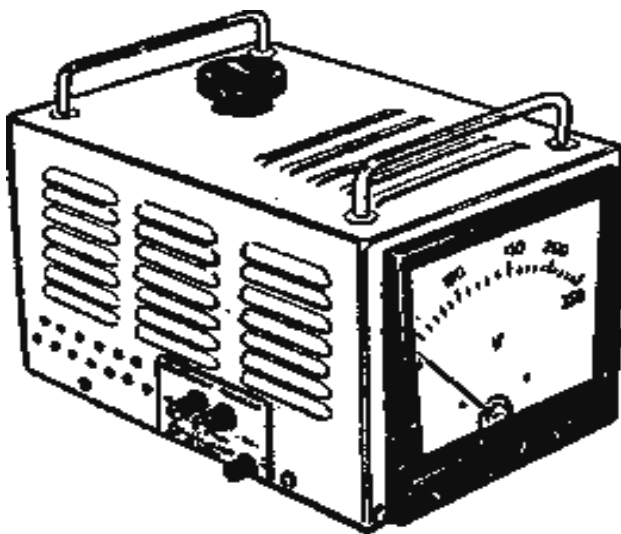


Рис. 14. Зовнішній вигляд РНШ

Котушка дросельна КД (котушка з великою індуктивністю) призначена для отримання повільних затухаючих та незатухаючих електричних коливань. Котушка (рис. 15) намотана на збірному каркасі. Обмотка котушки виконана мідним проводом діаметром 0,64 мм. У першій секції – 1200 витків, у другій – 2400 витків. Останній шар другої секції для спрощення котушки виконаний проводом бавовняно-паперової ізоляції.

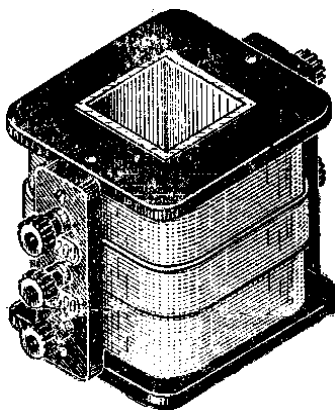


Рис. 15. Зовнішній вигляд котушки дросельної

Початок і кінець обмотки виведені й прикріплені до клем на пластмасовій планці. На панелі між клемми нанесені цифри 1200 і 2400, що відповідає кількості витків обмотки, виведеної до цих клем. Тому між клемми А і Б (рис. 16) – 1200 витків, а між клемми А і В – 3600 витків. Зверху основної обмотки намотана котушка для зв'язку з індикатором (гальванометр, динамік, телефон). Котушка зв'язку виконана проводами діаметром 0,38 мм і складається з двох послідовно з'єднаних секцій (рис. 16).

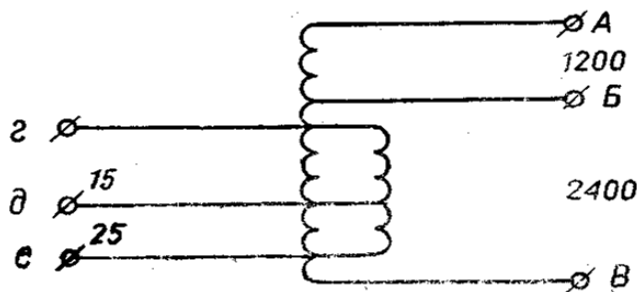


Рис. 16. Принципова схема дросельної котушки

Перша секція складається з 15 витків, друга – з 25 витків. Початок і кінець обмотки виведені й прикріплені до клем на другій пластмасовій планці. Між клемми на цій планці нанесені цифри 15 і 25, що відповідає кількості витків обмотки, виведеної до цих клем. Тому між клемми г і д – 15 витків, між клемми д і е – 25 витків, а між клемми г і е –

40 витків. Щоб можна було розрізнити обмотки, основна обмотка ДК і обмотка зв'язку пофарбовані в різні кольори.

При проведенні дослідів з коливальним контуром для отримання значної індуктивності ДК розміщують на залізному осерді від шкільного універсального трансформатора.

Дослід 9

Вивчити будову універсального шкільного трансформатора.

Обладнання: універсальний шкільний трансформатор.

У комплект шкільного трансформатора входить: трансформатор (1), два наконечники конусоподібної форми (2), котушка плоска (3), кільця мідне та алюмінієве (4), електрична зварка (5), кільце-жолоб (6), маятник (7) (рис. 17).

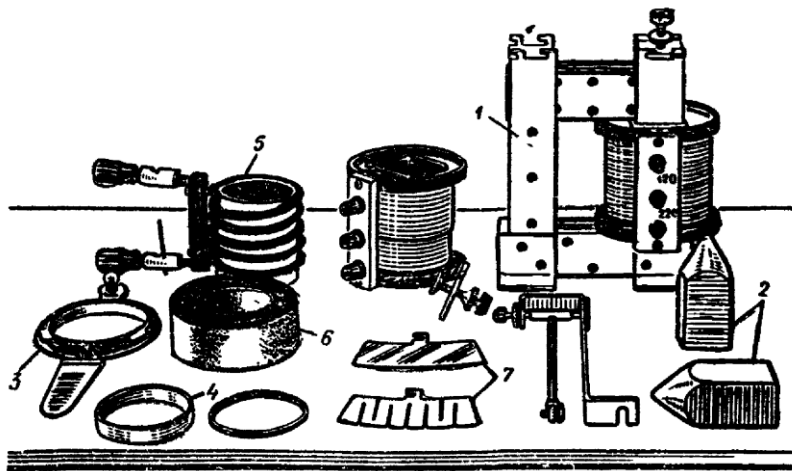


Рис. 17. Деталі універсального розбірного трансформатора

Трансформатор використовується для перетворення напруги змінного струму. Він складається з П-подібного осердя з ярмом та двох котушок. Котушки намотані на каркаси, які можна надягати на осердя. На корпусах котушок написано «120», «220» та «6». В одній котушці близько тисячі витків, в іншій – по 37 витків у кожній секції. Таким чином трансформатор можна використовувати в якості як підвищувального, так і знижувального.

Котушка плоска змонтована на каркасі з ручкою. Кінці котушки підведені до патрона з лампою (3,5 В, 0,28 А).

Котушку, кільце-жолоб та електричну зварку можна надягати на осердя.

Маятник з пластинами застосовують у дослідях по демонстрації вихрових струмів. У цьому випадку збирають установку за рисунком 18.

У поєднанні з іншими приладами універсальний шкільний трансформатор дозволяє демонструвати багато дослідів по електромагнітним явищам, змінному струму тощо.

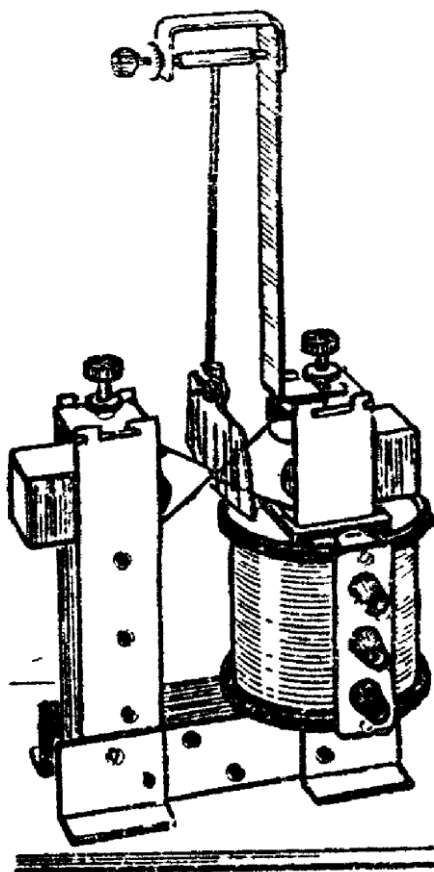


Рис. 18. Установка для демонстрації вихрових струмів

3. Фізичний практикум до теми «Вивчення основного шкільного обладнання. Електронний осцилограф, генератор звукової частоти, підсилювачі»

Дослід 1

а) Вивчити будову шкільного осцилографа ОЕШ-70, визначити призначення окремих блоків, ручок керування.

Обладнання: осцилограф ОЕШ-70.

Осцилограф – прилад для візуального спостереження і реєстрації функціональної залежності величин, які виражені у формі електричних напруг і струмів. Найбільш широко використовують осцилографи для спостереження періодичних процесів, а також для вивчення вольт-амперних характеристик діода і тріода, петлі гістерезиса та ін.

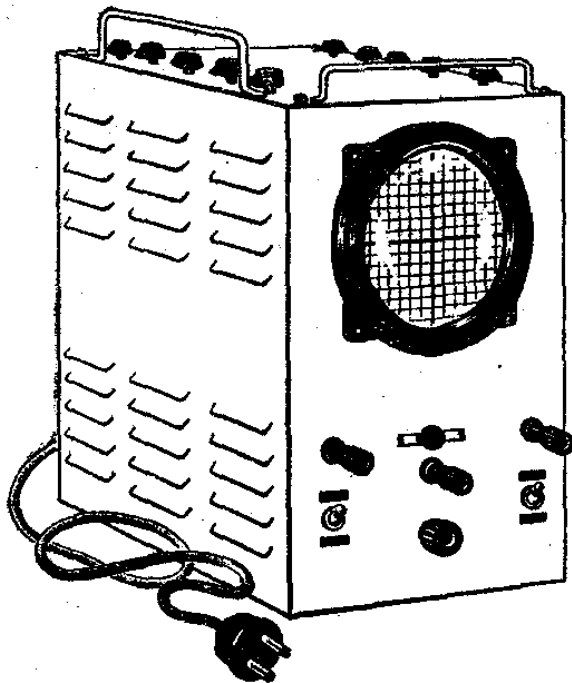


Рис. 19. Зовнішній вигляд осцилографа

У найпростішому випадку осцилограф складається з чотирьох блоків: блоку електронно-променевої трубки – ЕПТ, генератора розгортки – ГР, підсилювача дослідного сигналу – ПС і блоку живлення – БЖ.

Основним елементом першого блоку є електронно-променева трубка, на екрані якої формується картина дослідного сигналу (осцилограма).

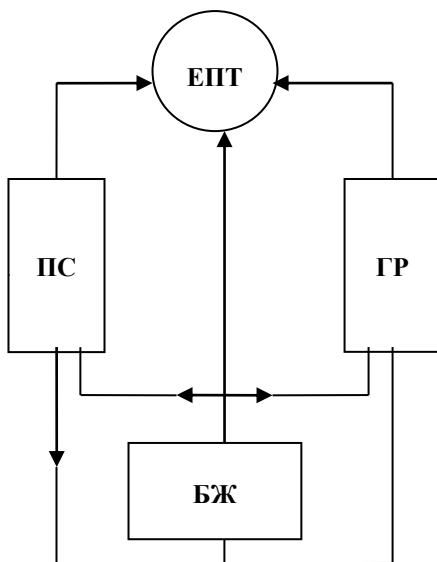


Рис. 20. Блок-схема осцилографа

Робота електронно-променевої трубки (рис. 21) здійснюється таким чином. Нитка розжарювання підігріває катод, з поверхні якого вилітають електрони. Електрони, пролетівши крізь отвір управляючого електрода, фокушуючого циліндра і анода, збираються в пучок. Пролітаючи між пластинами конденсаторів ХХ і YY, електронний пучок відхиляється в горизонтальному та вертикальному напрямку. Електронний пучок, попадаючи на спеціальний екран, викликає його підсвічування у вигляді маленької круглої плями. Зміною різниці потенціалів між катодом і управляючим електродом можна змінювати кількість електронів в пучку, а це дозволяє регулювати яскравість зображення на екрані.

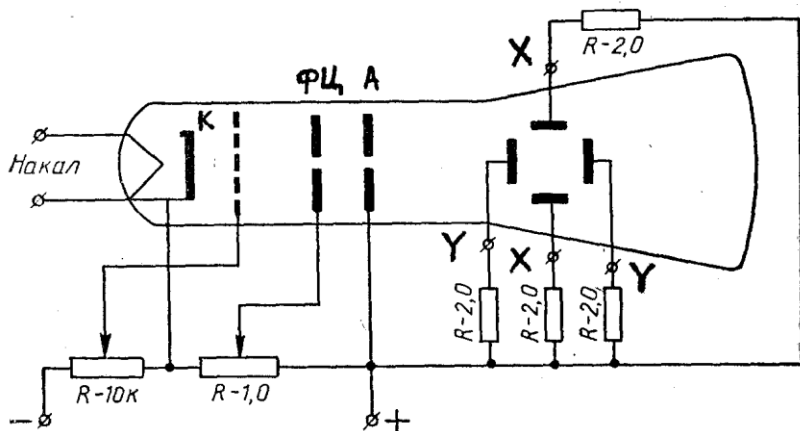


Рис. 21. Схема електронно-променевої трубки

Прилад має ручку «яскравість» для керування потоком електронів у пучку. Електричне поле між фокусируючим циліндром і анодом здатне фокусувати розбіжний електронний пучок. Зміна різниці потенціалів між фокусируючим циліндром і анодом призводить до різного фокусування електронного пучка. Конструкція осцилографа передбачає зміну фокусування ручкою «фокус». Якщо на один конденсатор подано постійну напругу, то між пластинами конденсатора виникає електричне поле, при цьому електронний промінь, проходячи в цьому полі, буде відхилятися в протилежному напрямку електричного поля. Це фіксується або знаками « $\leftrightarrow$ », « $\updownarrow$ », або написами «Праворуч-ліворуч», «Вверх-вниз».

Генератор розгортки утворює пилоподібну напругу, яка може подаватися на пластини XX, які відхиляють промінь у горизонтальному напрямку. При цьому електронний пучок (яскрава пляма на екрані) при повільному збільшенні напруги на пластинах XX рівномірно зміщується по горизонталі, зображуючи відрізок, який світиться, а при різкому зниженні напруги швидко повертається у вихідне положення. Частоту пилоподібної напруги можна змінювати або ступінчасто, або плавно ручками розгортки, які можуть бути позначені словами: «Діапазон», «Частота плавно». Амплітуду пилоподібної напруги плавно змінюють ручкою «Підсилення X».

Підсилювач призначений для підсилення без спотворювання електричних коливань, поданих на його вхід. Після підсилювача дослідний сигнал подається на пластини YY електронно-променевої трубки. Сигнал може бути як малим, так і великим. Великий сигнал зменшується за допомогою дільника напруги. З дільника сигнал подається на підсилювач. Ручки керування дільником і підсилювачем виведені на зовнішню панель.

Отримання осцилограм синусоїдальних коливань можна пояснити наступним чином. На пластини XX з генератора розгортки подається пилоподібна напруга, а на пластини YY з підсилювача – дослідний сигнал. Якщо частота сигналу кратна частоті розгортки, то на екрані електронно-променевої трубки буде формуватися синусоїда. В осцилографі передбачене автоматичне налаштування частоти розгортки сигналом, який іде від підсилювача. Цей сигнал можна змінювати ручкою «Синхронізація» на панелі.

На панелі осцилографа ОЕШ-70 змонтовані вимикач мережі, сигнальна лампочка, клеми «Вхід X», «Вхід Y» і дільник вхідного сигналу. На боковій панелі знаходяться ручки керування електронним пучком « $\leftrightarrow$ », « $\updownarrow$ », «Синхронізація», «Внутр – от сети – внешн», «Підсилення», ручки розгортки, Діапазони 0, 30, 150, 500 Гц, 2, 8, 16 кГц, «Частота плавно», а також ручки підсилення сигналу «Підсилення Y», «Підсилення X».

Дослід 2

б) Вивчити будову шкільного осцилографа ОЕШ-70, підготувати осцилограф до роботи.

Обладнання: осцилограф ОЕШ-70.

Щоб підготувати осцилограф до роботи необхідно виконати такі дії:

- встановити ручки « $\updownarrow$ », « $\leftrightarrow$ », «Фокус», «Яскравість» у середнє положення;
- інші ручки повернути до упору проти годинникової стрілки;
- ручки перемикача синхронізації та діапазонів осцилографа встановити на поділках «Внутр», «до 220 В»;
- увімкнути осцилограф;
- повертанням ручок «Яскравість» і «Фокус» на екрані отримати неясне, але чітке зображення точки;
- повертанням ручок « $\updownarrow$ », « $\leftrightarrow$ » в різні сторони прослідкувати зміщення точки;
- повертати ручки «Діапазон», «Підсилення X», «Підсилення Y» в різні напрямки та робити висновки.

Дослід 3

Вивчити будову та принцип дії звукового генератора, моделі демонстраційного звукового генератора.

Обладнання: звуковий генератор ГЗШ, моделі звукового генератора.

Звуковий генератор призначений для отримання електричних коливань звукової частоти при демонстрації різних дослідів з фізики. Генератор можна використовувати в якості підсилювача низької частоти.

На лицьовій панелі генератора (рис. 22) знаходяться тумблер вмикання, сигнальна лампочка, перемикач піддіапазонів на чотири фіксованих положення « $\times 1$ », « $\times 10$ », « $\times 100$ », «УНЧ», диск з нерівномірною шкалою поділок (від 20 до 200), ручка перемикавання резистора, яка дозволяє змінювати амплітуду вихідного сигналу, та вихідні клема, що розраховані на підключення кіл з різними опорами (5, 600, 5000 Ом).

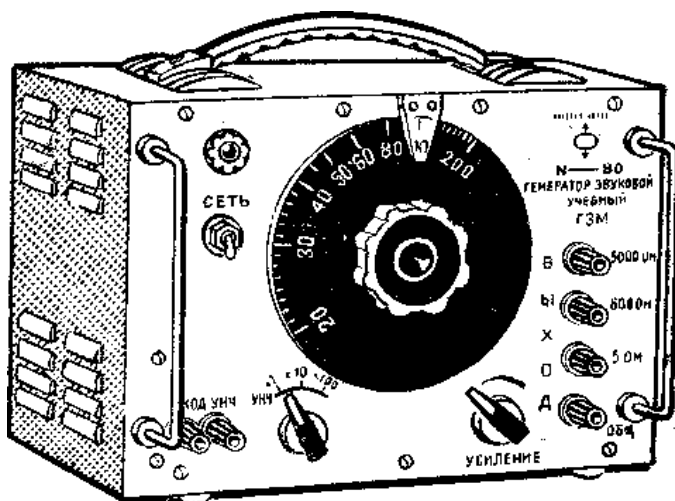


Рис. 22. Зовнішній вигляд звукового генератора

Генератор складається з чотирьох основних блоків (рис. 23): задаючого генератора (ЗГ), підсилювача (ПС), вихідного пристрою (ВП), блоку живлення (БЖ). Задаючий генератор генерує синусоїдальні коливання малої потужності. Частоту цих коливань можна змінювати зміною ємності конденсатора. Коливання малої потужності подаються на електронний підсилювач і вже підсилені поступають у вихідний пристрій, який є трансформатором.

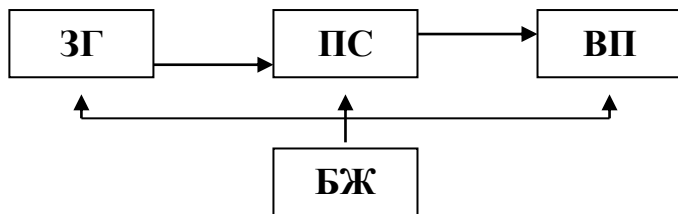


Рис. 23. Блок-схема звукового генератора

Якщо для дослідів необхідні частоти 20 – 200 Гц, то перемикач встановлюють у положення « $\times 1$ », якщо 200 – 2000 Гц – « $\times 10$ », а для частот 2000 – 20 000 Гц використовують положення « $\times 100$ ». Плавне регулювання частоти здійснюють поворотом диска.

Модель звукового генератора демонстраційного ГДЗ призначена для демонстрації дії генератора та дослідів по автоматиці. ГЗД зібраний на транзисторі П202Є по схемі (рис. 24) та може виконувати функції генератора, модулятора та підсилювача електричних коливань. До клем 5 та 8 підключають джерело струму напругою 4В. Якщо замкнути клем 2 та 3, то прилад буде працювати в режимі генератора. Підключений до клем 6 і 7 гучномовець видає звук достатньої гучності. Частоту звуку змінюють повертанням ручки потенціометра R2.

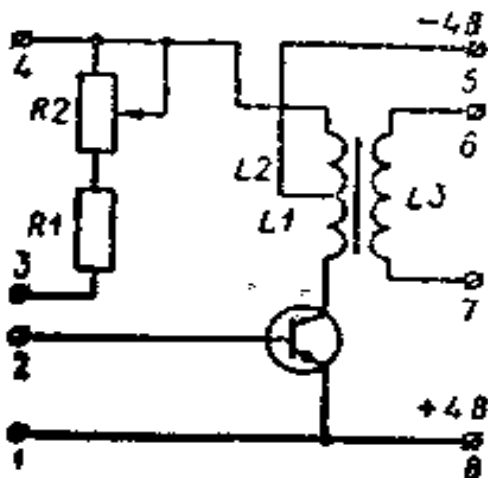


Рис. 24. Принципова схема моделі звукового генератора

Дослід 4

а) Показати осцилограму звукових коливань від ГЗШ.

Обладнання: осцилограф, ГЗШ.

Для того, щоб показати осцилограму звукових коливань від ГЗШ необхідно:

- підготувати осцилограф до роботи (див. дослід 1 б);
- встановити ручку «Підсилення Y » на дуже маленьке підсилення;
- ручку «Діапазон» встановити в положення «150»;
- ручку «Синхронізація» встановити в положення «Внутр»;
- підключити вихід звукового генератора «5 Ом» до виходу « Y » осцилографа;
- встановити на ГЗШ частоту 800 Гц, ручку підсилення поставити в середнє положення;
- ввімкнути ГЗШ;
- поворотом ручки «Підсилення Y » отримати амплітуду кривої 30-50 мм;
- за необхідності відрегулювати якість кривої ручками «Яскравість» і «Фокус»;
- повертати ручки «Синхронізація», «Частота плавно», «Підсилення» окремо в різних варіантах, щоб при цьому отримувались стійкі синусоїди;
- спостерігати за зміною синусоїди на екрані при обертанні диска плавної зміни частоти ГЗШ.

Дослід 5

а) Показати осцилограму звукових коливань від моделі демонстраційного звукового генератора.

Обладнання: осцилограф, ГЗД, випрямляч ВС-24.

Для того, щоб показати осцилограму звукових коливань від ГЗД необхідно:

- підготувати осцилограф до роботи (див. дослід 1 б);
- до клем 5 та 8 ГЗД (див рис. 24) підключити випрямляч ВС-24, налаштований на напругу 4 В постійного струму;
- закоротити клеми 2 і 3;
- клеми 6 і 7 підключити до виходу осцилографа та отримати осцилограму моделі генератора.

Дослід 6

Вивчити будову підсилювача низької частоти (ПНЧ-3, ПНЧ-5), підсилювача на панелі.

Обладнання: підсилювачі ПНЧ-3, ПНЧ-5, підсилювач на панелі.

Підсилювач низької частоти – це електронний прилад, призначений для підсилення електричних коливань з бокової частоти від 20 Гц до 20 кГц. Як правило, підсилювач складається з декількох блоків: попереднього підсилювача напруги, підсилювача потужності, трансформатора та блоку живлення.

Підсилювач ПНЧ-3 на лицьовій панелі має ручку регулятора гучності та сигнальну лампочку. Ручкою регулятора гучності проводиться також вмикання та вимикання мережі. ПНЧ-3 зібраний на електронних лампах, тому він починає роботу після їх прогріву. На боковій стінці змонтовані три входи: для підключення мікрофону – М, адаптера – АД, лінії – Л. На задній стінці є дві пари входів: низькоомний вхід (для підключення гучномовця, Гр) та високоомний вхід (Л).

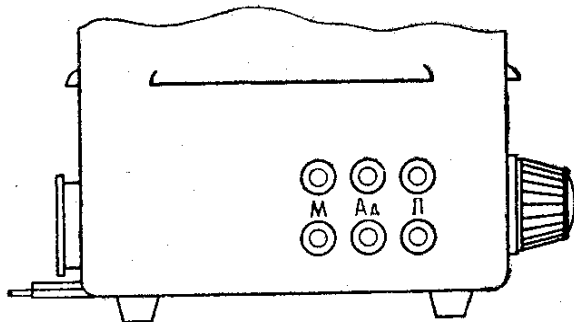


Рис. 25 а. Підсилювач ПНЧ-3. Вид зліва

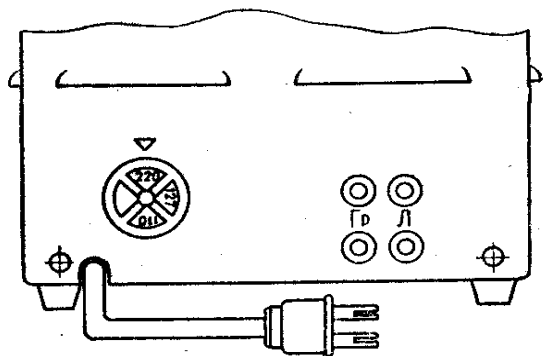


Рис. 25 б. Підсилювач ПНЧ-3. Зворотній бік

Лабораторний практикум з методики навчання фізики.
Частина 1. Фізичний експеримент в контексті НУШ

Підсилювач ПНЧ-5 зібраний на транзисторах. На лицьовій панелі підсилювача змонтовані вимикач мережі з сигнальною лампочкою, вхід для мікрофону та звукознімача, вихід підсилювача, ручки регулювання тембру по низькій та високій частоті, ручка регулювання рівня сигналу та індикатор перевантаження. До виходу підсилювача можна підключати не лише гучномовець, але і інші прилади: осцилограф, вимірювальні прилади змінного струму, телефони та інші.

Підсилювач на вертикальній панелі входить у комплект демонстраційних приладів по радіотехніці. Зліва змонтовані універсальні клеми входу підсилювача. Перша лампа працює в режимі підсилення напруги, друга – як підсилювач потужності. В анодне коло другої лампи ввімкнений трансформатор, вторинна обмотка якого з'єднана клемми низької та високої вихідної напруги. Три нижні клеми слугують для підключення живлення від ВУП-2, на дві нижні клеми подається напруга змінного струму 6,3 В для живлення ламп, а на середній та третій знизу – напруга постійного струму 250 В для анодного кола ламп.

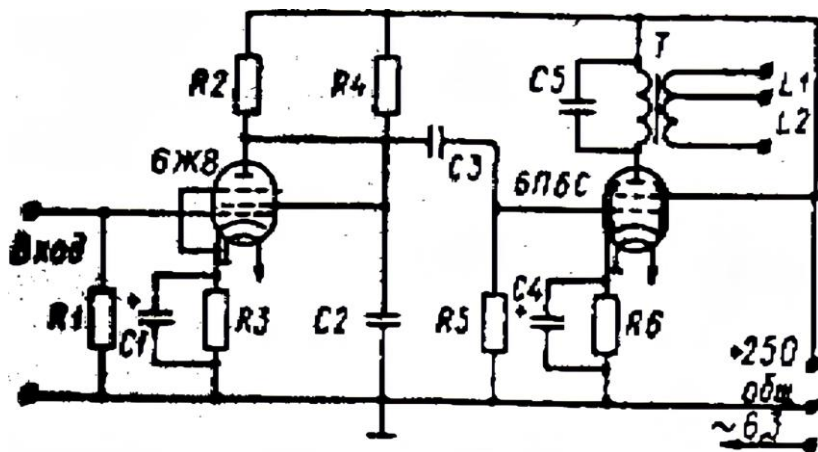


Рис. 26. Принципова схема підсилювача на панелі

Дослід 7

Підготувати ПНЧ до роботи. Ввімкнути і продемонструвати прийом радіохвиль.

Обладнання: ПНЧ-3 і ПНЧ-5, ГЗШ, гучномовець.

Для вивчення ПНЧ необхідно провести такий дослід:

- зібрати установку, в яку входять звуковий генератор ГЗШ, підсилювач ПНЧ-3, на вхід Л якого подається сигнал (рис. 27);
- увімкнути ГЗШ та отримати слабкий звуковий сигнал;

- увімкнути ПНЧ-3 та після прогріву ламп переставити гучномовець із входу підсилювача на низькоомний вхід;
- обертанням ручки регулятора гучності спостерігати за зміною гучності звуку і встановити звук середньої гучності;
- переставити гучномовець з низькоомного входу на високоомний;
- відключити гучномовець та підключити головні телефони спочатку до низькоомного входу, а потім до високоомного;
- переключити проводи спочатку з входу Л на вхід АД, а потім на вхід М;
- зробити висновки.

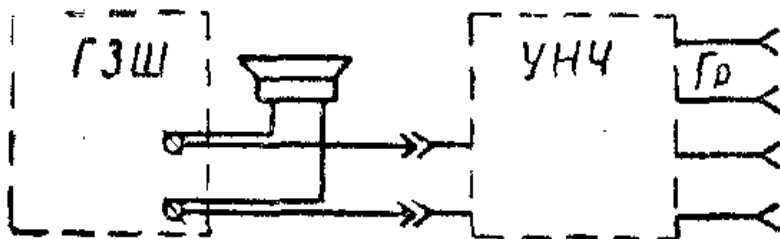


Рис. 27

Дослід 8

Зібрати установку підсилювача на панелі. Визначити за допомогою осцилографа коефіцієнт підсилення електричних коливань.

Обладнання: ГЗШ, ПНЧ на панелі, ВУП-2, осцилограф, гучномовець.

Для вивчення ПНЧ на панелі необхідно провести такий дослід:

- зібрати установку за рисунком 28;
- показати викладачу або лаборанту;
- увімкнути ГЗШ та випрямляч ВУП-2;
- встановити рукою ГЗШ «Підсилення» невеликий сигнал;
- від'єднати гучномовець;
- підключаючи осцилограф до виходу та входу підсилювача, визначити приблизний коефіцієнт підсилення електричних коливань як відношення амплітуд вхідного та вихідного сигналу.

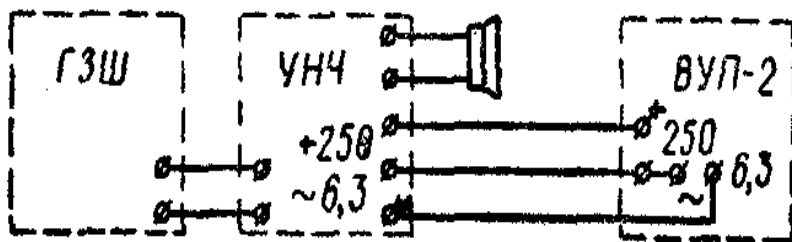


Рис. 28

4. Фізичний практикум до теми «Вивчення основного шкільного обладнання. Універсальний проєкційний ліхтар ФОС-67, стробоскоп».

Дослід 1

Ознайомитись з будовою універсального проєкційного апарату. Встановити, які головні частини і деталі входять до комплекту апарату. Зібрати проєкційний апарат для вертикальної проєкції і відцентрувати оптичну систему приладу (на екрані має бути рівномірно освітлене коло).

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67.

Апарат призначений для демонстрації дослідів з діапроєкції шкільного курсу фізики. Проєкційний апарат складається з наступних вузлів та деталей (рис. 30): лавка (1), зроблена з двох направляючих трубок і висувних стержнів, які дозволяють змінювати довжину установок. На лавці закріплені і можуть переміщуватись вздовж неї корпус освітлювача з колодкою (2), у якій є отвори для швидкої та зручної зміни джерела світла – електричних ламп (3), конденсора (4), та рейтерів (12). Конденсор складається з двох плоскоопуклих лінз, одна з яких може легко зніматися. На корпусі встановлений вимикач. На рейтерах можуть встановлюватись об'єкти (5), ширма з поворотним диском (7), на якому закріплюється дві рамки (8) для установки діапозитивів, теплофільтр (9), механізм роздвижної щілини (6), рамки з поляридами із набору з поляризації, ширма з чотирма отворами (10), столик (11) та інші прилади, які не входять у комплект. На двох рейтерах є гвинтові пристрої для малих горизонтальних та вертикальних переміщень приладів, закріплених на рейтерах. Плоске дзеркало, змонтоване в корпусі

(13) застосовується для горизонтальної проєкції. Екран-ширма (14) призначений для отримання на ньому зображень під час підготовки демонстраційних дослідів. Столик (15), який встановлюється на тонких стержнях висувної лавки (1), призначений для установки й кріплення на лавці мікроскопа, що використовується для проведення дослідів у мікропроєкції.

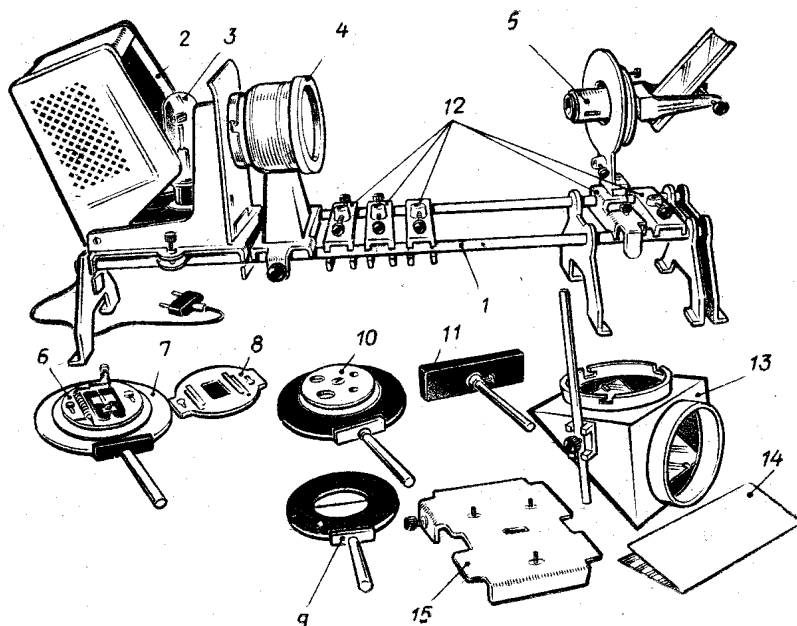


Рис. 30. Основні вузли та деталі проєкційного апарату ФОС-67

Дослід 2

Зібрати проєкційний ліхтар і одержати паралельний світловий пучок.

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67.

Перш за все потрібно налаштувати оптичну систему приладу. Для цього необхідно відкрити корпус освітлювача, вставити в патрон лампу і, користуючись регулювальним гвинтом розташувати її таким чином, щоб нитка розжарювання знаходилась на оптичній вісі конденсора. У конденсорі залишити одну збиральну лінзу. Пересуваючи по лавці конденсор, підібрати положення так, щоб нитка розжарювання лампи знаходилась приблизно в фокальній площині конденсора. Якщо

після встановлення лампи й переміщення конденсора отримали на екрані за допомогою об'єктиву зображення рівномірно освітленого кола, значить лампа встановлена правильно. Таким чином одержали паралельний світловий пучок.

Дослід 3

Зібрати проєкційний ліхтар для вертикальної проєкції. За допомогою рейтера зафіксувати розсуну щілину і отримати на екрані зображення різних за діаметром діафрагм.

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67.

Підготувати проєкційний ліхтар для вертикальної проєкції (дивись дослід 2). Встановити ширму з щілиною впритул до конденсора. Чітке зображення щілини на екрані отримують шляхом переміщення об'єктиву. Змінюючи ширину щілини, отримати різні зображення на екрані.

Дослід 4

а) зібрати ліхтар для горизонтальної проєкції, відцентрувати систему так, щоб на екрані з'явилося рівномірно освітлене коло.

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67.

При підготовці приладу для демонстрації горизонтально розташованих об'єктів (тобто для горизонтального проєктування) необхідно після встановлення лампи в корпус освітлювача вийняти із конденсора передню лінзу (вмонтовану в спеціальну оправу), вставити камеру горизонтальної проєкції та зверху в камеру встановити раніше вийняту лінзу. На вертикальний стержень надіти ширму з об'єктивом та дзеркалом і закріпити її гвинтом (рис. 31). Щоб перевірити установку необхідно увімкнути лампу та переміщувати об'єктив вгору та вниз до отримання рівномірно освітленого кола на екрані.

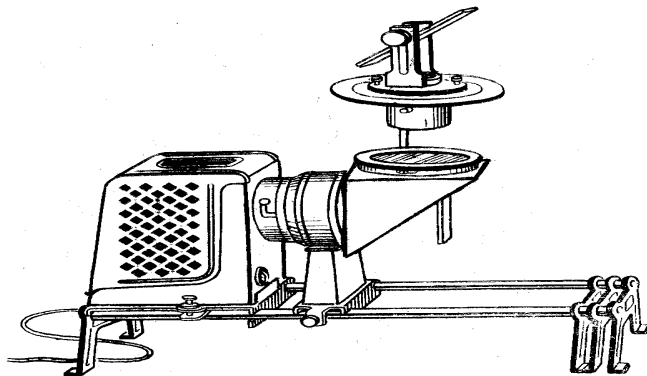


Рис. 31

Дослід 4

б) Спроекувати на екран прилад для демонстрації броунівського руху.

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67.

Щоб продемонструвати броунівський рух необхідно підготувати проєкційний апарат для горизонтального проєктування (див. попередній дослід). На конденсорну лінзу апарату помістити прилад для демонстрації броунівського руху. Потім за допомогою об'єктиву та дзеркала отримати на екрані зображення усіх деталей. Обертати ручку ударного механізму (при цьому буде чутий характерний звук від ударника). Одночасно з цим на екрані можна побачити, як під впливом швидкого хаотичного руху кульок, які імітують рух молекул, здійснює хаотичний рух пробка. Таким чином одержана проєкція є моделлю броунівського руху.

Дослід 5

а) Підготувати проєкційний ліхтар для тіньового проєктування.

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67, автомобільна лампа А-20 і випрямляч ВС 4-12.

Освітлювач для тіньового проєктування може бути зібраний так, як показано на рисунку 32. На лавці проєкційного апарату розташовують корпус освітлювача без конденсора, але з дисковою діафрагмою. Всередині корпусу розміщують автомобільну лампу А-20, яка має спеціальний патрон з вилкою на кінці і рефлектор.

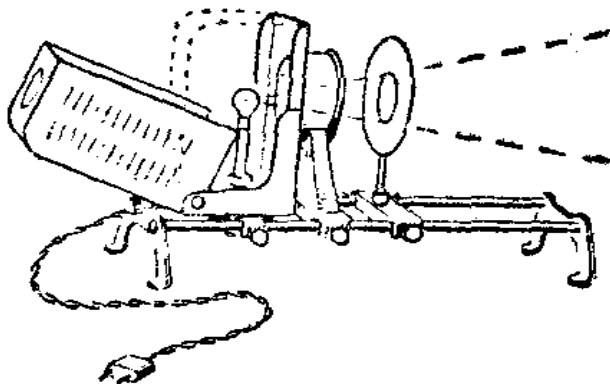


Рис. 32. Установка для тіньового проєктування

б) Показати за допомогою тіньової проєкції потік гарячого повітря, який підіймається над спиртівкою або обігрівачем, електроплиткою.

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67, спиртівка, екран.

Для демонстрації потоку теплого повітря спиртівку встановлюють на столику між освітлювачем та екраном. Відстань від спиртівки до освітлювача підбирається дослідним шляхом так, щоб тіньове зображення було достатніх розмірів та не дуже розмитим.

Проєкційний апарат не повинен закривати собою зображення, тому під передні ніжки підкладають підставку, а екран вішають вище стола.

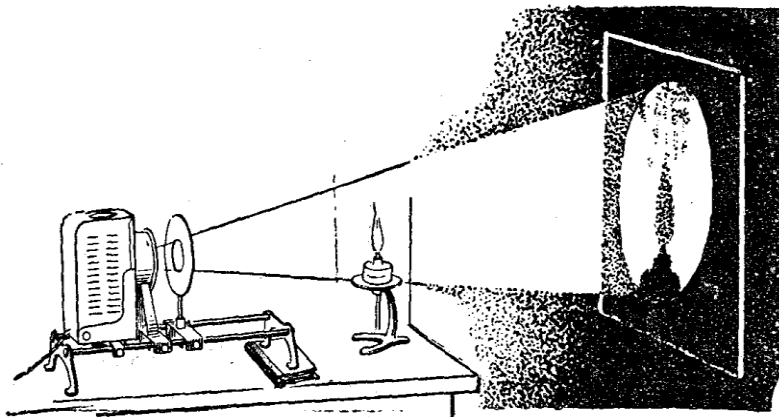


Рис. 33. Проєктування потоку гарячого повітря

в) Показати в тіньовій проєкції прилад «Маятник в годиннику».

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67, «Маятник в годиннику», екран.

Тіньове проєктування дозволяє спостерігати дію деяких приладів або окремих деталей. Зокрема, можна продемонструвати дію основних деталей «Маятника в годиннику» (рис. 34). Для цього прилад ставимо за конденсором проєкційного апарата, підготовленого для тіньового проєктування, та переміщуємо об'єкти до одержання чіткого зображення на екрані.

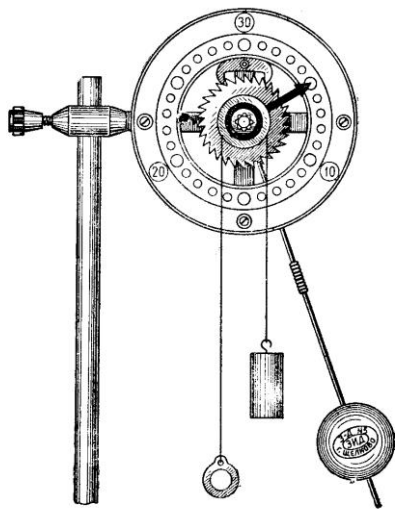


Рис. 34. Прилад «Маятник в годиннику»

На екрані в збільшеному вигляді спостерігаємо дію храпового колеса «Маятника в годиннику».

Тіньове проектування значно розширює можливості експериментатора, дозволяючи показати на екрані такі явища, які іншими способами виявити практично неможливо.

Дослід 6

Використати у вищезазначених дослідях освітлювач для тіньової проєкції.

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67, освітлювач для тіньової проєкції ОТП.

ОТП слугує для отримання на екрані збільшених зображень, приладів, установок, а також їх підсвічення. Освітлювач являє собою корпус прямокутного перерізу (1), в передню частину якого вставлена оправа з лінзою (2). В оправу в спеціальний паз можна вставити діафрагму діаметром 5, 10, 15 мм для обмеження світлового потоку. У цей же паз можна вставити матове скло. У середині освітлювача розміщений стержень з патроном та лампою (3) на напругу 6 В. Освітлювач кріпиться в скобі (4) та стопориться в ній за допомогою гвинта у потрібному положенні. Блок живлення розміщений в корпусі (5) та являє собою понижуючий трансформатор, що вмикається в мережу 220 В.

Скобу зі стержнем можна виймати з корпусу блоку живлення відкрученому гвинті (6). Така конструкція дозволяє закріплювати освітлювач в муфті штативу.

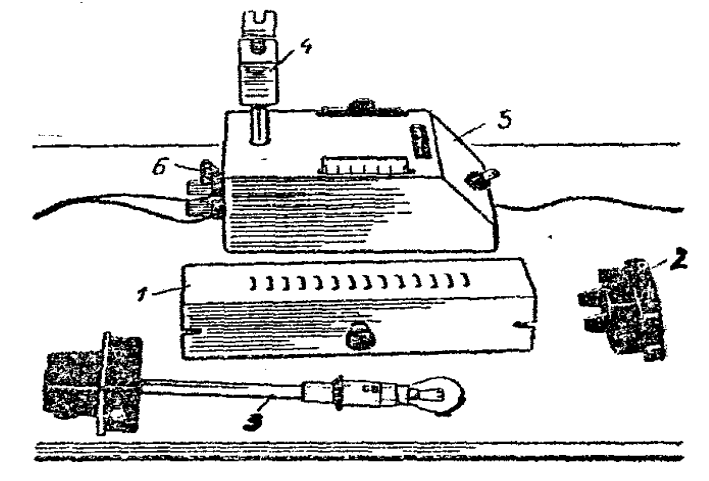


Рис. 35. Освітлювач для тіньової проєкції

Дослід 7

Показати проєкцію лопатей вентилятора стробоскопічним методом.

Обладнання: вентилятор, стробоскоп СШ-2, білий екран.

Щоб показати проєкцію вентилятора необхідно:

- встановити вентилятор перед екраном;
- розташувати стробоскоп таким чином, щоб світловий потік падав на вентилятор;
- увімкнути в мережу вентилятор та упевнитись в його нормальній роботі;
- ввімкнути стробоскоп;
- обертаючи ручку плавного регулювання частоти, , щоб лопаті вентилятора здавались нерухомими.

Дослід 8

Ознайомитись з установкою для мікропроєкції.

Обладнання: проєкційний апарат ФОС-67, мікроскоп, екран.

На рисунку 36 показана установка, призначена для дослідів з мікропроекції. У корпусі освітлювача потрібно встановити проєкційну лампу або, знявши корпус освітлювача, поставити дугову лампу.

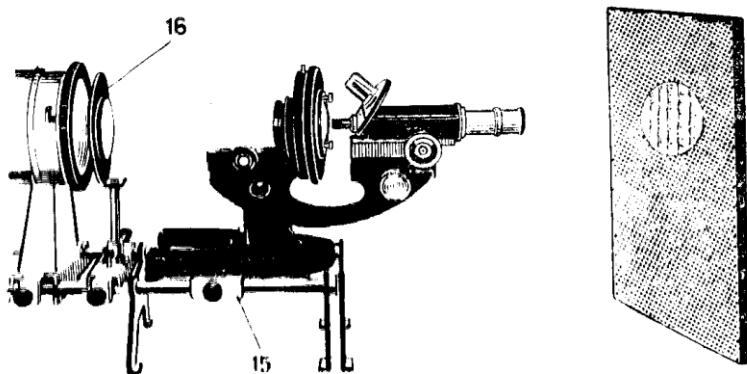


Рис. 36. Установка для дослідів в мікропроекції

Потім за допомогою столика (15) на стержнях висувної лавки закріпити мікроскоп. Тубус мікроскопа розташувати так, щоб його оптична вісь співпадала з оптичною віссю конденсора проєкційного апарату. Дзеркало в цьому випадку не потрібне, тому його варто зняти або відвести вбік, щоб пучок світла входив в отвір предметного столика. Для того, щоб об'єктив і предмет не перегрілись, перед конденсорною лінзою необхідно поставити теплопоглинаючий фільтр, який входить у комплект апарату.

Як приклад можна привести дослід анізотропії росту кристалу. Для цього зручно використати насичений розчин повареної солі. Скляною паличкою переносять краплю цього розчину на предметне скло. Потім скло з препаратом встановлюють у пучку світла на вертикально розташованому столику і, переміщуючи об'єктив вздовж оптичної осі, досягають чіткого зображення на екрані. Внаслідок нагрівання вода випаровується і з розчину починають випадати кристали.

Дослід 9

Ознайомитись з можливостями використання у фізичних демонстраціях графопроєктора.

Обладнання: графопроєктор «Пеленг 2400» (Lech 50 standard).

Графопроєктор призначений для проєктування на екран записів, зроблених на прозорій плівці, різних діапозитивів, графіків та ін. Цей прилад також можна використовувати для лекційної та інформаційної роботи. Графопроєктор може використовуватись у різних демонстраційних дослідах. Він зручний у користуванні та дозволяє отримати наочний приклад.

5. Фізичний практикум до теми «Будова речовини»

Завдання 1. Стисливість газів.

Обладнання: циліндр чавунний з поршнем (мал. 4), насос повітряний ручний, затискач для резинових трубок пружинний або гвинтовий.



Рис.37. Циліндр чавунний з поршнем

Циліндр для цього досліду показаний на малюнку 37. Потрібно заздалегідь перевірити, наскільки вільно переміщається чавунний поршень в такому циліндрі. Нерідко перед дослідом доводиться протирати поверхню поршня й циліндра ганчіркою та змащувати тонким шаром солідолу (автомобільною смазкою) або технічним вазеліном. На ніпель щільно надягають гумовий патрубок завдовжки близько 10 см із зажимом. Якщо прилад має кран, то його перед дослідом відкривають.

Для проведення досліду встановлюють підготовлений циліндр на демонстраційному столі. Опускають в нього поршень приблизно до середини і гумовий патрубок на ніпелі перекривають пружинним або гвинтовим затиском. Якщо прилад з краном, то його закривають.

Натискаючи однією або краще обома руками на поршень, показують учням, що він помітно опускається: замкнуте в циліндрі повітря зменшується в об'ємі. Варто тільки зняти руки, як поршень завдяки пружності повітря знов повертається в первинне положення. Дослід можна повторювати кілька разів.

Великий діаметр поршня вимагає порівняно великої сили для значної зміни об'єму повітря в циліндрі. При натиску обома руками поршень опускається приблизно на 10-12 мм.

Описаний дослід можна також показати з ручним повітряним насосом. Для цього поршень опускають приблизно до середини насоса і перекривають затискачем гумову трубку, сполучену з ніпелем для нагнітання. Встановивши насос вертикально на демонстраційному столі, енергійно натискають ручку вниз і стискають повітря. Якщо ручку опустити, то, як і в першому досліді, поршень повернеться в початкове положення.

Завдання 2. Забарвлення води малою кількістю фарби.

Обладнання: склянка об'ємом 1 л, скляна паличка, ящик-підставка – 2 шт., перманганат калію.

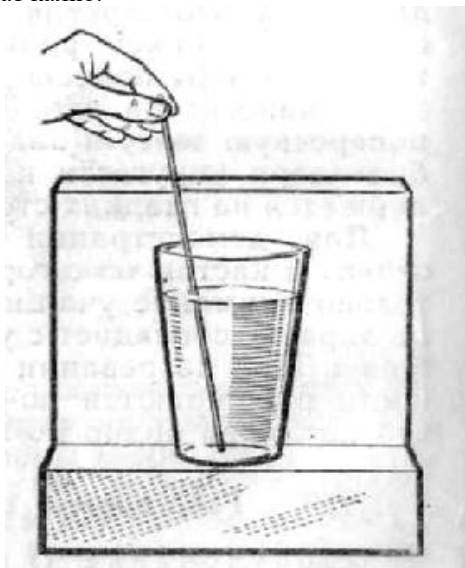


Рис.38. Демонстрація зафарбування води

Наливають в склянку трохи більше половини чистої води і встановлюють її на демонстраційному столі на підставці. Позаду розташовують невеликий білий екран. Потім маленьку крупинку марганцівки розчиняють у воді, налитій у склянку. Кристалик, розчиняючись, забарвлює воду. Звертають увагу на те, що в кожній краплі забарвленої води утримується якась кількість фарби. Цю кількість можна зменши-

ти, якщо в склянку долити води й перемішати отриману суміш. Або ж відлити трохи забарвленої рідини в іншу посудину і тоді долити у склянку чистої води. Вода знову буде забарвленою, але слабкіше, тому що на одиницю об'єму води у цьому випадку припадає менша кількість частинок марганцівки. Так роблять кілька разів і щоразу переконаються, що розчин стає світлішим. Розглядають останній розчин: він хоч і дуже слабкий, проте рівномірно забарвлений. Отже, у кожній його краплині є частинка фарби. Але ж у воді розчиняли дуже маленьку крупинку фарби, і лише частина цієї крупинки потрапила в останній розчин. Значить крупинка складається з багатьох дуже маленьких частинок.

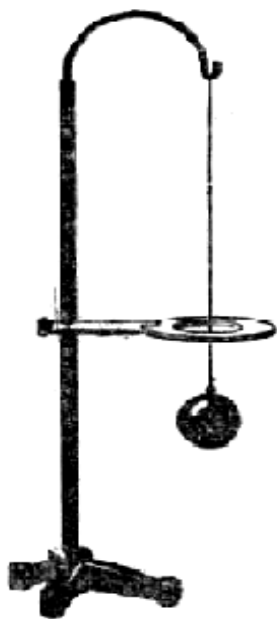


Рис.39. Кулька з кільцем
до нагрівання

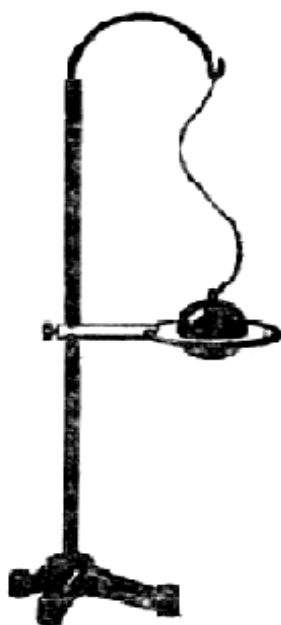


Рис.40. Розширення кульки
при нагріванні

Таким чином, поступово підводять учнів до висновку про те, що будь-яка речовина при подрібненні може бути доведена до дуже маленьких частинок і найдрібніша частина даної речовини, яка зберігає її властивості, називається молекулою.

Завдання 3. Розширення твердих тіл при нагріванні.

Обладнання: кулька з кільцем, біметалева пластинка, штатив універсальний, білий екран, спиртівка, сірники, склянка з водою.

На початку досліду показують, що кулька у холодному стані має діаметр, менший від діаметра отвору кільця. Для цього кільце переміщують вгору по стержню штатива так, щоб кулька вільно пройшла через отвір кільця (див. мал. 39).

Потім кільце знову опускають вниз і відводять вбік. Під кулькою розміщують запалену спиртівку і нагрівають її протягом 2-3 хв. Після нагрівання спиртівку виймають, а кільце знову пересувають по стержню вгору і впевнюються, що нагріта кулька не проходить через отвір кільця і застряє у ньому.

Можна також показати, що отвір кільця при нагріванні збільшується, а при охолодженні – зменшується. Для цього кульку і кільце нагрівають одночасно і впевнюються, що кулька вільно проходить через гаряче кільце. Але якщо кільце охолодити водою, то кулька застряє в ньому. Це вказує на те, що отвір кільця при охолодженні зменшується.

Наостанок, можна охолодити кульку, тоді вона знову буде проходити через отвір кільця.

Завдання 4. Дифузія в рідинах і газах.

Обладнання: 2 скляних циліндри діаметром 30 – 35 мм, висотою 250 мм, смужка картону, апарат для отримання водня, шубка з лійкою, затискач, розчин мідного купоросу, білий екран, циліндр пористий для демонстрації дифузії газів, ефір, склянка, сірники.

Перевертають один з циліндрів дном вгору і наповнюють його воднем (мал. 41). Потім прикривають отвір циліндра смужкою картону і, не перевертаючи, встановлюють його на другий циліндр, заповнений повітрям. Обидва циліндри розташовують так, щоб їх краї поєдналися. Після цього, притримуючи верхній циліндр, смужку виймають і дають змогу водню і повітру вільно дифундувати (мал. 42.).

Через декілька хвилин картон знову вставляють між циліндрами. Верхній знімають, а нижній перевертають вверх дном, притримуючи

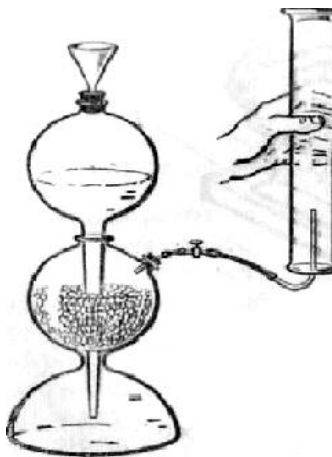


Рис.41. Наповнення циліндра воднем

картон рукою. Потім знімають картон і, не перевертаючи циліндра, підносять до його отвору палаючий сірник. Відбувається легкий спалах зі звуком, який і вказує на наявність гримучого газу в циліндрі, у якому раніше було тільки повітря.

Таким чином, дослід показує, що легший газ, водень, внаслідок дифузії проник з верхньої посудини в нижню.

Потім в скляний циліндр наливають, приблизно до половини, дистильованої води. Опускають в нього до дна трубку з воронкою і через неї наливають в циліндр насичений розчин мідного купоросу (мал. 43).

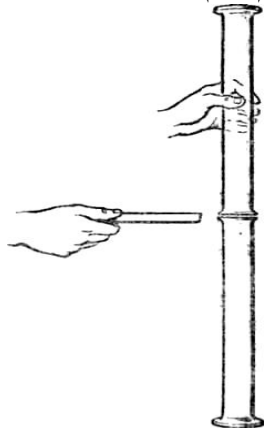


Рис. 42. Розташування циліндрів для демонстрування дифузії води й повітря

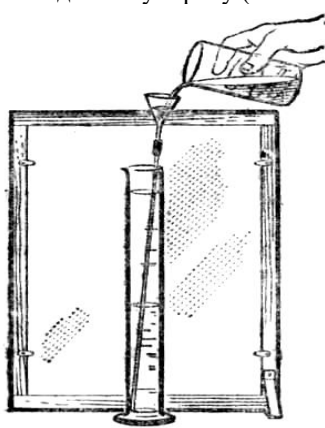


Рис. 43. Наливання розчину мідного купоросу в циліндр з водою

Наливати розчин треба повільно і обережно, щоб не викликати завихрення, а отже, і змішування обох рідин. Крім того, після заповнення циліндра необхідно налити в трубку трохи чистої води, для того, щоб витіснити з неї розчин купоросу. Лише після цього треба обережно вийняти трубку, тоді в циліндрі виходить чітка й різка межа між водою і розчином.

За циліндром розташовують білий екран. Цим значно збільшують видимість різкої межі.

Оскільки дифузія в рідині протікає повільно, то заповнений циліндр залишають на видному місці у спокої на 6-7 днів. Після закінчення цього часу заповнюють інший такий же циліндр, так, як було описано вище, і порівнюють початкову стадію дослідів, де чітко видно різку межу між водою і розчином, і після дифузії, де мідний купорос проник у воду майже по всій її товщині. З дослідів роблять висновок, що ріди-

ни також дифузують, але повільніше, ніж гази. Наостанок, доцільно показати кінофільм «Дифузія» (одна частина, тривалість показу 10-11 хв). У фільмі до листа фільтруючого паперу, змоченого фенолфталеїном, підносять вату, просочену нашатирним спиртом. На листі з'являється темна пляма. Вату прибирають і пляма зникає.

У скляний стакан, перекинутий вверх дном і заповнений воднем, вносять посудину, сполучену з манометром. Тиск у посудині збільшується, що відображається на манометрі. Цей дослід повторюють з вуглекислим газом, і тоді манометр показує зменшення тиску. За допомогою мультиплікації ілюструють проникнення молекул різних газів через пористу перегородку.

Завдання 5. Модель хаотичного руху молекул і броунівського руху.

Обладнання: прилад для демонстрації моделі броунівського руху, проєкційний апарат з пристосуванням для горизонтального проєкування.

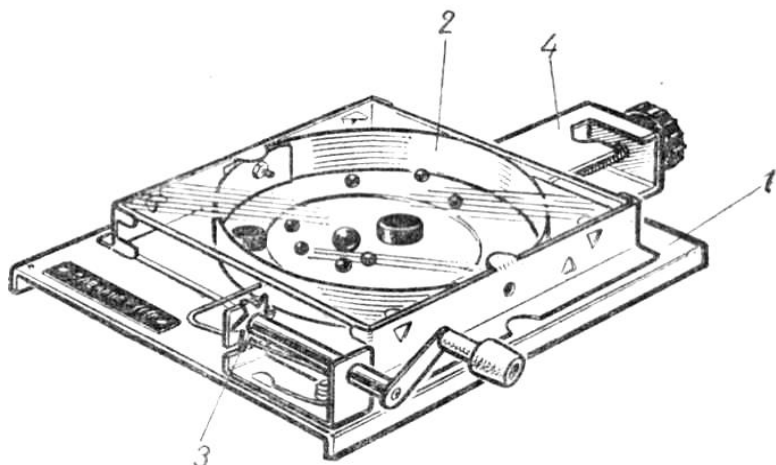


Рис. 44. Прилад для демонстрації моделі броунівського руху:
1 — металева рама; 2 — сталева плоска пружина, 3 — ударний механізм із зубчаткою, ударником і ручкою; 4 — скоба із затискним гвинтом для кріплення приладу на проєкційному апараті.

Відомий шкільний прилад (рис. 44) встановлюють на проєкційний апарат, підготовлений для горизонтального проєкування. Над приладом закріплюють об'єкти з плоским дзеркалом або оборотною призмою. У затемненому класі проєктують прилад на екран і, переміщаючи

об'єктів, досягають повної різкості зображення сталевих кульок і гумового корка, поміщених всередині приладу.

Пояснюють учням склад приладу і те, що він моделює. Кульки зображають молекули, а гумовий корок — маленьку зважену частинку в рідині або газі, невидиму неозброєним оком, але видиму в мікроскоп.

При поясненні конструкції приладу корисно кілька разів клацанням ввести в дію пружину і показати, як відскакують від неї окремі кульки.

Обертаючи ручку ударного механізму, приводять в хаотичний рух кульки і спостерігають, як унаслідок зіткнень з кульками приходить в деякий безладний рух і гумовий корок. Він переміщується внаслідок невірноваженого бомбардування кульками.

Пояснюють, що переміщення гумового корка моделює спостережуване в мікроскопі переміщення зваженої частинки, тобто броунівський рух. Цей рух послужив дуже важливим дослідним підтвердженням хаотичного руху молекул.

Завдання 6. Зчеплення свинцевих циліндрів.

Обладнання: пара свинцевих циліндрів, набір гир, штатив універсальний, прилад для зачистки основи циліндрів, протівіс з піском.

Перед демонстрацією досліду поверхні основи свинцевих циліндрів ретельно вирівнюють і зачищають до блиску. Це необхідно для того, щоб забезпечити зчеплення між великим числом точок.

Прилад для зачистки циліндрів (рис.45) складається з основної частини, у вигляді невеликого круглого стержня на пластинці з ножом, вправленим в торець стержня, а також із трубки з розрізом і двома боковими вирізами. Трубка вільно надягається на стержень підстави.

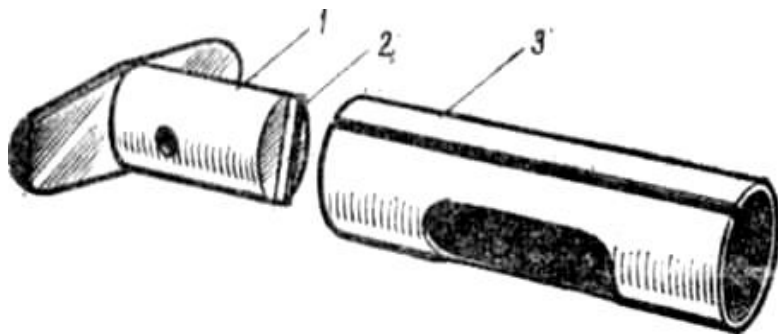


Рис.45. Деталі приладу для зачистки свинцевих циліндрів:
1 – основна частина, 2 – ніж, 3 – трубка.



Рис.46. Свинцевий циліндр в приладі для зачистки

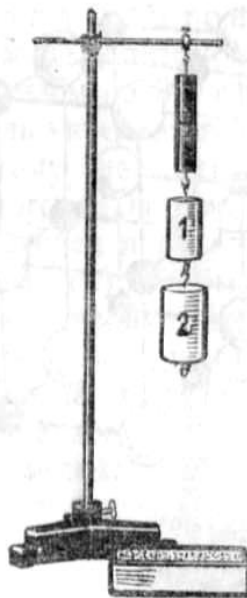


Рис.47. Молекулярне зчеплення

Підготовлені циліндри беруть в руки і сильно притискають один до одного поверхнями основ. При цьому для кращого зчеплення циліндри злегка зрушують відносно один одного.

Після цього зчеплені циліндри підвішують за гачок до горизонтального стержня штатива і поступово навантажують гирями (рис.46).

Дослід показує, що між молекулами твердого тіла може бути частково відновлене молекулярне зчеплення, якщо частини твердого тіла підвести один до одного на відстані, близькій до розмірів межмолекулярного простору.

Завдання 7. Зменшення об'єму при змішуванні води і солі, води і спирту.

Обладнання: Скляні пробірки діаметром 12-14 мм і довжиною близько 80 см, гумовий корок, стакани хімічні, пофарбована вода, спирт, сіль.

1. Беруть дві пробірки: одна до половини наповнена водою, друга до половини наповнена піском (сіллю). Воду виливають у пробірку з

піском (сіллю) і старанно збовтують. Об'єм суміші води і піску (солі) в пробірці після цього буде менший суми об'ємів води і піску (солі) окремо.

2. Довгу скляну трубку до половини наповнюють водою, а потім зверху наливають підфарбований спирт. Відмічають початковий рівень, потім старанно збовтують. Об'єм суміші зменшується.



Рис.48. Пробірка з водою і спиртом до (а) і після (б) змішування.

6. Фізичний практикум до теми «Світлові явища».

Завдання 1. Одержання тіні й напівтіні.

Обладнання: освітлювач для тіньової проєкції, патрон комбінований з автомобільною лампою А6-21, лампа електрична з матовим світлом, випрямляч ВС4-12, вимикач, з'єднувальні провідники, екран настільний, штатив, диск картонний діаметром 80 мм на підставці, теллурій.

Збирають установку згідно малюнку:

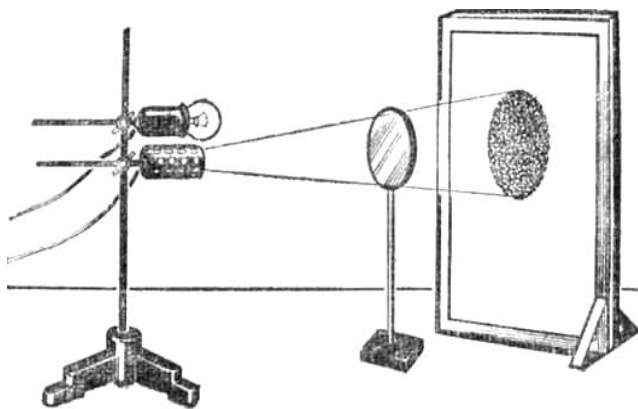


Рис.49. Демонстрація тіні від диска за допомогою точкового джерела світла

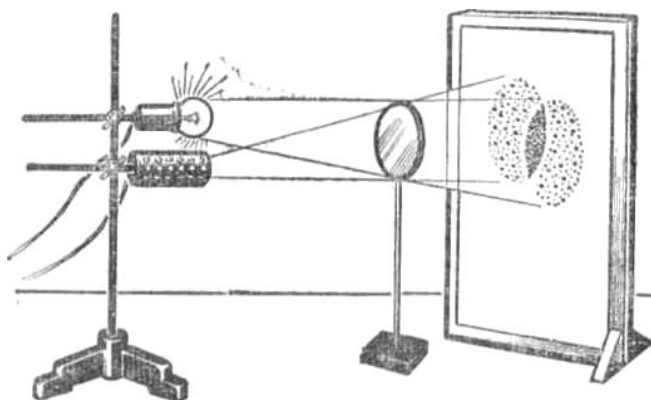


Рис.50. Демонстрація тіні й напівтіні за допомогою точкового джерела світла

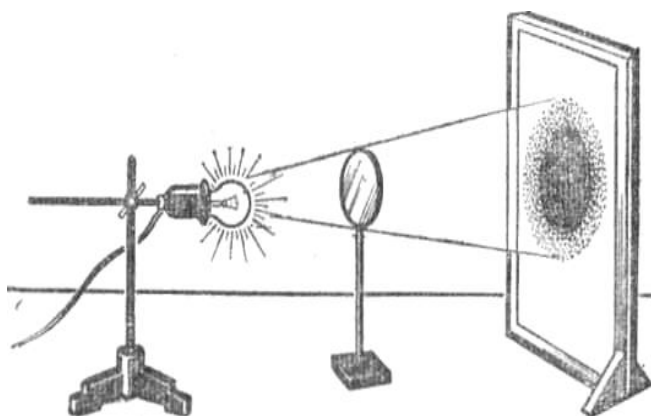


Рис.51. Демонстрація тіні й напівтіні від диска за допомогою електричної лампи.

На штативі закріплюють на деякій відстані один від одного освітлювач для тіньової проєкції і патрон з автомобільною лампою напругою 6 В. Обидві лампочки вмикають паралельно до випрямляча напругою 6 В. У кожне коло приєднують вимикач. На відстані 1-1,2 м від ламп розташовують екран, а перед ним – картонний диск на дротяній ніжці. Затемняють клас і починають демонстрацію.

Спочатку вмикають одну із ламп, направляють світло від неї на екран і проєктують на нього тінь від картонного диска.

Показують, що, якщо джерело світла точкове, то внаслідок прямолінійного поширення світла, форма тіні повторює форму диска (якщо площина диска паралельна екрану); розмір тіні тим більший, чим ближче диск до джерела світла; тінь має чіткі межі.

Після цього вмикають другу лампу. На екрані отримують тінь і дві напівтіні. Далі вмикають по чергово то одну, то другу лампу, а потім обидві одночасно. У результаті впевнюються, що тінь на екрані утворюється в тому місці, куди не падає світло від жодної з ламп, а напівтінь – це те місце, куди падає світло лише від однієї лампи.

Очевидно, що на освітлену частину екрана падає світло від обох ламп.

Наближаючи одна до одної лампи, показують, що область повної тіні збільшується, а область напівтіней зменшується. Потім віддаляють лампи одну від одної і спостерігають, що область повної тіні зменшується, а область напівтіней збільшується.

Після цього поступово змінюють положення диска і знову спостерігають за зміною областей тіні і напівтіней.

При наближенні диска до ламп розмір тіні зменшується, а розмір напівтіней збільшується. Починаючи з деякої відстані, тінь зникає зовсім і на екрані залишаються тільки дві круглі напівтіні, розміри яких збільшуються з наближенням диска до ламп.

При поясненні утворення тіні й півтіні досить корисною може виявитися демонстрація з використанням саморобного 4-точкового джерела світла (рис.51).

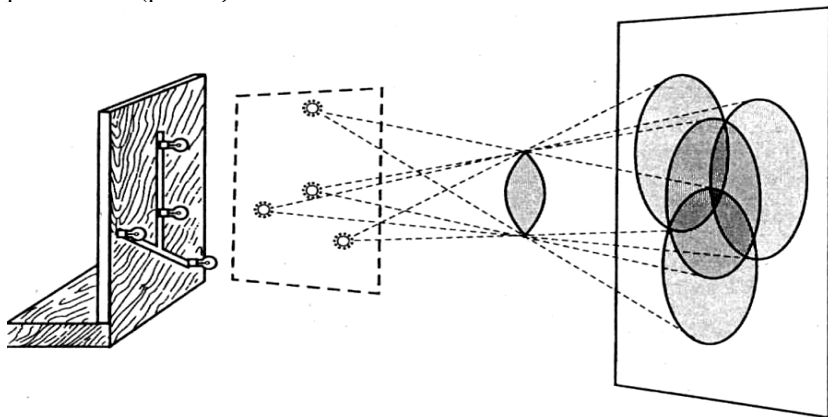


Рис.51. 4-точкове джерело світла

Точковими джерелами тут можуть бути лампочки для кишенькового ліхтарика. При використанні такого джерела світла лампочки вмикають у будь-якому порядку одна за одною і показують утворення напівтіней різної інтенсивності. Потім пропонується здійснити уявний експеримент, уявивши джерело світла з необмеженим числом лампочок. Учні повинні дійти висновку, що в такому випадку перехід від області повної тіні до області повного світла буде плавним, без градацій.

Завдання 2. Одержання зображення предмета за допомогою малого отвору.

Обладнання: оптична лава, ФОС-15, ліхтар, непрозорий екран.

Для одержання зображення предмета за допомогою малого отвору рекомендується використати проєкційний апарат (ліхтар на оптичній лаві, ФОС-115). Предметом служить розпечена нитка розжарення увімкненої лампи апарата. Лампа закрита кожухом. У ліхтаря видаляють всю оптичну начинку, тобто конденсор і об'єктив. Вихідний отвір ліхтаря закривають непрозорим екраном, у якому є група отворів різного діаметра. Потім світлу дають можливість послідовно проходити через зазначені отвори, починаючи з найбільшого й далі в міру зменшення їхнього діаметра, щораз спостерігаючи одержувану картину на екрані. Відзначають, що в міру зменшення діаметра діафрагми росте різкість зображення на тлі зменшення його яскравості. Відзначають також, що одержуване зображення подібне до нитки розжарення лампи з тією лише різницею, що зображення стосовно оригіналу перевернене.

Потім дослід повторюють, пропускаючи світло одночасно через кілька отворів різної форми, але з одним характерним розміром ($d = 1—2$ мм). Отвори проколюють в екрані з фольги, який розташовують поблизу отвору ліхтаря. На екрані спостерігають перевернене зображення нитки розжарення лампи за числом отворів. Переконаються, що форма отвору, на відміну від його розмірів, ніяк не позначається на якості одержуваного зображення.

Примітка. Досліди за спостереженням тіні й півтіні поряд з дослідом з одержання зображень за допомогою малого отвору розглядаються не самі по собі, а в контексті вивчення прямолінійності поширення світла як непрямого підтвердження досліджуваної закономірності.

Завдання 3. Удосконалений прилад з геометричної оптики.

Обладнання: удосконалений прилад для геометричної оптики.

Загальний вигляд удосконаленого приладу з геометричної оптики (УПГО), що дозволяє упредметнити ідеальну модель світної точки й

вихідного з неї гомоцентричного пучка світла, представлений на рис. 52. Прилад дозволяє візуалізувати проходження гомоцентричного світлового пучка від джерела світла до його приймача через різні оптичні елементи і їхні найпростіші комбінації.

В основу роботи приладу покладений відомий прийом виявлення шляху світлового пучка, коли під досить малим кутом до нього розташовується плоский білий екран. Тоді пучок світла на своєму шляху засвічує частину екрана, ясно видиму в затемненому приміщенні. Засвічена частина екрана являє собою поздовжній переріз світлового пучка. Роль площини, що розсікає пучок уздовж напрямку поширення, виконує дошка-екран. (Зазначимо, екран розсікає пучок не точно по його осі, а, як ми вже відзначали, під невеликим кутом до неї.) Такий же прийом візуалізації світлового пучка використовується й у типовому приладі. У чому ж полягає відмінність між новим приладом і його попередниками? Вона полягає насамперед у різній ролі освітлювачів. У типовому приладі освітлювач, винесений за межі робочої частини приладу, формує вузькі пучки світла – «промені», які в подальших міркуваннях розглядаються безвідносно до джерела, з якого вони виходять. Освітлювач тут відіграє допоміжну роль, у схему дослідів він не входить і з розгляду виключається.

У пропонованому приладі освітлювач розташовується безпосередньо на поверхні дошки-екрана й формує розбіжний пучок світла регульованого кута розчину. Різкі (без півтіней) межі пучка свідчать про те, що пучок випромінюється точковим джерелом світла. В експерименті бажана «точковість» досягається лише в тому випадку, якщо в освітлювачі використовується лампочка із прямою ниткою розжарення, до того ж ця нитка зорієнтована перпендикулярно до дошки-екрана. Лампочка освітлювача в цьому випадку виступає як модель точкового джерела світла або точки предмета, що світиться власним чи відбитим світлом.

Наявність у приладі двох таких освітлювачів дозволяє моделювати протяжне джерело світла або просто предмет заданням двох крайніх (верхньої і нижньої) точок цього джерела або предмета.

Пропонований спосіб моделювання світної точки й вихідного з неї гомоцентричного пучка світла адекватно відбиває характерні риси відповідної ідеальної моделі, забезпечуючи, таким чином, можливість конкретної реалізації методично виправданого модельного підходу до викладання основ геометричної оптики.

У пропонованому приладі для постановки дослідів використовують такі ж оптичні елементи, як і в наборі, прикладеному до типового приладу з геометричної оптики (рис.52).

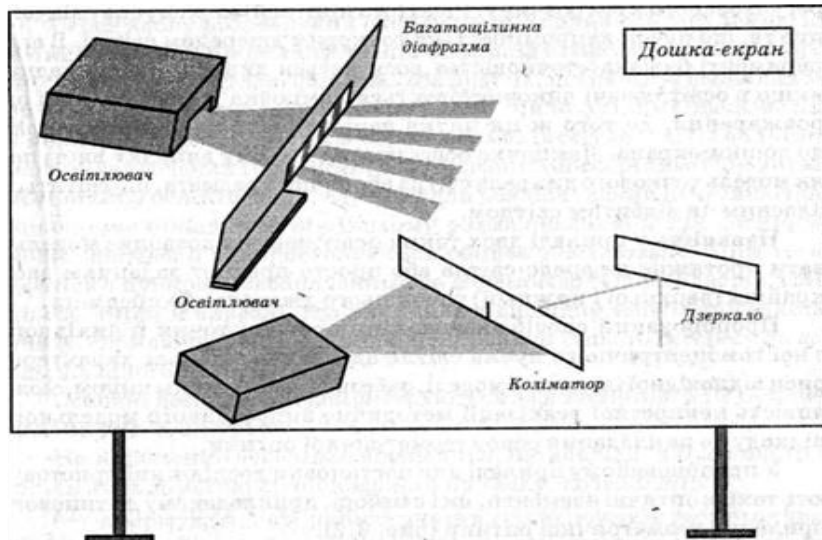


Рис.52. Загальний вигляд удосконаленого приладу з геометричної оптики (УПГО)

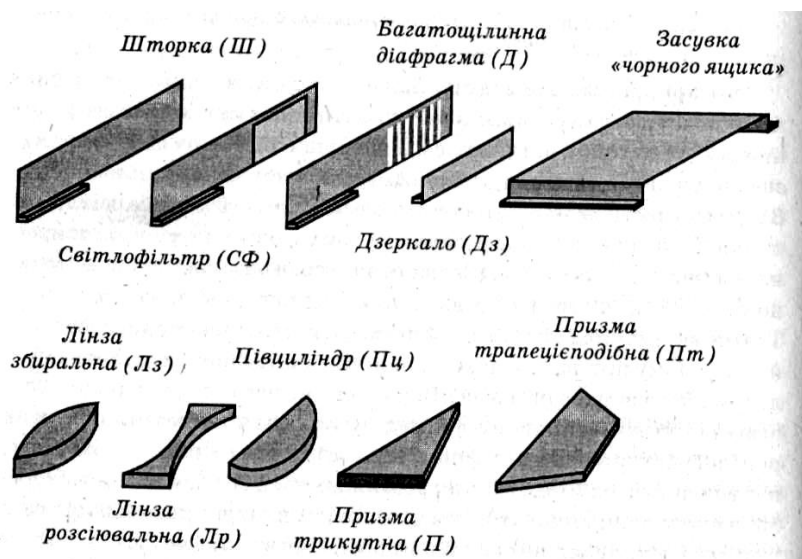


Рис.53. Набір оптичних елементів до УПГО

Серед знову розроблених елементів, що сприяють виділенню істотних відносин у розглянутих явищах, слід зазначити багатошліпінну діафрагму й світлові фільтри. Світлофільтри, наприклад зелений і червоний, розташовані безпосередньо біля вихідного отвору освітлювачів, служать для розцвічування пучків світла, що сприяє більш чіткому їхньому розмежуванню в тих дослідах, коли одночасно використовуються обидва освітлювачі. Крім того, досліди з пучками, забарвленими за допомогою світлофільтрів, самі по собі гарні й виразні, що викликає відповідну емоційну реакцію учнів, сприяючи, зокрема, появі й підтримці їхнього інтересу до досліджуваного матеріалу.

На закінчення необхідно відзначити, що досліди, які демонструються за допомогою пропонованого приладу, дозволяють:

- сформувати у свідомості учнів вихідні поняття геометричної оптики: джерело світла, світна точка, точкове джерело світла, пучок світла, промінь світла, оптичне зображення;
- проілюструвати закон прямолінійності поширення світла в однорідному середовищі, закони відбивання й заломлення світла на межі поділу двох середовищ;
- досліджувати особливості проходження світлових пучків через різні оптичні елементи;
- виявляти умови формування оптичного зображення об'єкта як сукупності зображень окремих його точок;
- пояснити устрій і принцип дії ряду оптичних приладів, у тому числі фотоапарата, вивчення якого передбачено програмою;
- складати й розв'язувати як текстові, так і експериментальні завдання, у тому числі й типу «чорний ящик».

Примітка. Реалізований у пропонованому приладі спосіб моделювання світної точки й вихідного з неї гомоцентричного пучка світла може бути покладений в основу фронтального лабораторного експерименту. Освітлювач і необхідні в конкретному досліді оптичні елементи розташовуються в цьому випадку на аркуші паперу, що служить екраном.

Завдання 4. Залежність освітленості від кута падіння пучка світла.

Обладнання: фотоелемент селеновий, гальванометр демонстраційний, диск оптичний, батарея акумуляторів 3-НКН-10 – 2 шт., штатив універсальний.

Для демонстрації досліду збирають установку згідно з рисунком 54. Спочатку з освітлювача оптичного диска виймають коробку зі щільними діафрагмами і плоскими дзеркалами; лампу під'єднують до бата-

реї акумуляторів і, пересуваючи її вздовж корпусу освітлювача, добиваються отримання паралельного пучка світла. Потім регулюють положення освітлювача відносно оптичного диска так, щоб на поверхні диска вийшла світла смужка однакової ширини, що проходить через центр при будь-якому положенні освітлювача. Після цього біля центру диска встановлюють горизонтально-селеновий фотоелемент, з'єднаний з демонстраційним гальванометром. Затемняють клас і приступають до демонстрації досліду.

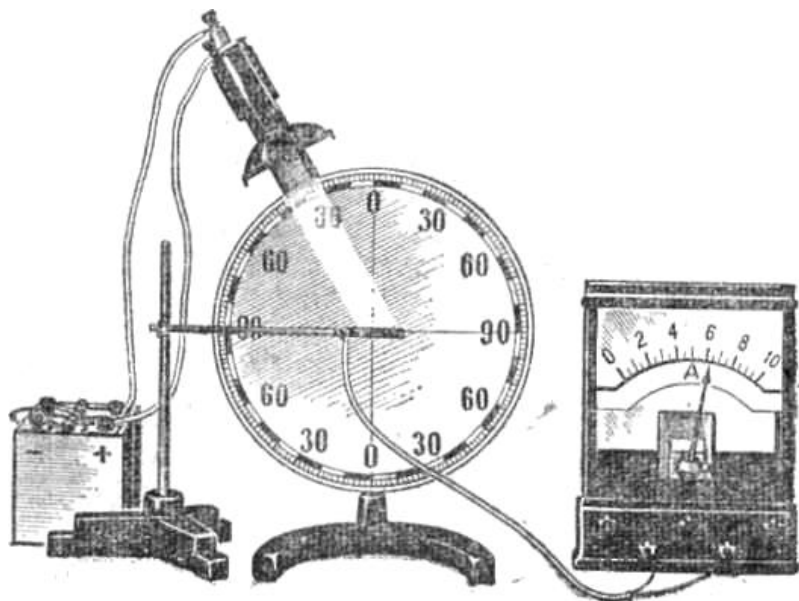


Рис.54. Демонстрація залежності освітлення від кута падіння променя

Спочатку записують величину струму, що відповідає найбільшій освітленості фотоелемента. Після цього, повільно повертаючи освітлювач навколо горизонтальної осі, змінюють кілька разів кут падіння пучка світла на поверхню фотоелемента (α) і записують покази гальванометра (величину струму I) в таблицю.

Для з'ясування закономірності початкову величину струму I_0 (кут $\alpha = 0^\circ$) послідовно множать на косинуси кутів падіння пучка світла і результати записують у таблицю. Звертають увагу учнів на те, що отримані числа збігаються (в межах похибки вимірювань) з величинами струмів, відмічених гальванометром для цих кутів.

Лабораторний практикум з методики навчання фізики.
Частина 1. Фізичний експеримент в контексті НУШ

Таблиця 1

Кут падіння пучка світла α (у градусах)	Величина струму I (число поділок шкали)	$\alpha_0 \cos \alpha$
0	15	15
15	14,4	14,5
30	12,8	13,0
45	10,5	10,6
60	7,6	7,5

Очевидно, в цьому досліді можна скористатися оптичним диском колишньої конструкції. У цьому випадку фотоелемент треба укріпити на відстані 5-6 см від поверхні шайби, щоб він при освітленні не затмарювався ширмою.

Кріплення фотоелемента можна виготовити за допомогою металевої пластинки Г-подібної форми, один кінець якої затискають під клеми фотоелемента, а інший – під гвинт диска (рис.55). З ширми виймають одну середню вставку.

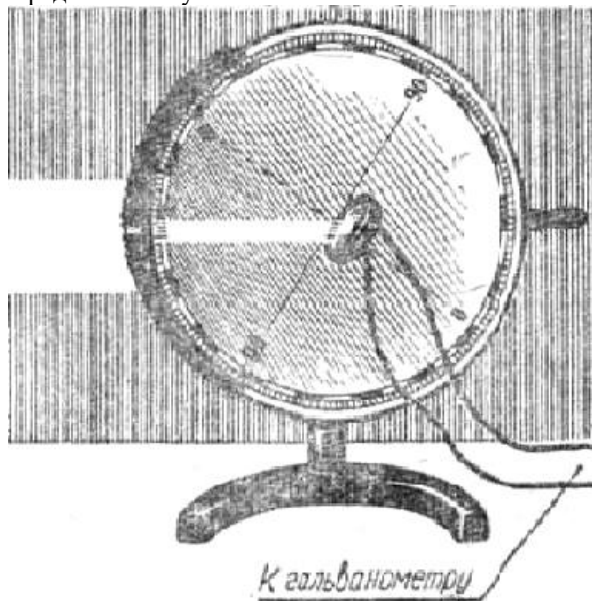


Рис.55. Оптичний диск з фотоелементом

Підготовлений таким чином прилад вносять до паралельного пучка світла, одержаний від проєкційного апарату з однією лінзою конденсора. Як джерело світла беруть лампу А6-21.

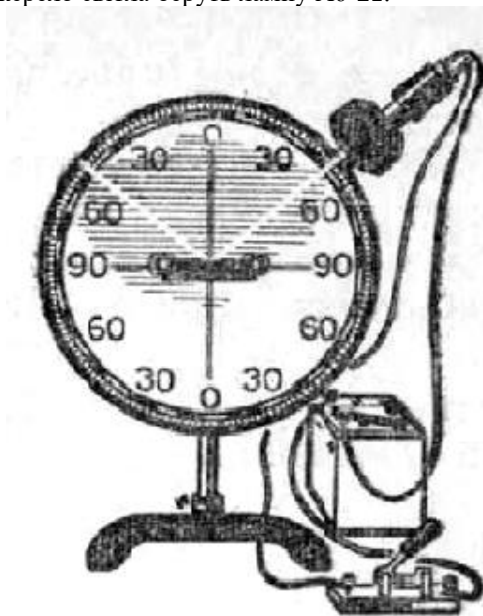


Рис.56. Демонстрація дзеркального відбивання світла

Потім, піднімаючи або опускаючи диск і повертаючи прилад навколо вертикальної осі, добиваються повної і рівномірної освітленості фотоелемента й чіткого сліду світлового пучка на диску.

Завдання 5. Закони відбивання світла.

Обладнання: оптичний диск, випрямляч, ключ однополюсний, з'єднувальні провідники, аркуш білого паперу 160*220, плоске дзеркало.

Установку складають за малюнком. У центрі закріплюють дзеркало так, щоб його відбиваюча поверхня співпадала з діаметром диску, що проходить через поділки 90°-90°. Лампочку освітлювача приєднують з ключем до джерела живлення (напруга 6 В). Затемнюють приміщення, перевіряють наявність сфокусованого світлового променя і приступають до демонстрації.

Лабораторний практикум з методики навчання фізики.
Частина 1. Фізичний експеримент в контексті НУШ

Освітлювач встановлюють у правій верхній частині диску під будь-яким кутом і спостерігають падаючий і відбитий промені світла.

Для встановлення законів відбивання світла послідовно змінюють напрямок падаючого променя і через кожні 10° - 20° вимірюють кути падіння і відбивання, відраховуючи їх по поділках диску від верхнього кінця нульового діаметра. Результати вимірювань записують на дошці. Звертають увагу учнів на рівність цих кутів.

Потім показують, що обидва промені лежать в одній площині. Для цього аркушем паперу закривають ту частину диску, по якій проходить відбитий промінь. Якщо папір щільно притиснути до диску, то на ньому видно весь відбитий промінь. Якщо аркуш трохи повернути навколо діаметра диску з поділками 0° - 0° , як показано на рис.57, то на папері буде видно тільки початок відбитого променя.

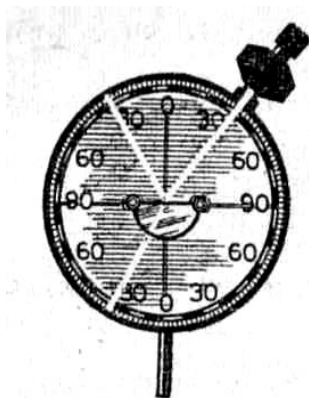


Рис. 57а. Демонстрація заломлення і відбивання променя на межі 2-х середовищ

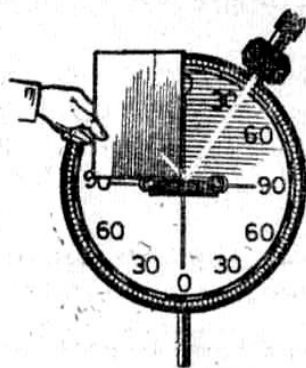


Рис. 57б. Демонстрація законів відбивання світла

Завдання 6. Зображення у плоскому дзеркалі.

Обладнання: плоске дзеркало розміром 250×350 мм, плоске скло розміром 250×350 см, штатив універсальний, дві свічки однакового розміру, настільний екран, демонстраційний метр, сірники.

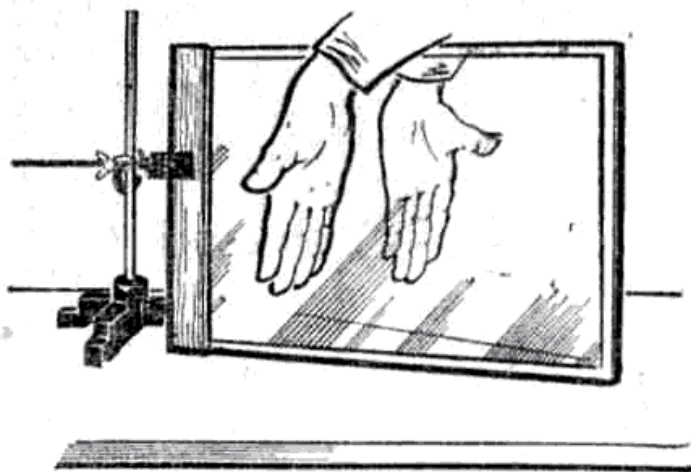


Рис.58. Зображення правої руки в плоскому дзеркалі

Плоске дзеркало закріплюють вертикально в лапці штативу і розташовують під кутом $20-30^\circ$ до краю демонстраційного столу. До дзеркала підносять праву руку з відігнутим в бік великим пальцем. Змінюють положення руки відносно дзеркала і спостерігають її уявне зображення.

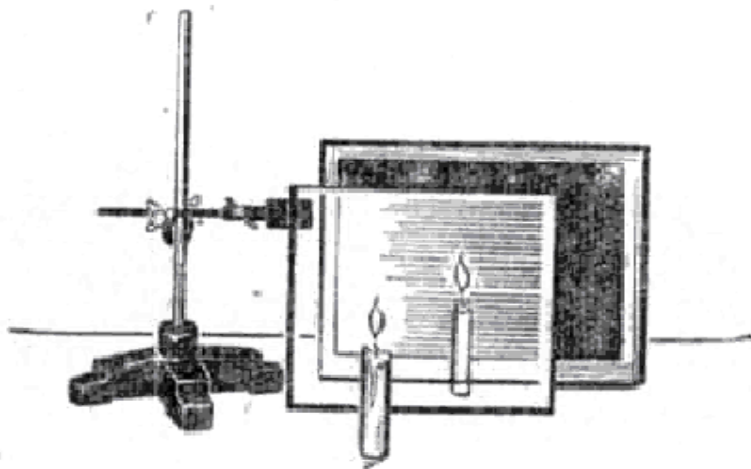


Рис.59. Демонстрація відображення свічки в плоскому дзеркалі

Права рука у дзеркалі здається лівою. Для того, щоб з'ясувати відстань, на якій розташовується уявне зображення, у лапці штативу замість дзеркала закріплюють плоске скло і встановлюють його вертикально. Позаду за склом встановлюють чорний екран. Перед склом і за ним (між склом і екраном) встановлюють однакові свічки, їх положення регулюють так, щоб зображення передньої свічки, яке видно у склі, збігалось зі свічкою, яка розташована за склом. У цьому випадку друга свічка буде знаходитися точно у місці уявного дзеркального зображення першої.

Запалюють свічку, розташовану перед склом, і при цьому створюється враження, що і друга свічка запалена.

Після цього дещо змінюють положення задньої свічки. Ілюзія її горіння зникає, тому що уявне зображення свічки, що горить, яке видно у склі, як у дзеркалі, тепер не співпадає зі свічкою, розташованою за склом.

Використовуючи цей ефект, знаходять положення уявного зображення свічки за склом. Для цього суміщають знову свічку за склом із зображенням передньої і за допомогою демонстраційної лінійки вимірюють відстань кожної свічки до скла. Впевнюються, що уявне зображення за дзеркалом на такій же відстані, на якій свічка розташована перед дзеркалом.

Завдання 7. Закони заломлення світла.

Обладнання: оптичний диск із скляним напівциліндром.

Скляний напівциліндр закріплюють в центрі оптичного диску так, щоб плоска грань скла співпадала з діаметром диску 90° - 90° .

Добиваються чіткого зображення світлового променя на поверхні диску і всередині скла.

Демонструють заломлення світла при переході із повітря у скло. Спочатку показують, що промінь світла, який падає перпендикулярно на плоску грань скла проходить напівциліндр без зміни свого початкового напрямку. Потім освітлювач повертають на деякий кут і спостерігають у точці падіння роздвоєння падаючого променя: частина світла відбивається від скла і йде у повітря під кутом, який дорівнює куту падіння, друга частина проходить із повітря у скло.

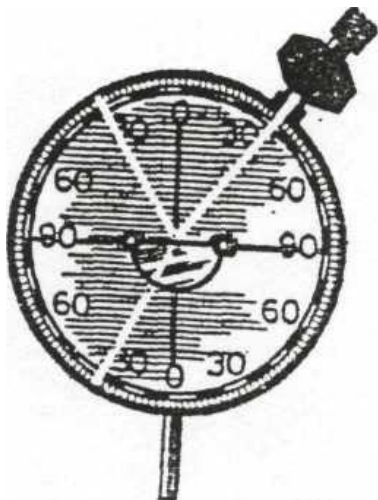


Рис.60. Демонстрація заломлення світла

Звертають увагу учнів на те, що заломлений промінь проходить по радіусу всередині напівциліндра, тому він виходить із скла без зміни свого напрямку.

Змінюючи кут падіння, демонструють, що відповідно змінюється і кут заломлення, але останній залишається завжди менше кута падіння. У міру того, як кут падіння наближається до 90° кут заломлення збігується до максимального значення 42° .

При збільшенні кута падіння помітно зростає яскравість відбитого променя, а заломленого відповідно зменшується. При цьому спостерігається також збільшення ширини заломленого променя, в той час як у відбитого променя вона залишається постійною.

Для встановлення закону заломлення через кожні 10° - 20° вимірюють кут падіння (α) і кут заломлення (γ). Результати вимірювань записують у таблицю, в яку додатково заносять числові значення синусів кутів і їх відношення.

Для демонстрації заломлення світла при переході із середовища оптично більш густого в середовище з меншою густиною, повертають напівциліндр випуклістю вгору так, щоб падаючий промінь падав на вершину випуклості (тобто промінь по нульовому діаметру диска). У цьому випадку промінь проходить напівциліндр без заломлення.

Переміщують освітлювач так, щоб промінь падав під деяким кутом. Звертають увагу на те, що промінь при входженні у скло з відомої причини не заломлюється, а при виході із скла відхиляється від почат-

Лабораторний практикум з методики навчання фізики.
Частина 1. Фізичний експеримент в контексті НУШ

кового напрямку, причому кут заломлення стає більшим від кута падіння.

Збільшують кут падіння до тих пір, поки кут заломлення не наблизиться до 90° , але так, щоб не наступило повне внутрішнє відбивання. Одночасно з заломленим променем спостерігають відбитий – він буде тим інтенсивніший, чим більший кут падіння. Інтенсивність заломленого променя відповідно буде слабнути.

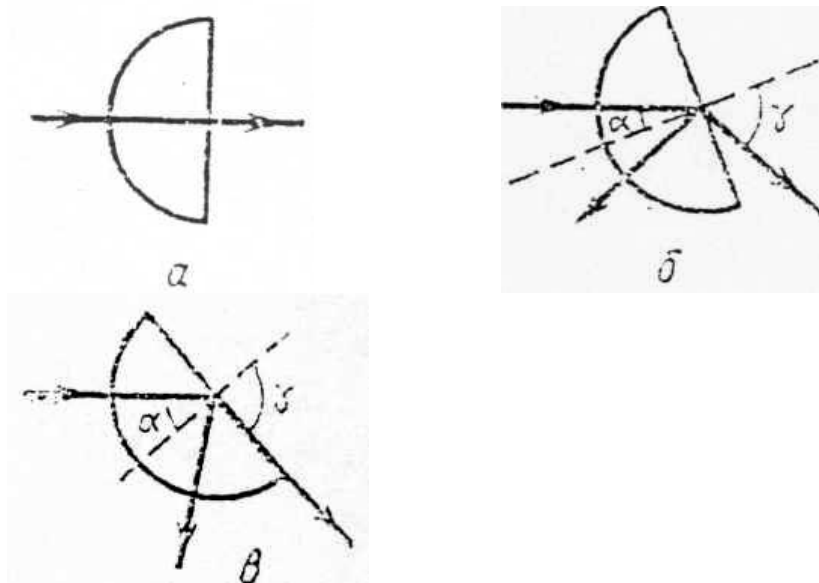


Рис.61. Заломлення і відбивання світлового пучка при переході із скла в повітря

На основі результатів обох дослідів формують закони заломлення світла, встановлюють властивість зворотності світлових променів при відбиванні і заломленні та взаємний зв'язок між відносними пока-

зниками заломлення скла і повітря, а саме $n_1 = \frac{1}{n_2}$, або $n_1 \cdot n_2 = 1$

Далі треба зауважити, що закони відбивання і заломлення світла справедливі тільки у тому випадку, якщо поверхня розподілу двох середовищ значно перевищує довжину хвилі світла. В протилежному випадку починають проявлятися хвильові властивості світла і встанов-

лені закони порушуються. Крім того, закони заломлення справедливі тільки для монохроматичного світла.

Завдання 8. Отримання зображень за допомогою лінз.

Обладнання: збірна та розсіювальна лінзи з набору лінз та дзеркал, освітлювач від проєкційного ліхтаря, екран, лінійка.

Освітлювач проєкційного ліхтаря, лінзу і екран розташовують на демонстраційному столі згідно з малюнком:

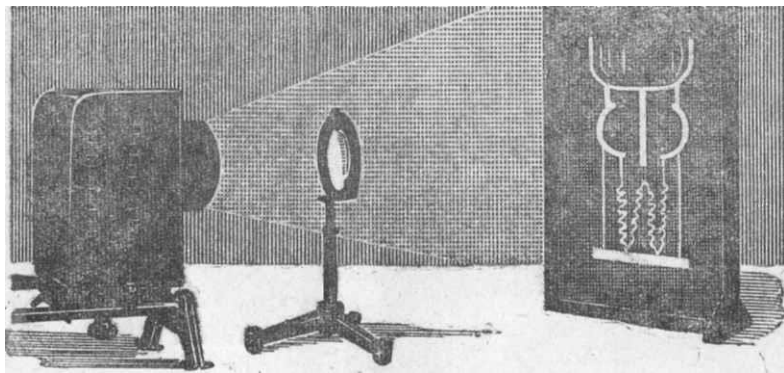


Рис.62. Демонстрація зображення нитки розжарення лампи за допомогою збиральної лінзи

Лінзу встановлюють на такій відстані від лампи, щоб за нею отримати паралельний пучок світла. Відкривають корпус освітлювача і за допомогою лінійки вимірюють відстань між лінзою і ниткою лампи, тобто фокусну відстань лінзи. Після цього демонструють такі випадки отримання зображень:

1. Лампу відсовують на якомога більшу відстань від лінзи, що відповідає випадку, коли предмет знаходиться за подвійною фокусною відстанню. Переміщують екран і отримують зменшене, обернене, дійсне зображення нитки розжарення. Здалеку воно здається точкою, яка світиться. Лінійкою вимірюють відстань від лінзи до зображення. Виявляється, що зображення розташоване приблизно в головній фокальній площині лінзи.

2. Лампу наближають до лінзи на відстань, трохи більшу за подвійну фокусну. Для одержання чіткого зображення екран треба перемістити далі від лінзи. Зображення отримують знову дійсне, обернене і зменшене.

3. Встановлюють лампу на подвійній фокусній відстані від лінзи. Віддаляючи ще далі екран, отримують дійсне, обернене зображення, однакове по величині з предметом (ниткою розжарення). Знову вимірюють відстань від лінзи до екрану і впевнюються, що воно дорівнює подвійній фокусній відстані лінзи.

4. Лампу розташовують між подвійною фокусною відстанню і фокусною відстанню лінзи. Добиваються чіткого дійсного зображення на екрані. Воно отримується оберненим, збільшеним і знаходиться за подвійною фокусною відстанню.

Демонструють, що, чим ближче лампа знаходиться до фокусу лінзи, тим зображення більше і знаходиться далі від лінзи.

При дуже великих розмірах зображення його проєктують прямо на стінку чи проєкційний екран.

5. Встановлюють лампу в головному фокусі лінзи. Переміщуючи екран, впевнюються у тому, що дійсне зображення не одержується ні в якому положенні: світло після лінзи розповсюджується паралельним пучком.

6. Наостанок, розміщують лампу перед лінзою на відстані, меншій від фокусної. Демонструють, що у цьому випадку отримати дійсне зображення неможливо, тому що після лінзи пучок світла стає розбіжним.

Щоб побачити уявне зображення, лампу з лінзою повертають до учнів і пропонують їм подивитися на лампу через лінзу. При цьому зменшують розжарення нитки лампи, щоб не засліплювати очі. Зображення здається прямим і збільшеним. Наближаючи лінзу до лампи, а потім віддаляючи її, демонструють, що у першому випадку зображення зменшується, а у другому – збільшується.

Збірну лінзу замінюють розсіювальною і впевнюються у тому, що при будь-якому положенні лампи розсіювальна лінза дає уявне, пряме, зменшене зображення, яке знаходиться з того боку, що і предмет.

Завдання 9. Принцип дії фотоапарата.

Обладнання: фотоапарат, лінза опукла на підставці (від конденсатора проєкційного ліхтаря), проєкційний ліхтар, напівпрозорий екран, дискова діафрагма.

За демонстраційний стіл садять учня і освітлюють його лице світлом від проєкційного ліхтаря. Перед ним на столі встановлюють лінзу на підставці і напівпрозорий екран, який виконує роль матового скла у фотоапараті. Лінзу повертають так, щоб її оптична вісь була напрямлена на «об'єкт фотографування». Переміщаючи лінзу відносно екрану, добиваються чіткого, дійсного і оберненого зображення обличчя

учня. Лінзу закривають дисковою діафрагмою, яка буде виконувати роль діафрагми у фотоапараті. Спостерігають зменшення освітленості і збільшення глибини чіткості зображення. Закриваючи і відкриваючи лінзу, демонструють експозицію під час фотографування:

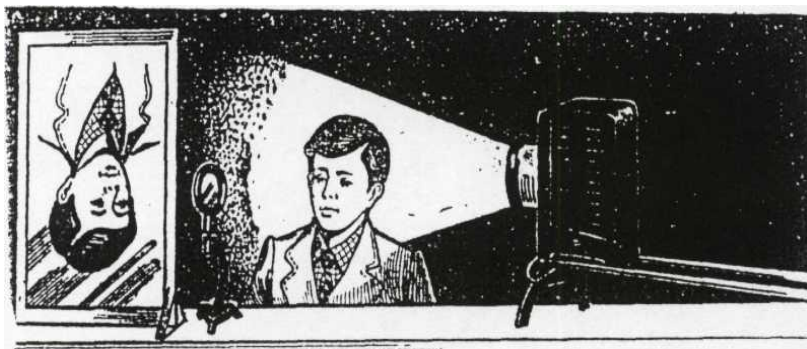


Рис.63. Демонстрація принципу дії фотоапарата

Знайомлять учнів з будовою фотоапарату, порівнюючи принцип його дії з попередньою установкою.

Завдання 10. Око як оптичний прилад.

Обладнання: модель ока, таблиця «Переріз ока», проєкційний ліхтар, збірна та розсіювальна лінзи, колба з водою.

Розкладають модель ока на окремі деталі і, показуючи учням, пояснюють їх будову та призначення. Після цього показують навчальну таблицю, на якій представлено розміщення всіх деталей ока в цілому.

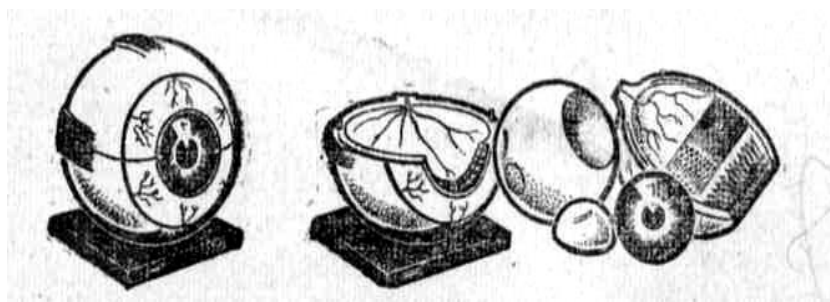


Рис.64. Розбірна модель ока

Під час пояснення будови і дії ока використовують аналогію. Звертають увагу учнів на те, що оболонку ока можна порівняти з камерою фотоапарата, кришталик – з об'єктивом, сітківку – зі світлочутливою пластинкою (плівкою), зрачок – з діафрагмою.

У фотоапараті для отримання чіткого зображення різновіддалених предметів змінюють положення об'єктиву відносно фотопластинки. В оці ж відстань між кришталиком і сітківкою не змінюється, але за допомогою особливих м'язів змінюється фокусна відстань кришталика (акомодація) – він то стискається, то витягується. Завдяки цьому зображення предметів, що знаходяться на різних відстанях, завжди отримується на сітківці.

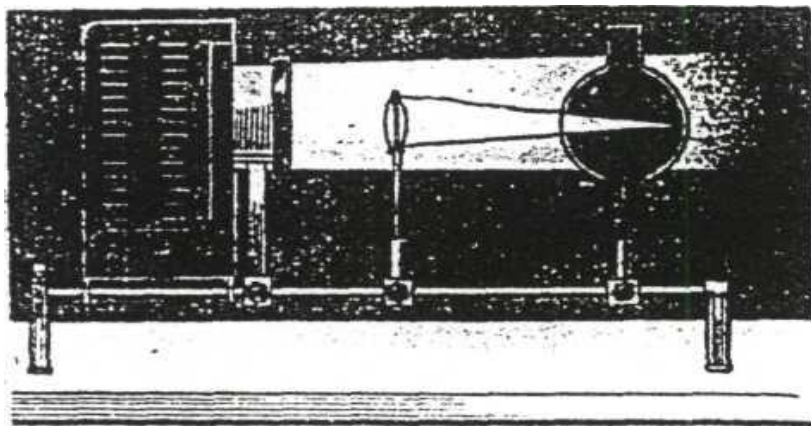


Рис.65. Демонстрація ходу світлового пучка в моделі ока

Зазначають, що у нормального ока є межа акомодації. Нормальне око добре бачить предмети, які знаходяться на відстанях 15 см і більше, причому 25 см вважають відстанню найкращого зору.

У пошкодженого ока кришталик не може акомодувати у вказаних межах. Порушений зір виправляють окулярами.

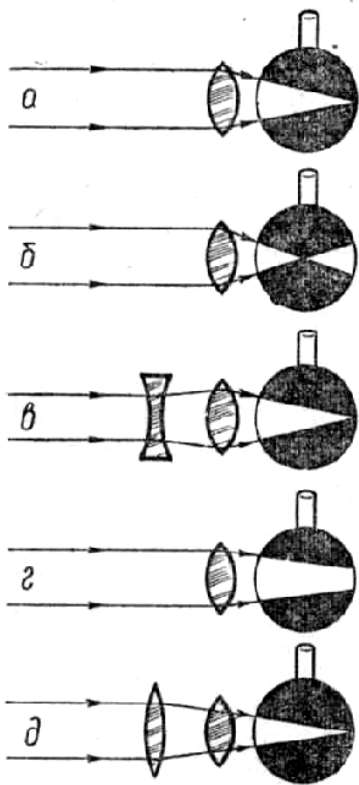


Рис.66. Хід пучка світла в нормальному (а), близькозорому (б,в) і далекозорому (г,д) оці.

Для демонстрації ходу світлового променя в оці збирають установку за рисунком 66:

На оптичній лаві встановлюють освітлювач проєкційного ліхтаря, однолінзовий конденсатор, збірну лінзу на підставці і круглу колбу з водою на підйомному столику. Конденсор розташовують так, щоб пучок, який виходить із освітлювача був паралельним. У воду додають трохи флуоресцеїну, щоб було краще видно слід світлового пучка всередині колби.

Спочатку показують хід світлового пучка у нормальному оці. Для цього лінзу, яка виконує роль кришталіка, розміщують перед колбою так, щоб світловий пучок сходився на протилежній стінці колби, що виконує роль сітківки ока.

Потім демонструють хід світлового пучка у короткозорому оці. Перед колбою розміщують лінзу з меншою фокусною відстанню. Звертають увагу учнів на те, що тепер світловий пучок фокусується всередині колби, а не на її поверхні.

Короткозорість ока виправляють за допомогою розсіювальної лінзи, її розміщують перед моделлю ока.

Нарешті, демонструють хід світлового пучка у далекозорому оці. Для цього перед колбою розміщують довгофокусну лінзу, в результаті чого світловий пучок фокусується за колбою. Далекозорість ока виправляють за допомогою збірної лінзи.

7. Фізичний практикум до теми «Механічний рух. Прямолінійний рівномірний рух. Рух по колу».

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати відносність спокою та руху.

Обладнання: візок, платформа, брусок.

Візок встановлюють біля краю демонстраційного столу, позаду встановлюють брусок – тіло відліку. На цій установці показують два випадки: спокій візка відносно бруска і спокій відносно платформи, на якій встановлено візок.

Для демонстрації першого випадку пускають візок і одночасно переміщують вздовж столу платформу, так, щоб швидкість руху платформи дорівнювала швидкості руху візка, але направлена була в протилежний бік. Для учнів візок весь час буде здаватися нерухомим відносно бруска, але рухомих відносно платформи. Таким чином, за будь-який проміжок часу від початку руху візок проходить такий шлях по платформі вперед, на який разом з платформою він перемістився назад, ось чому і знаходився він весь час напроти бруска.

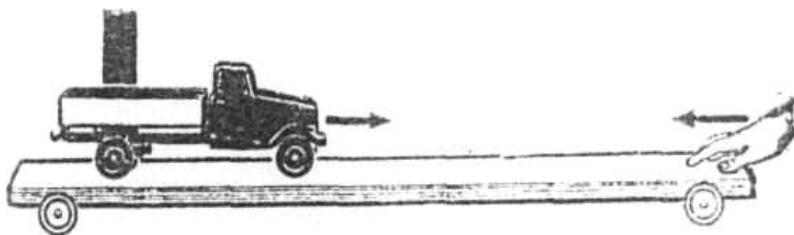


Рис.67. Демонстрація відносності руху візка

Для демонстрації другого випадку, не приводячи в рух візок, рівномірно переміщують платформу відносно бруска. Звертають увагу на те, що тепер візок відносно платформи весь час залишається нерухомим, а переміщується разом з нею на однакову відстань відносно бруска.

Ці досліди й додаткові приклади з життя дозволяють зробити висновок: у природі немає ні абсолютного спокою, ні абсолютного руху. Всякий рух, як і спокій, є відносними.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати відносність траскторії.

Обладнання: обертовий диск від приладу для демонстрування обертового руху, кілька кружків діаметром 3–4 см, вирізаних з кольорового паперу, клей.

Мета досліду – продемонструвати відносність траєкторії. Для цього на обертовий диск наклеюють на різних від осі відстанях кілька паперових кружків. Потім крейдою на диску проводять два взаємно перпендикулярних діаметри, один з яких має проходити через будь-який кружок. Це буде система відліку, пов'язана з диском. Диск закріплюють у штативі так, щоб його площина була вертикальною і повернута кружками до учнів. Підготовлений таким чином диск приводять в обертання і звертають увагу учнів на те, що в системі відліку, пов'язаній з демонстраційним столом, траєкторії кружків – кола різних радіусів. У системі відліку, пов'язаній з диском, точки нерухомі. Вийнявши диск з муфти штатива, змушують його ковзати без обертання по демонстраційному столу. У цьому разі траєкторії руху кружків у системах «стіл» і «диск» – рівні. Прокочуючи диск по столу, приходять до того самого висновку.

Цей дослід демонструє відносність руху, спокою, переміщень, а також швидкостей.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати прямолінійний та криволінійний рух.

Обладнання: візок, платформа.

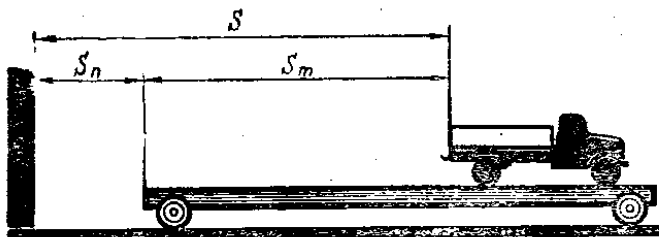


Рис.68. Демонстрація відносності пройденого шляху візка

Самохідний візок встановлюють на платформі і, ввімкнувши струм, звертають увагу учнів на те, що візок переміщується весь час вздовж столу, тобто прямолінійно.

Потім показують криволінійний рух візка, повернувши попередньо його передні колеса вбік. Для цього перевертають візок колесами вгору ослаблюють гвинт, що утримує тягу повороту, і, повернувши колеса під певним кутом, знову закріплюють тягу гвинтом.

Дослід слід продовжити і показати, що такі поняття кінематики як траєкторія, пройдений шлях і швидкість, є також відносними, що залежать від вибору системи відліку. Для цього виправляють передні колеса візка і встановлюють його на платформу. Потім візок знову

пускають вздовж платформи, а саму платформу беруть рукою за кінець, до якого наближається візок і повертають на столі під певним кутом. Розбираючи з учнями останній дослід, встановлюють, що візок відносно платформи рухався як і раніше прямолінійно, а відносно столу – криволінійно. Отже траєкторія – поняття відносне.

Завдання 4. Вивчити будову і дію метронома, секундоміра демонстраційного та лічильника-секундоміра електронного.

Секундомір демонстраційний СЕД (рис. 68) служить для виміру часу від 0 до 12 із з точністю до 0,01 с, прилад застосовують також як датчик часу. Секундомір живиться від мережі змінного струму напругою 220 або 127 В.

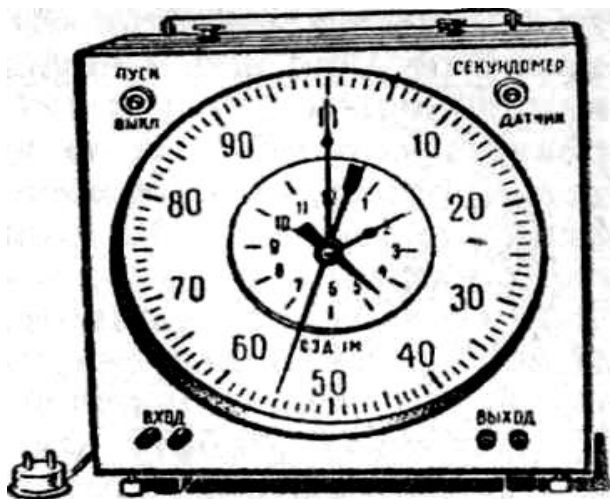


Рис.69. Секундомір демонстраційний СЕД

На лицьовій панелі приладу змонтовані вимикач мережі, перемикач виду роботи на два положення («Секундомір», «Датчик»), затиски «Вхід» і «Вихід». Велика шкала містить 100 поділок (ціна поділки 0,01 с), а мала – 12 поділок (ціна поділки 1 с). Дві червоні стрілки служать для установки часу, коли прилад працює в режимі датчика. На верхній кришці корпусу змонтовано дві кнопки: «Пуск» і «Установка нуля». Для роботи приладу в режимі секундоміра перемикач виду роботи встановлюють в положення «Секундомір». Після установки ключа в положення «Вкл» починає працювати електродвигун приладу, шум

якого досить добре чутний. Натисненням кнопки «Установка нуля» включають привід, що обертає чорні стрілки. Стрілки обертаються до моменту установки на нуль. Так прилад наводиться у вихідне положення. При натисненні на кнопку «Пуск» або при замиканні затисків «Вхід» починається відлік часу. Стрілки зупиняються відразу ж після відпускання кнопки «Пуск» або розмикання затисків «Вхід». Для установки приладу у вихідне положення потрібно знов короткочасно натиснути кнопку «Установка нуля».

Для використання приладу як датчика часу перемикач виду роботи встановлюють у положення «Датчик». За допомогою ручки управління червоними стрілками встановлюють значення секунд і сотих долей секунди інтервалу часу, який повинен відлічити секундомір. Натисненням кнопки «Пуск» починається відлік встановленого інтервалу часу, зупинка стрілок здійснюється автоматично. Під час відліку затиски «Вхід» будуть замкнутими.

Лічильник-секундомір електронний шкільний ЛСЕШ (рис.70) призначений для виміру часу від 0 до 9,99 із точністю до 0,01 с, а також для відліку електричних імпульсів або замикань від 1 до 999. Секундомір живиться від мережі змінного струму напругою 220 або 127 В. На лицьовій панелі приладу змонтовані мережевий вимикач, сигнальна лампочка, перемикач роду роботи, кнопки «Скидання» і «Пуск», вхідні затиски, вікна декатронів. Лічильник-секундомір працює в трьох режимах: «Електричні імпульси», «Секунди», «Механічні замикання». Роботу лічильника перевіряють таким чином. Вмикають вилку приладу в мережу, встановлюють тумблер в положення «Вкл», після чого спалахує сигнальна лампа. Після прогрівання ламп натискають кнопку «Скидання», при цьому розряд (точка, що світиться) на всіх декатронах повинен встановитися навпроти ділення «0». Перемикач виду роботи встановлюють в положення «Механічні замикання». При кожному натисненні на кнопку «Пуск» або при замиканні затисків «Вхід» на першому справа декатроні розряд перескакує на наступне ділення. Так здійснюється рахунок замикань до 999. При натисненні на кнопку «Скидання» прилад переходить у вихідне положення. Потім перемикач встановлюють у положення «Секунди». При натисненні на кнопку «Пуск» або при замиканні затисків «Вхід» секундомір починає відлічувати час. При відпусканні кнопки (або розмиканні затисків) відлік часу припиняється.

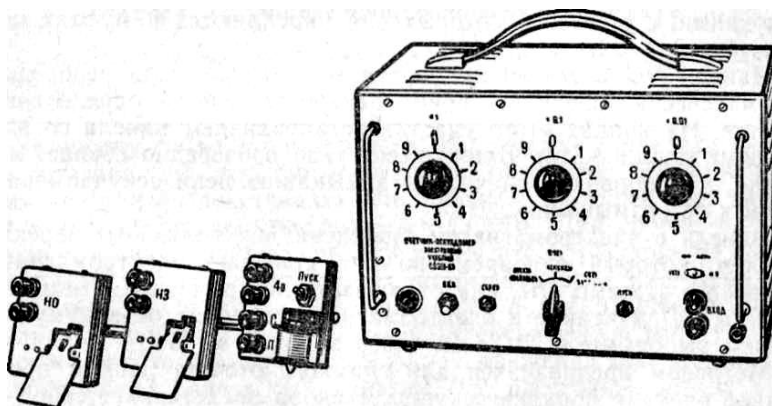


Рис. 70. Лічильник-секундомір електронний шкільний ЛСЕСШ

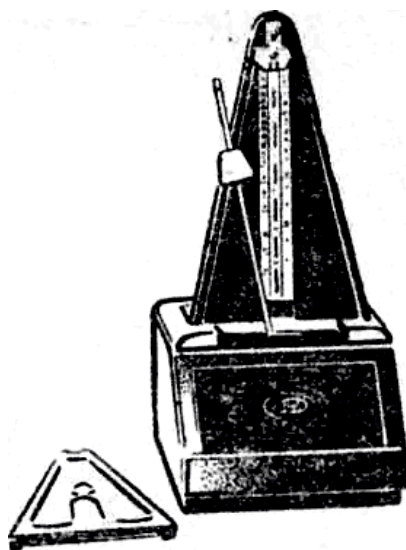


Рис.71. Метроном

Панель з електромагнітом забезпечена двополюсним перемикачем, який одночасно або включає електромагніт і розмикає затискачі СП, або відключає електромагніт і замикає затискачі СП. Живлення до електромагніту підводять від акумулятора або випрямляча ВС-4-12 через затискачі «4 В».

Метроном призначений для гучного відліку рівних проміжків часу порядку секунди. Прилад є годинниковим механізмом, забезпеченим ударником (рис. 71). Маятник механізму у вигляді сталевий смуги виступає з корпусу вгору. На маятнику знаходиться пересувний вантаж, що дозволяє змінювати частоту коливань в межах від 40 до 208 ударів в хвилину. За маятником розташована вертикальна шкала, що дозволяє встановити вантаж відповідно до вибраної частоти коливань. Збоку на корпусі є ключ. Щоб завести пружину механізму, потрібно зробити 4-5 обертів за напрямом годинникової стрілки.

При зберіганні вантаж опускають вниз, кінець маятника прибирають під планку, закріпленою вище шкали, а потім закривають кришку.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати рівномірний та нерівномірний рух.

Обладнання: самохідний візок, платформа, метроном, брусок.

Для проведення цього досліду налаштовують візок так, щоб він рухався прямолінійно з найменшою швидкістю. Ставлять на стіл метроном, пересунувши рухомий тягар на його стержні до поділки 60 ударів за хвилину (над відміткою шкали).

Пускаємо метроном і з одним з його ударів вмикаємо двигун візка. З кожним ударом метронома на вертикальній кромці платформи чи столу наносять крейдою штрих. У кінці столу зупиняють візок і звертають увагу учнів на відстань між сусідніми штрихами. Вони виявляються скрізь однаковими між собою. Вимірявши відстані між сусідніми штрихами, визначаємо швидкість руху візка. Вона буде рівною приблизно 10см/с. Дослід повторюють, збільшивши частоту ударів метронома. Тепер штрихи розміщуються густіше, але все одно на однаковій відстані один від одного. Досліди наглядно розкривають учням означення рівномірного руху, при якому тіло за будь-які однакові проміжки часу здійснює однакові переміщення.

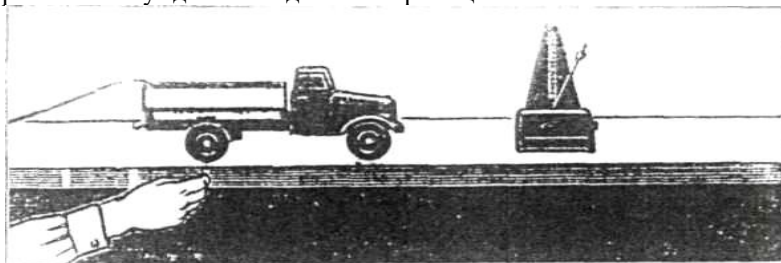


Рис.72. Запис рівномірного руху

Для демонстрації нерівномірного руху у візка заздалегідь відключають зчеплення ведучого колеса з електродвигуном. Візкові надають можливість вільно рухатись вздовж похилої платформи, а потім по столу до повної зупинки. Дослід повторюють при різних кутах нахилу платформи. Для одного з випадків проводять запис руху описаним вище способом. Звертають увагу на те, що тепер відстані, пройдені за рівні проміжки часу, не однакові. Це є характерною ознакою нерівномірного руху. На основі результатів дослідження вираховують середню швидкість руху візка.

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати напрям швидкості в криволінійному русі.

Обладнання: ручне точило, стальна пластинка.

Швидкість у криволінійному русі напрямлена вздовж дотичної до траєкторії в розглянутій точці. Найпростіше це можна продемонструвати за допомогою ручного точила з наждачним кругом. Точило швидко обертають, доторкаючись до поверхні точильного каменя стальною пластинкою, лезом рубанка або кінцем старого напилка. З місця дотику вилітає сніп іскор, які мають напрям дотичних до траєкторії руху точок поверхні точильного каменя в точках дотику стальної пластинки.

8. Фізичний практикум до теми «Механічні коливання. Механічні хвилі. Звук»

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати механічні коливання.

Обладнання: пружини спіральні – 2 шт., куля з двома гачками, штатив універсальний, блок діаметром 25-50 мм в обоймі на стержні, нитка накручена.

Для первинного ознайомлення з коливальним рухом можна обмежитися демонстрацією коливання тіла під дією сили тяжіння і сили пружності. Як тіло зручно взяти дерев'яну кулю діаметром 50-70 мм з двома гачками, в якого одна половина поверхні біла, а друга – чорна .

Спочатку показують просту коливальну систему: куля на нитці, підвішена на Г-подібній стійці, зібраної з універсального штатива (рис.73). Маятник відводять рукою від положення рівноваги і відпускають, спостерігають вільні коливання. Учні роз'яснюють, що в будь-

якій коливальній системі вільні коливання підтримуються лише в результаті дії внутрішніх сил і інертності тіла.

Спостерігаючи за коливаннями маятника, встановлюють, що енергія, яка передається коливальній системі, поступово розсіюється. У результаті цього амплітуда поступово зменшується і коливання припиняються (затухають).

Дослід показує, що вільні коливання є затухаючими.

Після цього демонструють коливання горизонтального пружинного маятника, зібравши установку за рисунком 74.

Сталеві пружини завдовжки близько 100 мм і з зовнішнім діаметром 25 мм, навиті з дроту діаметром 1 мм, зачіпляються одним кінцем за гачки кулі, а іншим – за гвинти затисків, укріплених на вертикальних стійках П-подібної рами. Останню збирають з металевих стержнів від універсального штатива. Аби виключити дію сили тяжіння, в отвір кулі щільно вставляють тонкий стержень, прикріплений іншим кінцем до обойми блоку, одягнутого на горизонтальний стержень рами. Кулю відводять рукою від положення рівноваги і відпускають. Деформовані пружини повертають кулю в положення рівноваги, але внаслідок інертності він рухається далі і знову розтягує одну і стискає іншу пружини. Лише після 10-15 коливань куля зупиняється. Дослід повторюють кілька разів, звертаючи увагу на те, що в даній системі коливання підтримуються в результаті дії сили пружності й інертності тіла. Сила пружності є внутрішньою силою.

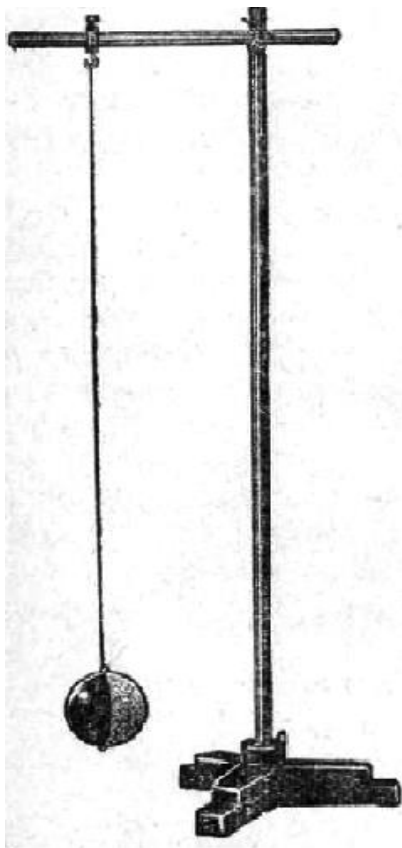


Рис.73. Математичний маятник

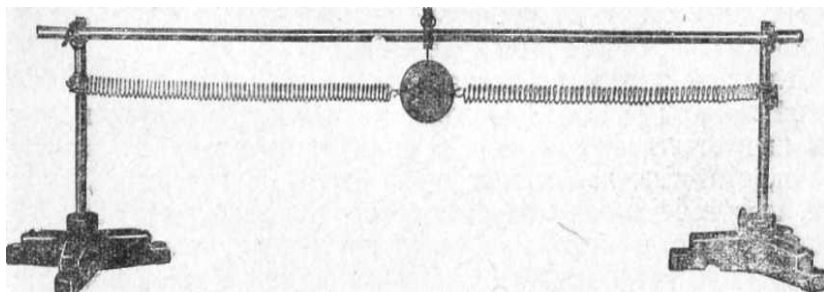


Рис.74. Горизонтальний пружинний маятник

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати запис механічних коливань.

Обладнання: тримач зі спіральною пружиною, гиря масою 1 кг з гачком, штатив універсальний, затиск гвинтовий, аркуш фанери розміром 300X500 мм, пензлики для малювання – 2 шт., чорнила, папір білий, кнопки канцелярські.

Механічний запис наочно демонструють, за допомогою вертикального пружинного маятника, що здійснює повільні коливання з періодом близько 1,2 с. Для цього до нижнього кінця пружини, укріпленої на демонстраційному штативі, підвішують гирю масою 1 кг. До гирі горизонтально прикріплюють невеликий пензлик (рис. 75).

Пружину повертають довкола вертикальної осі так, щоб металевий наконечник пензлика злегка притиснувся до стійки штатива. Це необхідно зробити для усунення крутильних коливань, які виникають при вертикальних коливаннях маятника. Пензлик змочують чорнилом і приступають до демонстрації досліду.

До стержня штатива із зворотнього боку притискають аркуш фанери, на якому прикріплений білий папір.

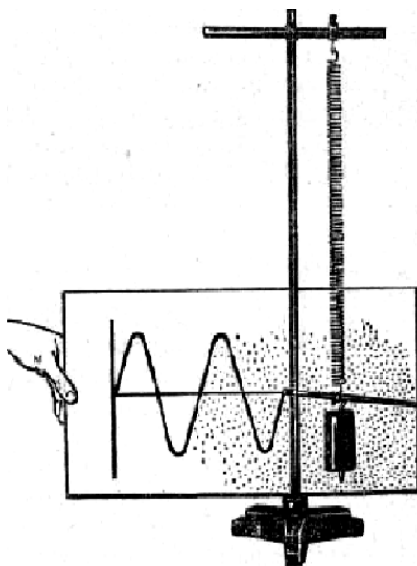


Рис.75. Запис механічних коливань

Спочатку при нерухомому маятнику фанеру спирають на триногу і переміщують в горизонтальному напрямі, стежачи весь час за тим, аби пензлик креслив на папері пряму лінію. Потім фанеру повертають у вихідне положення, а маятник призводять в коливання. На нерухомому папері отримують вертикальну лінію, рівну по довжині двом попереднім амплітудам.

Після цього маятник знову призводять в дію, а фанеру рівномірно переміщують по горизонтальному напрямку. Отримують на папері хвилясту лінію – графік коливань пружинного маятника. Запис можна повторити на окремих листах паперу, показавши при цьому залежність виду графіка від швидкості руху фанери, від величини амплітуди і частоти маятника.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати зв'язки коливань з рівномірним рухом по колу.

Обладнання: прилад для демонстрування руху маятника по колу у вертикальній площині, маятник на пружині, проєкційний ліхтар, екран.

Вивчення гармонійних коливань корисно пов'язати з рівномірним рухом точки по колу. Це дозволить уточнити поняття про гармонійне коливання, показати, що таке коливання є синусоїдальним, а також закріпити важкі поняття про фазу коливання й різницю фаз.

Прилади встановлюють так, щоб на екрані вийшла чітка тінь тільки від кульки і при обертанні кульки тінь коливалася тільки по вертикальній лінії (рис.76).

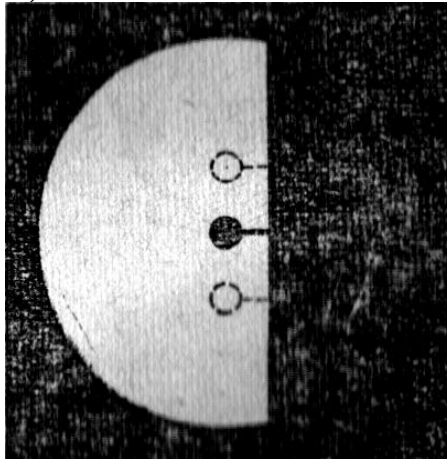


Рис.76. Зображення тіні від кульки

Зосередивши увагу учнів на екрані, приводять кульку в рівномірне обертання і спостерігають за рухом його тіні. У процесі демонстрації досліду з'ясовують, що за час одного оберту кульки його тінь на екрані робить одне повне коливання.

Далі показують, що тінь від кульки робить гармонійні коливання. З цією метою на демонстраційному столі поруч з кулькою встановлюють вертикальний пружинний маятник. Верхній кінець маятника закріплюють на такій висоті, щоб ги́ря масою 1 кг, підвішена до нижнього кінця пружини, у спокійному стані знаходилася на одному рівні з віссю обертання кульки (рис.77).

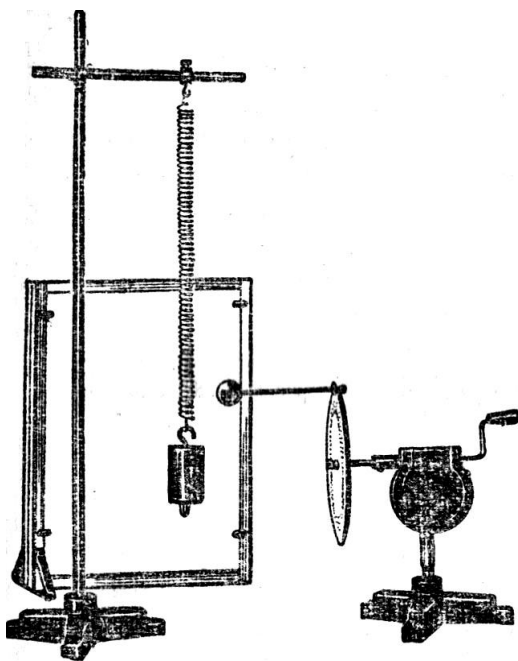


Рис.77. Установка для демонстрації зв'язку коливань з рівномірним рухом по колу

Маятник приводять у коливання, а кульку — у рівномірне обертання з такою швидкістю, щоб обидві тіні на екрані (від кульки і ги́рі) протягом деякого часу коливалися з однаковими періодами, амплітудами й фазами (рис.78).

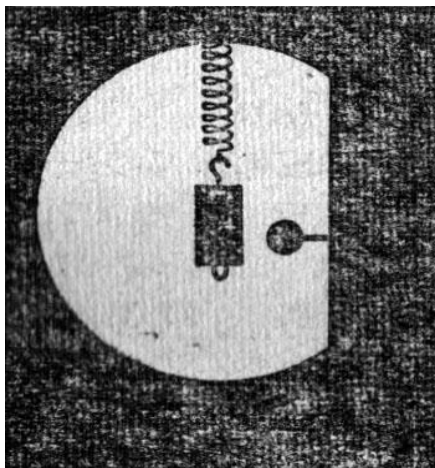


Рис.78. Зображення на екрані від кульки й гирі, підвішеній на пружині

Під час демонстрації досліду вчитель повинен уважно стежити не за тілами, що рухаються, а за коливанням їх тіней на екрані. З досліду роблять висновок, що при рівномірному обертанні точки по колу її проєкція на один з діаметрів робить гармонійні коливання. А через те, що період коливань тіні від кульки, що рівномірно обертається, можна зробити досить великим – стає можливим докладно простежити всі особливості гармонійних коливань. Наприклад, можна з'ясувати характер зміни швидкості й прискорення.

З цією метою до кульки на стрижні прикріплюють невелику картонну чи металеву стрілку. Кульку повертають навколо стрижня доти, поки стрілка розташується по дотичній до кола, що описує кулька при своєму обертанні. У цьому випадку стрілка характеризує величину й напрямок швидкості кульки, а її тінь – величину й напрямок швидкості тіла, що робить гармонійне коливання.

Кульку приводять у повільне рівномірне обертання і спостерігають на екрані зміну тіні від стрілки. Коли тінь від кульки проходить положення рівноваги, тінь від стрілки досягає найбільшої довжини. В міру видалення кульки від середнього положення довжина тіні від стрілки поступово зменшується. У крайніх положеннях вона обертається в нуль (зникає за тінню кульки) і змінює свій напрямок.

Потім цю кульку на стрижні встановлюють так, щоб стрілка розташовувалася уздовж радіуса, а її вістря було спрямовано до центра диска. Знову приводять кульку в повільне обертання й уважно спостерігають

за рухом тіні на екрані. У цьому випадку стрілка зображує величину і напрямок до центрального прискорення кульки, а її тінь – величину й напрямок прискорення тіла, що робить гармонійне коливання.

Тепер тінь від стрілки досягає максимальної величини в крайніх положеннях і зменшується до нуля (ховається за тінню кульки) у міру наближення до положення рівноваги. У момент проходження положення рівноваги стрілка-тінь змінює свій напрямок на протилежний і завдяки цьому залишається завжди спрямованою до положення рівноваги.

Корисно показати технічне застосування зв'язку між коливальним і обертовим рухами на прикладах руху поршня і махового колеса в моделі парової машини чи на русі поршня і колінчатого вала в моделі двигуна внутрішнього згоряння.

Завдання 4. Підготувати і продемонструвати залежність періоду коливань вантажу на пружині від її жорсткості та маси вантажу.

Обладнання: утримувач зі спіральною пружиною, гирі масою 250 м і 1 кг, секундомір електромеханічний демонстраційний, штатив універсальний, метр демонстраційний.

При вивченні коливань пружинного маятника варто показати, що: 1) період прямо пропорційний квадратному кореню з маси коливного тіла; 2) період обернено пропорційний квадратному кореню з коефіцієнта пружності пружини.

Для демонстрації цих дослідів збирають установку по рисунку 79.

Стійку штатива складають із двох стрижнів, що згвинчуються – довгого й короткого. Спіральну пружину ввертають на 2-3 витки утримувача, укріпленого на штативі, і навантажують гирею масою 1 кг. Поруч на столі розташовують демонстраційний секундомір і приступають до демонстрації дослідів.

1. До пружини підвішують гирю масою 250 г, визначають період коливань. Він змінився. На основі цього можна зробити висновок, що період пружних коливань маятника прямо пропорційний квадратному кореню з маси коливного тіла (маса пружини не враховується).

2. У пружини залишають одну четверту частину працюючих витків, а інші ввертають в утримувач. До нижнього кінця підвішують гирю масою 1 кг і знову визначають період коливань. Він зменшився.

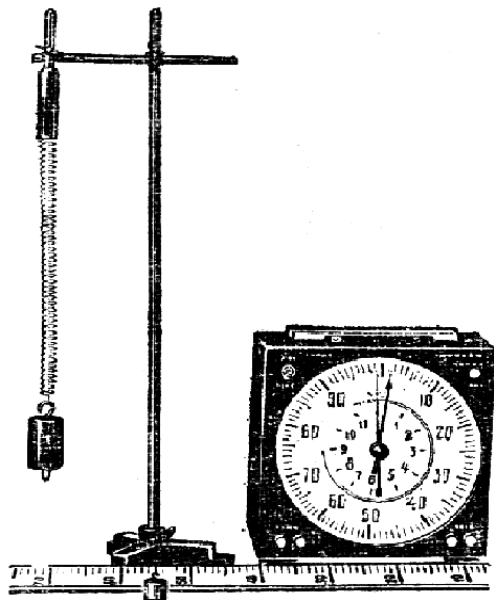


Рис.79. Демонстрація коливань пружинного маятника

Порівнюючи отриманий результат з періодом коливань повної пружини, визначеним у першому досліді, приходять до висновку, що період коливань пружинного маятника прямо пропорційний квадратному кореню з числа витків пружини. Останній висновок можна сформулювати інакше: період коливань пружинного маятника обернено пропорційний квадратному кореню з коефіцієнта пружності пружини, під яким розуміється сила, необхідна для розтягання пружини на 1 м.

Установлені закономірності можна представити так:

$$T \approx \sqrt{\frac{m}{k}},$$

де T – період, m – маса коливного тіла, k — коефіцієнт пружності пружини.

Якщо ввести коефіцієнт пропорційності, то можна записати рівняння:

$$T = K \sqrt{\frac{m}{k}},$$

тоді

$$K = T \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Підставляючи в останню формулу числові значення величин, знайдених у результаті виміру, одержуємо:

$$K = 1,26 \text{ з} \sqrt{\frac{28 \frac{\text{Н}}{\text{М}}}{1 \text{ кг}}} = 1,26 \text{ з} \sqrt{\frac{28 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}}{1 \text{ кг}}} \approx 6,33.$$

Ця величина приблизно дорівнює 2π . Тому формулу для періоду коливання маятника остаточно записують так:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати залежність періоду коливань вантажу на нитці від її довжини.

Обладнання: стержень з трьома маятниками, секундомір, штатив універсальний, метр демонстраційний.

1. Залізну кульку повністю підтягують за нитку вгору, а свинцеву й алюмінієву підводять над столом так, щоб вони при коливаннях не зачіпали триноги штатива. Зрівнюють довжини маятників, оскільки від цього головним чином залежить успіх досліду. Потім обидві кульки лінійкою відводять убік від положення рівноваги (на кут не більше 5°) і одночасно відпускають. Протягом хвилини спостерігають однакову частоту коливань кульок і роблять висновок про незалежність періоду коливань нитяного маятника від його маси.

Змінюють в невеликих межах амплітуду коливань в одного з маятників. Спостерігають, що маятники гойдаються синхронно, тобто при малих кутах відхилення період коливань не залежить від амплітуди.

Після цього корисно один з маятників змусити здійснювати коливання в одній площині, а інший – описувати конус так, щоб кулька рухалася по колу з радіусом, приблизно рівним амплітуді коливання першої кульки. Знову встановлюють збіг періодів коливань обох маятників. Це спостереження може бути використане для виведення формули періоду коливань маятника.

2. На нитці залишають одну свинцеву кульку, а залізну й алюмінієву повністю піднімають вгору. Кінці ниток, що звільнилися, спускають уздовж стійки штатива, аби вони не заважали демонстрації досліду. Нитку, на якій висить свинцева кулька, звільняють від кріплення, а кінець її притримують рукою.

Маятник призводять в коливальний рух і, коли він проходить положення рівноваги, трохи підтягують нитку. Частота коливань маятника помітно збільшується. Після 3-4 повних коливань знову зменшують довжину маятника – частота коливань стає ще більшою. Не чекаючи загасання коливань, нитку опускають до первинної довжини й спостерігають відновлення колишньої частоти. Приходять до висновку, що період коливання залежить від довжини маятника.

Для встановлення кількісних співвідношень штатив з маятником встановлюють на краю столу. Свинцеву кульку опускають нижче за кришку столу, аби довжина маятника від точки підвісу до центру кульки була рівна 100 см. Довжину маятника вимірюють за допомогою демонстраційного метра.

Маятник відводять трохи вбік і відпускають. У мить, коли він проходить крайнє положення, включають демонстраційний секундомір і вимірюють час десяти повних коливань, відлічуючи їх вголос. Виявляється, що цей час дорівнює 20 с, отже, період коливань – 2 с.

Дослід повторюють, зменшивши довжину маятника до 25 см, тобто в чотири рази, і впевнюються, що коливання дорівнює одній секунді, тобто зменшились в два рази. З результатів проведеного досліду роблять висновок: період коливань маятника прямо пропорційний квадратному кореню з його довжини.

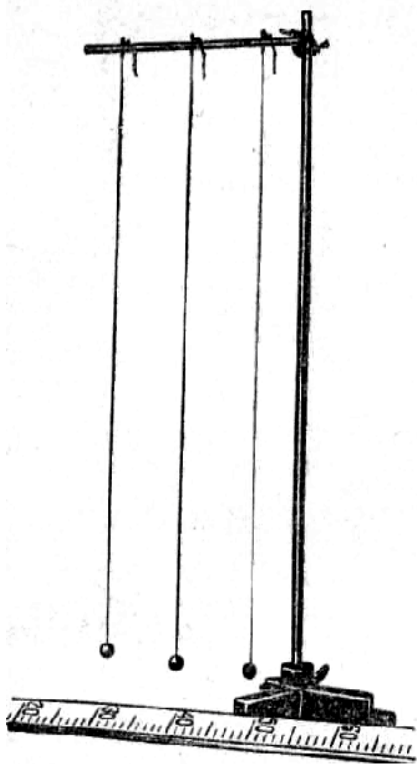


Рис.80. Три маятника на штативі

Завдання 6. Підготувати й продемонструвати утворення і поширення поперечних і повздовжніх хвиль.

Обладнання: хвильова машина.

Прилад являє собою набір однакових за діаметром кульок, насаджених на стрижні і зміщених по хвильовій лінії (розташовані по синусоїді).

Переставляючи кульки за допомогою муфт, показують розташування часток середовища при утворенні й поширенні поперечної хвилі.

Демонстрацію досліду супроводжують такими міркуваннями. Нехай на першу частинку подіяла короткочасна сила, спрямована вгору. Під дією цієї сили частинка починає рухатися. Завдяки наявності зв'язку між частинками середовища слідом за першою частинкою з деяким запізненням почне рухатися вгору друга, за нею третя і т.д.

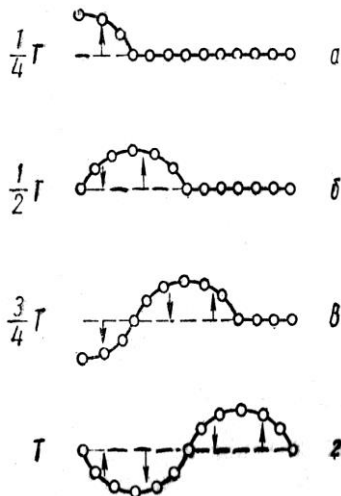


Рис.81. Положення кульок на хвильовій машині в різних проміжках часу

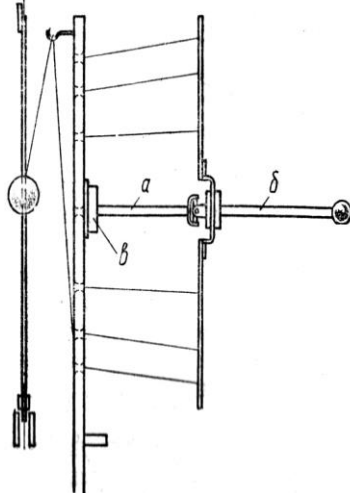


Рис.82. Установка диска на хвильовій машині для демонстрації поперечних хвиль

Через $\frac{1}{4}T$ перша частинка досягне найбільшого відхилення від положення рівноваги й зупиниться, а інші частинки, які прийшли в рух за цей час, розташуються по синусоїді (рис.81, а).

Після цього перша частинка під дією сили пружності починає рухатися вниз до положення рівноваги й досягне його через $\frac{1}{2}T$. За цей час

ще трохи (три) частинки утягнуться в коливальний рух, причому друга й третя частинки після досягнення найбільшого відхилення змінять свій рух на зворотній. До кінця другої чверті періоду в крайнім верхнім положенні виявиться четверта частинка, інші розташуються, як показано на рисунку 81, б.

Продовжуючи подібні міркування й одночасно переміщаючи кульки на спицях, показують їхнє розташування наприкінці $\frac{3}{4}T$ (рис.81, в)

і наприкінці повного періоду колювання першої частинки (рис.81, г).

Після цього диск хвильової машини встановлюють для демонстрації поперечних хвиль (рис.82). Для цього стрижень *a* із шарніром угвинчують у металеве гніздо *в*, прикріплене до щитка. Диск же відтягують від щитка і насаджують центральним отвором на гвинт шарніра, на який потім нагвинчують рукоятку *б*. В такому положенні диска всі кульки піднімаються на рівень білої лінії, що є на лицьовій стороні щитка (при цьому муфти на спицях повинні бути опущені). Рукою обертають рукоятку *б* так, щоб вона описувала бічну поверхню конуса. При цьому виникає безупинний процес поширення поперечної хвилі (рис.83).

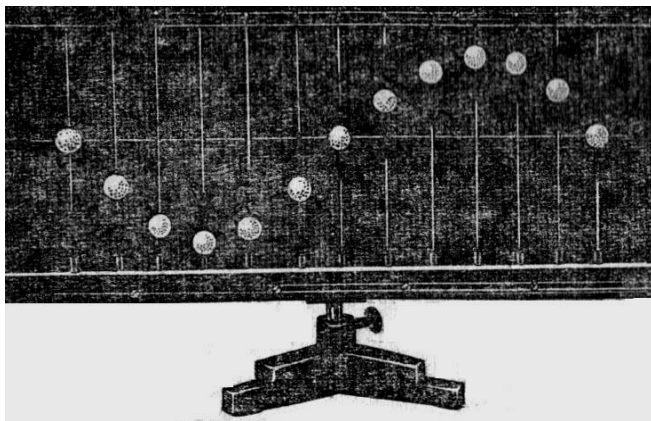


Рис.83. Модель поперечної хвилі на хвильовій машині

Від напрямку обертання залежить напрямок поширення хвиль, а від швидкості обертання – швидкість поширення хвиль. Щоб збільшити амплітуду колювань, збільшують радіус обертання рукоятки.

У процесі демонстрації звертають увагу на два різних явища: коливальний рух частинок і поширення коливального руху. Обидва ці рухи

взаємно перпендикулярні. Тому хвилі, у яких частки середовища коливаються перпендикулярно поширенню хвиль, називають поперечними.

У досліді показують, що за час повного коливання кожної з часток (період) коливальний рух поширюється на відстань, рівну довжині хвилі.

Звертають також увагу на різницю фаз коливань окремих часток і дають поняття про довжину хвилі як про відстань між найближчими частинками, що коливаються в однаковій фазі.

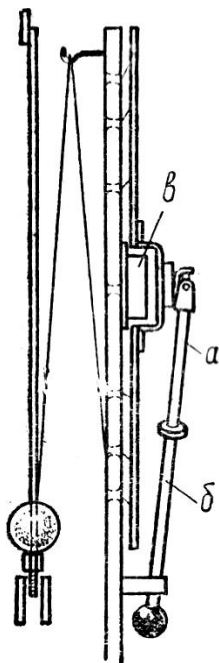


Рис.84. Установка диска на хвильовій машині для демонстрації позо-
вжніх хвиль

Поняття про позовжню хвилю створюють за допомогою хвильової машини. Для цього диск машини встановлюють у положення, зображене на рисунку 84. У цьому випадку кульки опускаються до нижньої планки приладу. Взявшись за ручку нитяного затиску, обертають її по колу, накресленому на щитку. При цьому маятники з кульками роблять коливальний рух і створюють картину поширення позовжніх хвиль (рис.85).

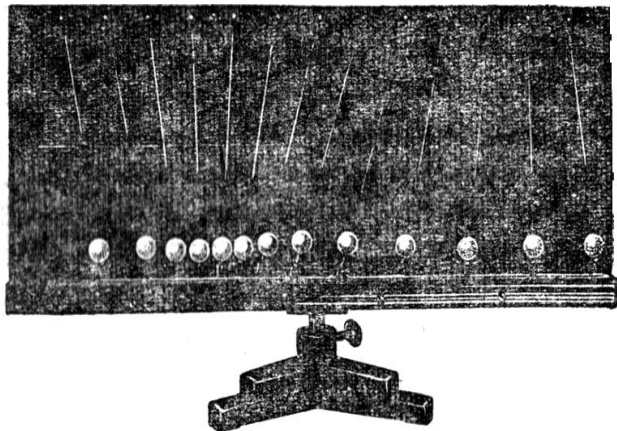


Рис.85. Модель позовжньої хвилі на хвильовій машині

У позовжній хвилі так само, як і в поперечній, частинки коливаються з однаковим періодом і амплітудою, і кожна наступна відстає від попередньої по фазі. Відрізняються ці два види хвиль лише напрямком коливання часток. У позовжній хвилі частинки коливаються уздовж напрямку поширення хвилі. Унаслідок цього частинки середовища то зближаються, то віддаляються один від одного, процес поширення позовжньої хвилі супроводжується переміщенням областей згущення й розрідження.

Змінюючи швидкість обертання нитяного затиску, демонструють зміну швидкості поширення хвилі. Показують, що при зміні обертання затиску змінюється напрямок поширення хвиль, а при збільшенні радіуса обертання збільшується амплітуда коливання частинок.

Звертають увагу також на те, що точки, що розташовані одна від одної на відстані хвилі, мають однакові фази.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати тіла, що коливаються, як джерела звуку.

Обладнання: генератор звуковий шкільний, гучномовець електродинамічний, телефон електромагнітний, мікрофон електродинамічний, підсилювач низької частоти, камертон на ящику резонатора, дзвін скляний від повітряного насоса, струна, натягнута на металевому стержні, сирена дискова або зубчаста, машина відцентрова черв'ячна, молоточок гумовий для збудження камертонів, дрти сполучні з накопичувачами, кінофільм «Звук», кінопроектор.

Мета даного досліду – коротко ознайомити учнів з різними джерелами і приймачами звуку, які застосовуватимуться в подальших дослідах з акустики, порівняти їх між собою й показати класифікацію.

Спочатку розглядають джерела, в яких звук виникає в результаті вільних коливань. Учнім відомо, що такі коливання з'являються в результаті деякого початкового поштовху, а частота коливань визначається властивостями самої коливальної системи.

З цією метою демонструють звучання камертона. Його беруть в руку за ніжку і збуджують ударом гумового молоточка. Камертон видає чистий, але неголосний звук. Останнє пояснюють тим, що звукові хвилі, що виникають від гілок камертона, інтерферують між собою і в значній мірі гасять один одного. Це змушує на практиці сполучати камертон з яким-небудь іншим хорошим джерелом випромінювань, яке під дією камертона здійснює вимушені коливання, і, крім того, використовувати явище резонансу.

Показати це можна таким чином. Звучний камертон спочатку тримають в руці, потім ставлять ніжкою на кришку столу і, нарешті, поміщають на ящик резонатора. Учні абсолютно виразно помічають різницю в гучності звучання у всіх трьох випадках. Повертаючи камертон ящиком резонатора від учнів, а потім до них, показують, що ящик, крім того, діє подібно до рупора, направляючи звукові хвилі в один бік.

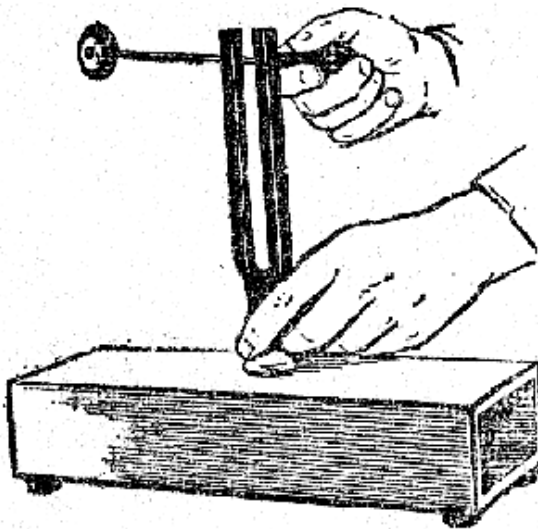


Рис.86. Збудження камертона гумовим молоточком

При ударі молоточком камертон необхідно злегка підводити над столом, утримуючи його за гніздо, в яке він вставлений у ящику (рис.86). Якщо камертон при ударі не підводити, а, навпаки, притискати до столу, то можна зіпсувати кришку ящика або вибити з неї гніздо для камертона.

Потім демонструють звучання скляного дзвону від повітряного насоса. Його підводять за голівку лівою рукою, а правою ударяють по краю гумовим молоточком. Завдяки великій поверхні дзвін видає досить гучний звук.

Далі демонструють звучання струни від гітари або мандоліни. Її натягують між двома затискачами на довгому металевому стержні від універсального штатива (рис.87).

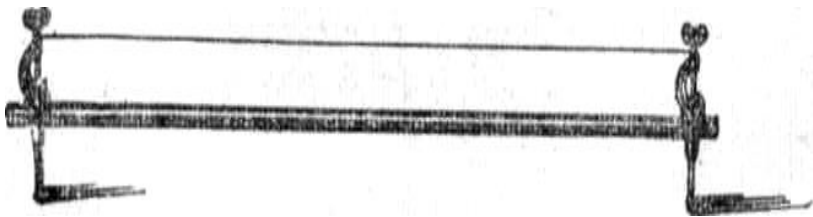


Рис.87. Струна на стержні штатива

Збуджують струну ривками, тримаючи стержень у руці. Виявляється, струна як випромінювач звуку ще гірший, ніж камертон. Проте гучність різко зростає, якщо стержень покласти на стіл. Збільшення гучності пояснюють тим, що тепер разом із струною коливається і кришка столу. Аналогічно діє дека різних музичних інструментів.

Вказані джерела володіють порівняно малим затуханням і створювані ними звуки мають періодичний характер. Такі звуки називають музичними тонами.

Проте, якщо швидкість затухання джерела велика, то звуки майже втрачають свою музичність і набувають характеру удару або клацання. Такі коливання демонструють на звуках, що виникають, наприклад, при ударі двох дерев'яних дощечок.

Нагадують учням джерела, в яких звук збуджується в результаті виникнення автоколивань.

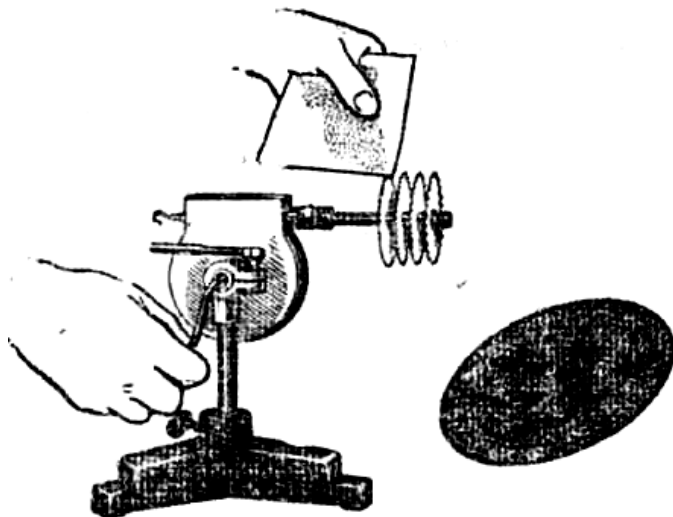


Рис.88. Демонстрація зубчатої і дискової сирени

В музичних інструментах збудження автоколивань має місце, наприклад, в смичкових і духових інструментах, а також в голосовому апараті. Нарешті, демонструють джерела, в яких звук створюється в результаті вимушених коливань.

Показують відомі досліди з сиренами, які наводять в рівномірне обертання за допомогою відцентрової машини (рис.88). Відзначають, що в цьому випадку звук виникає від частих ударів зубців по краю пружного картону (сирена зубчаста) або отворів (сирена дискова). Картон при цьому здійснює лише вимушені коливання. Частота цих коливань визначається числом зубів або отворів сирени і швидкістю її обертання.

Потім демонструють найбільш поширені в даний час електроакустичні випромінювачі – динамічний гучномовець (динамік) і електромагнітний телефон. Вказані випромінювачі підключають по черзі до звукового генератора і змушують звучати на різних частотах при різних гучності (рис.89). Звертають увагу учнів на те, що дифузор гучномовця і мембрана телефону лише відтворюють (більш менш точно) коливання, до яких їх вимушує змінний електричний струм звукової частоти.

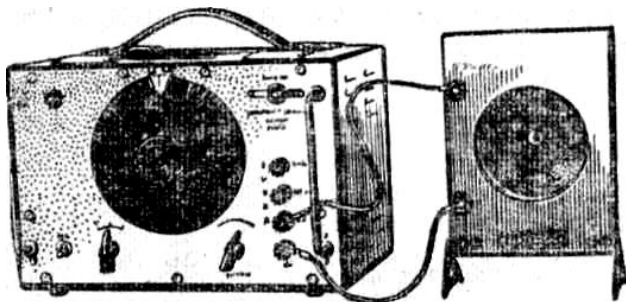


Рис. 89. Збудження динаміка або телефону звуковим генератором

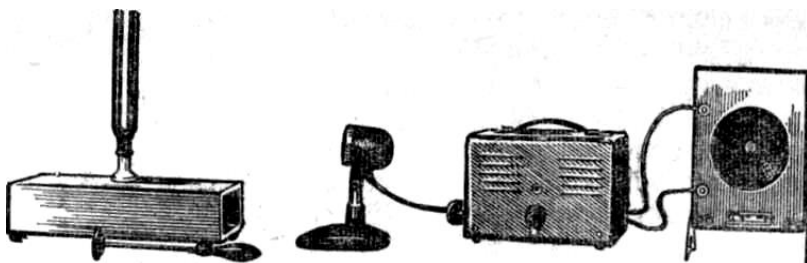


Рис.90. Установка для демонстрації дії мікрофона

З приймачів звуку демонструють сучасний динамічний мікрофон. Його включають на вхід підсилювача низької частоти і розташовують подалі від гучномовця, аби виключити виникнення акустичного зв'язку (рис.90). До мікрофону підносять яке-небудь джерело звуку, наприклад звучний камертон на ящику резонатора. Учні чують гучний звук того ж тону.

Показують, що приймачами звуку може бути також динамічний гучномовець або телефон (явище оборотності). Їх підключають до підсилювача низької частоти за допомогою екранованих дротів.

Для закріплення матеріалу демонструють перший фрагмент «Звукові коливання» з навчального кінофільму «Звук». В цьому фрагменті розглядається природа звукових коливань, звучать музичні інструменти – арфа, скрипка, фагот, барабан тощо.

Завдання 9. Підготувати й продемонструвати залежність висоти тону звуку від частоти коливань і гучності звуку від амплітуди.

Обладнання: генератор звуковий шкільний, осцилограф електронний ОЕШ, підсилювач низької частоти, мікрофон і гучномовець електродинамічні, гальванометр демонстраційний від амперметра, камертон

без ящика резонатора, молоточок гумовий для збудження камертонів, дроти сполучні з наконечниками.

Сила, або інтенсивність, звуку характеризується, як відомо, є величиною енергії, що проходить за 1 с через одиницю площі поверхні, розташованої перпендикулярно напрямку поширення звукових хвиль. У досліді зазвичай вимірюють не величину енергії, а одну з величин, пов'язану з силою звуку, – швидкість коливання часток середовища або звуковий тиск хвиль. У шкільних умовах простіше показати принцип виміру другої величини.

Звуковий тиск можна виміряти за допомогою мікрофону, в коло якого включений вимірювальний прилад. Метод заснований на прямій залежності електрорушійної сили, що виникає в мікрофонному ланцюзі, від величини тиску звукових хвиль, падаючих на мембрану мікрофону.

Для демонстрації досліду збирають установку по рисунку 91.

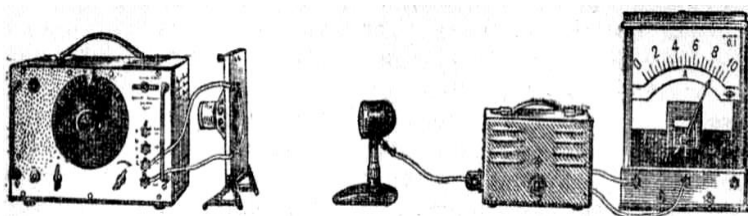


Рис.91. Установка для демонстрації принципу зміни сили струму

Динамічний мікрофон включають на вхід підсилювача низької частоти, а вихід підсилювача сполучають з демонстраційним гальванометром, включеним для виміру змінного струму. Перед мікрофоном розташовують гучномовець, включений на вихід звукового генератора. При цьому гальванометр виявляє струм, величина якого залежить від інтенсивності звучання гучномовця і відстані його до мікрофону. Дві залежності по черзі показують учням. Відзначають, що шкалу гальванометра можна проградувати в одиницях сили звуку і отримати, таким чином, вимірювальний прилад. Потім показують залежність сили звуку від амплітуди коливання тіла що звучить. Для цього в колишній установці виробляють невеликі зміни: паралельно гучномовцю включають вхід вертикального підсилювача електронного осцилографа (рис.91). Після цього збуджують гучномовець на частоті 1000–2000 Гц і добиваються стійкого зображення на екрані осцилографа. Розмір зображення по вертикалі вибирають спочатку приблизно 2 см, а почат-

ковий струм гальванометра – 2 ділення шкали 0–10. Потім, користуючись регулювальником виходу звукового генератора, збільшують амплітуду синусоїди на екрані осцилографа в два, а потім в три рази. При цьому струм гальванометра зростає відповідно в чотири і в дев'ять разів. З досліду роблять висновок: сила звуку прямо пропорційна квадрату амплітуди коливань джерела звуку.

Нарешті, демонструють залежність сили звуку від площі випромінюваної поверхні. Це найпростіше показати за допомогою камертона. Звучний камертон тримають в руці. Учні чують слабкий звук. Потім камертон швидко ставлять на кришку столу. Звук помітно посилюється, при цьому час звучання скорочується.

Окрім об'єктивної оцінки сили звуку по величині тиску звукових хвиль або амплітуді коливань звучного тіла, існує ще суб'єктивна оцінка – гучність. Необхідно показати, що сила звуку і гучність – поняття нерівнозначні. Гучність звуку, як це можна побачити в минулих дослідах, залежить від сили звуку. Чим більше сила звуку, тим він здається голоснішим, але зв'язок цих двох величин складний і встановити її характер на досліді в школі важко. Можна лише повідомити, що гучність звуку пропорційна не силі звуку, а її логарифму.

Дослід показує, що звуки однакової сили, але різної частоти відчуються з різною гучністю. Із зростанням частоти гучність звуку спочатку поступово збільшується, а потім, у міру наближення до частоти 20 000 Гц, швидко зменшується до нуля. Звуки, що лежать в інтервалі 1000–3000 Гц, сприймаються найбільш гучними. Повідомляють, що частота 1000 Гц в звукових вимірах береться за основну, відносно якої оцінюються гучність інших звуків.

При постановці описаних дослідів бажано брати гучномовець малих розмірів, оскільки він добре відтворює високі частоти. Це дозволяє яскравіше показати незначну зміну гучності високих частот при зміні сили звуку. Замінювати гучномовець телефонною трубкою не можна – ККД останньої сильно залежить від частоти, оскільки опір телефону носить, головним чином, індуктивний характер.

Якщо в останньому досліді напругу звукової частоти подавати на осцилограф не безпосередньо із звукового генератора, а через мікрофон, включений на вхід вертикального підсилювача осцилографа, то можна порівняти об'єктивно спектральну чутливість вуха й мікрофону.

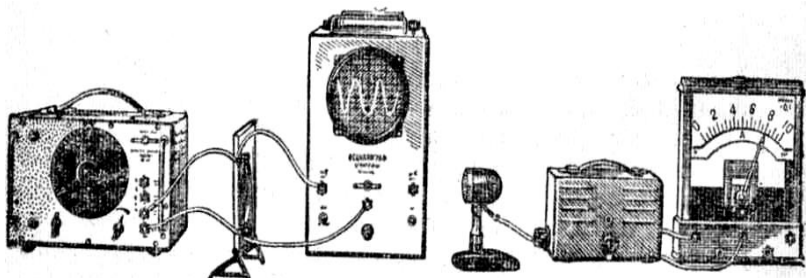


Рис.92. Установка для демонстрації залежності сили звуку від амплітуди коливань

9. Фізичний практикум до теми «Взаємодія тіл».

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати явище інерції.

Обладнання: платформа, візок, брусок, гиря 0,5 кг.

а) інерція спокою.

На демонстраційному столі встановлюють платформу на колесах, візок, брусок, стрілку-вказівник місця положення візка на платформі.

Різкими рухами руки переміщують платформу на колесах то в один, то в інший бік. Звертають увагу на те, що візок з бруском залишаються протягом усього часу майже нерухомими відносно стрілки, в той час як платформа здійснює зворотно-поступальний рух.

б) інерція руху.

На платформі встановлюють візок з бруском. Різко штовхають візок вперед. Внаслідок інерції та сили тертя брусок втрачає рівновагу й падає назад. Його знову встановлюють на візку й різко штовхають візок назад. Брусок з тієї ж причини падає вперед.

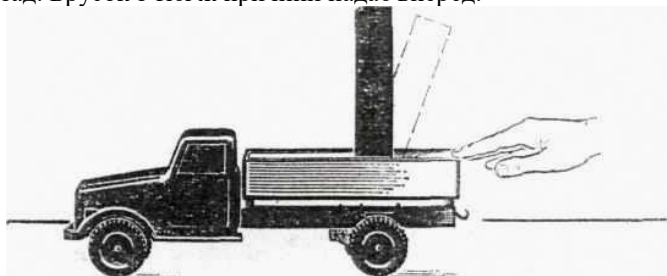


Рис.93. Падіння бруска при різкому поштовху візка вперед

в) Візок з брусом знову встановлюють у вихідне положення і плавно розганяють вздовж платформи. На шляху його руху заздалегідь встановлюють перешкоду (наприклад, гірю). Спостерігають, як візок діставшись перешкоди, відразу зупиняється, а брусок продовжуючи рухатись по інерції, падає вперед.

г) Біля кінця похилої площини насилають гірку піску. Візок встановлюють на верхній кінець площини і відпускають. Після скочування візок потрапляє в пісок і швидко зупиняється. Насипають пісок тонким шаром і знову пускають візок з попередньої висоти. Тепер він проходить до зупинки більшу відстань.

Прибирають пісок зовсім і повторюють дослід. Візок проходить до зупинки ще більшу відстань. Отже, рух візка зберігається тим довше, чим менше перешкод він зустрічає на своєму шляху.

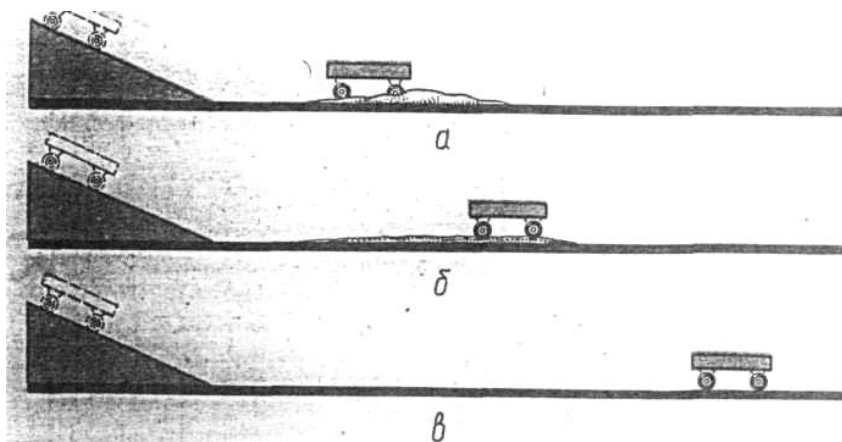


Рис.94. Рух візка при різних перешкодах

Виконані досліди, які треба розглянути на уроці, дозволяють сформулювати закон інерції – якщо на тіло не діють інші тіла, або дія інших тіл взаємно скомпенсована, то тіло зберігає стан відносного спокою або рівномірного й прямолінійного руху.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати явище взаємодії візків для введення поняття маси.

Обладнання: два візки з магнітами, візки з пружною пластинкою, закріпленою на одному з візків.

Для дослідів по взаємодії тіл зручно використати візки з магнітами (круглими керамічними), або з пластинкою, яку можна виготовити із металу чи пластмаси.

Цей дослід треба тлумачити як взаємодію двох тіл, а не дію пружини чи пластини на два тіла, тому треба підкреслити, що одним тілом є візок з пластинкою, а другим – інший візок.

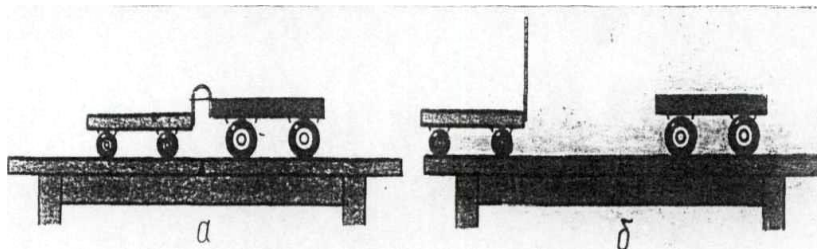


Рис.95. Демонстрація взаємодії візків

Демонстрації з цими візками наочні, візки зручні у використанні й досліди з ними можна повторити декілька разів.

Але слід пам'ятати, що висновок можна зробити тільки про те, що після взаємодії швидкість була більшою у того візка, який пройшов до зупинки більший шлях (а не за рівні проміжки часу).

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати способи визначення густини речовини.

Обладнання: терези, гирі, мензурка на 1 л, відливний стакан, два тіла з однієї речовини: одне правильної форми, друге – неправильної, набір 2-3-х рідин, хімічний стакан ємністю 500 мл, підставка.

1. Для визначення густини твердих тіл спочатку беруть тіло правильної форми, наприклад, залізний паралелепіпед з набору тіл однакового об'єму. Вимірюють лінійкою його розміри і обчислюють об'єм. Потім на терезах визначають масу тіла. Далі обчислюють густину заліза в грамах на сантиметр кубічний. Повідомляють, що густина речовини виражається в системі СІ в кілограмах на кубічний метр, тому одержане число виражають в системі СІ.

Після цього беруть залізне тіло неправильної форми. Зважують його і визначають об'єм за допомогою мензурки з водою, виражають його в кубічних метрах. Якщо тіло, об'єм якого треба виміряти, не вміщується у мензурку, то його об'єм визначають за допомогою відлижного стакана.

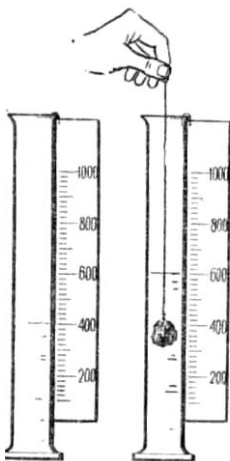


Рис.96. Визначення об'єму твердого тіла мензуркою

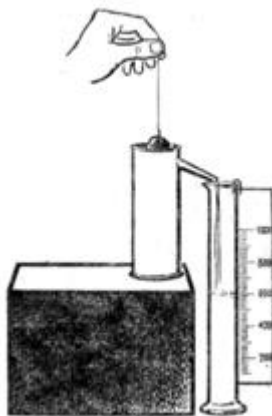


Рис.97. Визначення об'єму твердого тіла за допомогою зливної склянки

Знаючи об'єм і масу тіла, обчислюють густину заліза, виражаючи її в одиницях системи СІ. Звертають увагу учнів на те, що, не дивлячись на різні маси і об'єми цих тіл та різні способи вимірювання їх об'ємів, кінцевий результат в обох випадках виявився однаковим. Отже, густина характеризує речовину, з якої складаються тіла.

2. Для визначення густини рідини зрівноважують на терезах хімічний стакан і наливають в нього воду масою, наприклад, 500 г. Переливають воду у мензурку і вимірюють її об'єм. Він виявляється рівним 500 см. Отже, густина води дорівнює 1 г/см або 1000 кг/м.

Потім наливають в мензурку 500 см гасу або спирту. Визначають її масу на терезах. Роблять необхідні обчислення.

Дослід можна продовжити, скориставшись розчином кухонної солі чи мідного купоросу. Впевнюються, що густина цих рідин значно більша густини води.

Завдання 4. Ознайомтеся з видами шкільних пружинних динамометрів.

Обладнання: динамометри демонстраційні трубчасті на 10 Н, 5 Н, 2,5 Н, динамометр демонстраційний з круглою шкалою, динамометр лабораторний, тягарці з механіки з двома крючками, штатив універсальний.

У цьому досліді знайомлять учнів з трьома типами пружинних динамометрів: лабораторним і двома демонстраційними (трубчастим і з круглою шкалою).

Спочатку роздають учням лабораторні динамометри. Коротко пояснюють будову й звертають увагу на правила користування ними. У приладі добре видно відкриту спіральну пружину, один кінець якої прикріплено до невеликого виступу на дерев'яній панелі, а на протилежному кінці є покажчик і дротина з гачком. Дротина переміщується всередині запобіжної скоби, яка обмежує розтяг пружини. Звертають увагу на шкалу приладу – вона проградуйована в Ньютонах і грамах. Граничне навантаження приладу Ньютона.

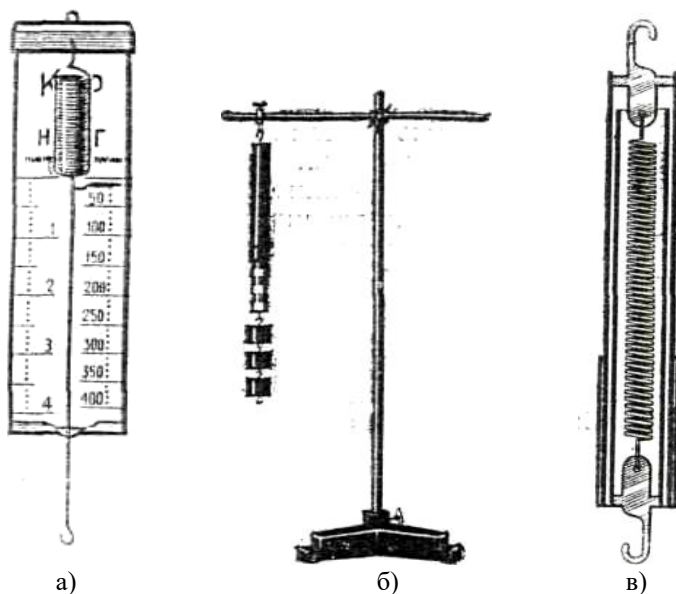


Рис.98. Види динамометрів: а) лабораторний динамометр; б) динамометр на штативі; в) трубчатий динамометр (схема)

Потім демонструють трубчастий динамометр з граничним навантаженням 5 Н. Підвішують його одним гачком до штативу, а на інший підвішують три тягарці по 1 Н. Під дією тягарців пружина розтягується і учні бачать внутрішню трубку, на якій нанесено кольорову шкалу, проградуйовану у Ньютонах. При цьому саму пружину учні не бачать, тому що вона розташована всередині двох трубок, одна з яких вільно входить в іншу. З цієї причини будову приладу треба пояснити малюн-

ком на дошці. Звертають увагу також на муфту для корекції, надягнену на нижній кінець зовнішньої трубки динамометра і показують її переміщення для установки приладу на нуль.

Після цього показують два інших трубчастих динамометри, які входять до комплекту. Вони відрізняються ціною поділки і величиною граничного навантаження.

Наостанок, знайомлять учнів з демонстраційним динамометром, який має круглу шкалу. Будову цього приладу також не видно учням, тому на дошці малюють схему приладу й пояснюють його дію.

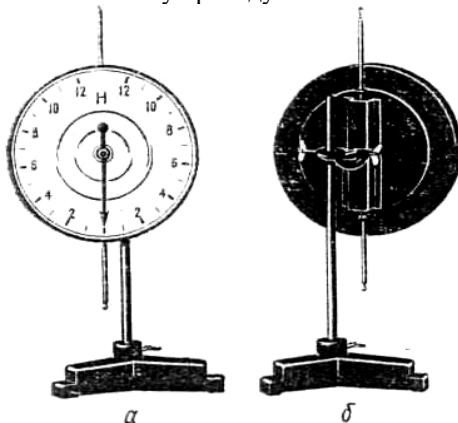


Рис.99. Динамометр демонстраційний з круглою шкалою

Механізм приладу складається з двох пружин, надягнутих на стержні, які з'єднані між собою зубчастою рейкою. Рейка має зчеплення засобом шестерні, на осі якої закріплено стрілку.

Під дією сили пружини деформуються, рейка переміщується, повертає шестерню, а разом з нею й стрілку. Весь механізм закрито кришкою, з якої виходять тільки два стержні, що дозволяють одночасно прикладати дві сили, напрямлені в протилежні боки.

Далі звертають увагу на шкалу динамометра. Вона має нуль посередині, а праворуч і ліворуч від нуля нанесено 12 поділок ціною в 1 Ньютон. Показують, що шкалу можна повернути. Це зроблено для того, щоб можна було встановити стрілку на нуль, навіть в тих випадках, коли пружини приладу вже знаходяться під деяким навантаженням.

Потім до динамометра підвішують 2-3 тягарці і звертають увагу на відповідність його показів прикладеній силі.

Повідомляють також, що під час вимірювання сил стержні динамометрів завжди розташовують у напрямку дії сил.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати складання сил, діючих вздовж однієї прямої.

Обладнання: динамометр демонстраційний з круглою шкалою, динамометр демонстраційний трубчатий, нерухомий блок, важки, штатив універсальний.

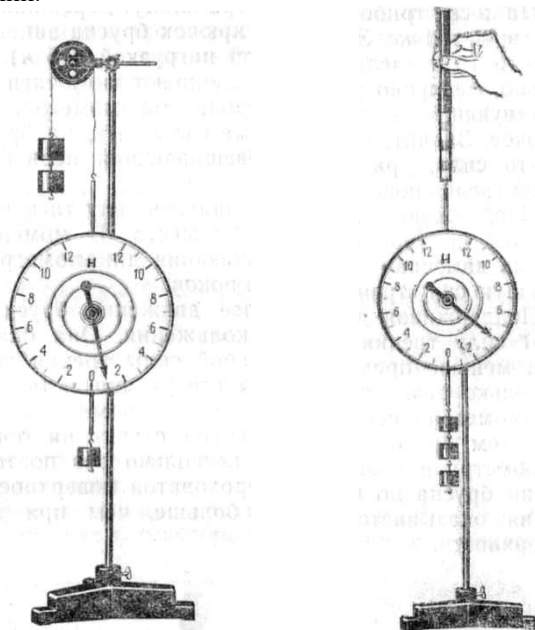


Рис.100. Установка для складання сил, діючих вздовж однієї прямої

До верхнього гачка динамометра прив'язують нитку і перекидають її через нерухомий блок, закріплений на штативі. Спочатку показують, що за відхиленням стрілки динамометра можна судити не тільки про величину сили, але і про її напрямок. З цією метою до динамометра рукою прикладають силу напрямлену вниз – стрілка динамометра відхиляється вліво. У протилежному напрямку сили стрілка відхиляється вправо. Після цього до вільного кінця нитки, перекинutoї через блок, підвішують, наприклад, два тягарці. Стрілка динамометра відхиляється вправо, показуючи величину і напрямок діючої сили. Потім до нижнього гачка динамометра підвішують послідовно один, два й більше тягарців. Кожен раз за показами динамометра визначають величину й напрямок рівнодійної сили. Дослід показує, що зі зростанням сили, направленої вниз, рівнодійна спочатку зменшується за величиною,

коли складові однакові за величиною, вона дорівнює нулеві, а потім, змінивши напрямок, починає зростати.

На основі проведених дослідів роблять висновок: рівнодійна двох сил, які діють на тіло вздовж однієї прямої у протилежні боки, дорівнює різниці цих сил і напрямлена в бік дії більшої сили.

Цей випадок складання сил можна продемонструвати користуючись двома динамометрами – трубчастим і з круглою шкалою. Трубчастий динамометр буде показувати силу, направлену вертикально вгору (ця сила повинна змінюватися за величиною), а динамометр з круглою шкалою – величину й напрямок рівнодійної.

Завдання 6. Підготувати й продемонструвати невагомість тіл.

Обладнання: набірний тягарець масою 2 кг, штатив універсальний, шнур, смужка паперу, мішок з піском.

На шнур, пропущений через кільце штатива, підвішують тягар 2 кг. На іншому кінці шнура роблять петлю, яку зачіпляють за гачок муфти на стержні від штатива, як показано на рисунку 101.

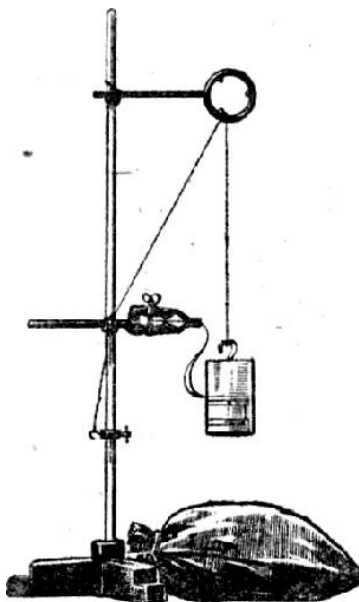


Рис.101. Установка для демонстрації невагомості

Між гирями набірного вантажу закладають смужку газетного паперу і вільний її кінець міцно затискають в лапці штатива.

Відчепивши петлю шнурка, повільно відпускають вантаж. Останній натягує й розриває паперову смужку. З цього можна зробити висновок, що паперова смужка була досить сильно притиснута гирею. Замінюють порвану смужку паперу такою ж цілою смужкою, відчеплюють шнур і відпускають його. Вантаж вільно падає, а паперова смужка, звільнившись, повисає на лапці штатива.

Дослід показує, що при вільному падінні тиск гирі на опору відсутній, тобто гиря при падінні знаходиться в стані невагомості.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати види деформації тіл.

Обладнання: прилад для демонстрації пружних деформацій, гумовий джгут із шайбами з фанери, лещата слюсарні, гідравлічний прес.

Ознайомлення з пружними деформаціями різних видів, доцільно починати з розгляду прикладів, що мають практичний характер. Дореальною ілюстрацією для цього можуть бути слюсарні лещата або шкільна модель гідравлічного преса. У лещатах гвинт при загвинчуванні піддається розтягуванню, а його голівка – крученню, в шийках губок відбувається деформація вигину, а закріплена в лещатах деталь знаходиться в стані стискування. У колонках преса під час роботи діє розтягування, в поршні – стискування, в рукоятці – вигин, а при продавлюванні отвору в сталевій пластинці – здвиг.

При демонстрації цих двох об'єктів, як і в більшості технічних пристроїв, деформації не піддаються безпосередньому спостереженню. Тому корисно, ведучи мову про деформацію якої-небудь деталі пристрою, показувати цей вид деформації на спеціальному навчальному приладі (рис.102).

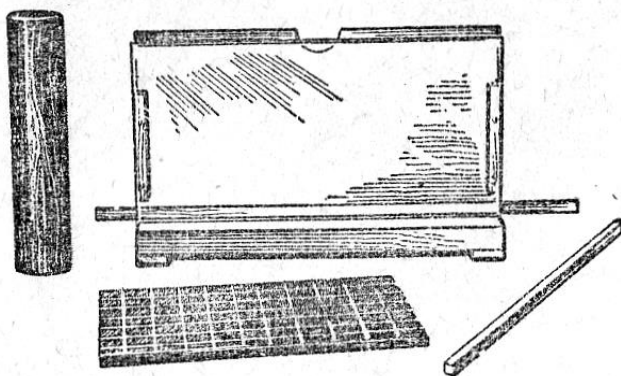


Рис.102. Прилад для демонстрації

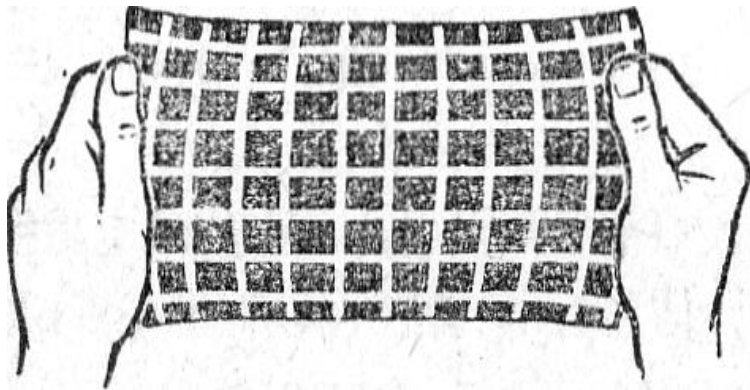


Рис.103. Деформація розтягу видів деформації

Головна деталь приладу – пластина з пористої гуми розміром 22 X 14 X 0,8 см, розкреслена білою фарбою на рівні квадрати. Для демонстрації розтягування пластину беруть двома руками за кінці й розтягують (рис.103). При цьому учні спостерігають подовження пластини в горизонтальному напрямі і деяке поперечне стиснення у вертикальному. Форма кліток на пластині також відповідно змінюється.

Стискування демонструють на цій же пластині. Її закладають в плоску вертикальну касету з передньою стінкою з органічного скла. Потім натискають двома руками на рейку, покладену поверх пластини, як показано на рисунку 104,а і спостерігають укорочення пластини у вертикальному напрямі і деяке розширення в горизонтальному. Слід зазначити, що при деформаціях розтягування і стискання подовжня і поперечна деформації не компенсують один одного: у першому випадку об'єм тіла збільшується, а в другому зменшується. Для демонстрації зрушення верхню і нижню рейки, між якими злегка затиснута пластина, зрушують в протилежні сторони. Внаслідок цього всі горизонтальні паралельні лінії зрушуються відносно один одного, зберігаючи паралельність, а вертикальні лінії стають похилими (рис.104, б).

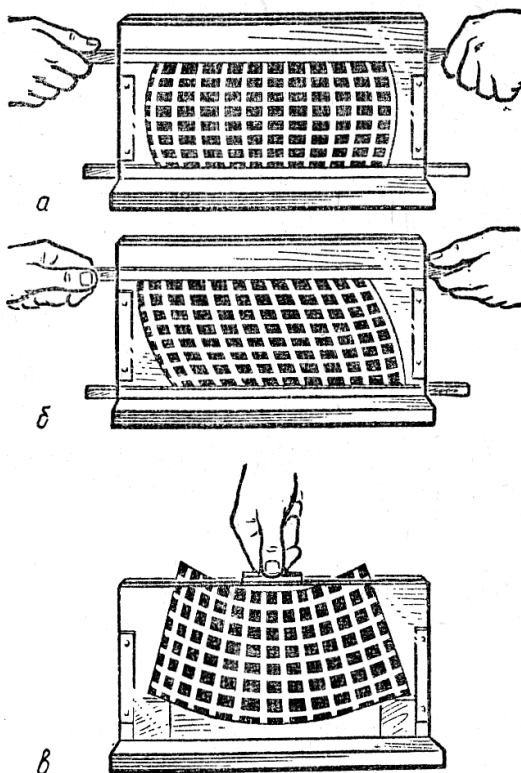


Рис.104. Деформація стиснення (а), зсуву (б), вигину (в).



Рис.105. Деформація кручення

В касеті нижню рейку замінюють двома підставками, як показано на рисунку 104,в, кладуть на них пластину і, натискаючи на її середину коротким брусом, демонструють деформацію вигину. По розташуванню ліній на пластині помічають, що в нижній частині пластини сталося розтягування, у верхній – стискання, а довжина середньої частини залишилась без змін. Для демонстрації деформації кручення пластину обертають навколо дерев'яного циліндра і закручують (рис.105). При цьому паралельні лінії перетворюються в гвинтові.

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати умову рівноваги важеля.

Обладнання: динамометр трубчастий на 10 Н, важіль демонстраційний, штатив універсальний, набір вантажів з двома гачками, метр демонстраційний.

Демонстраційний важіль підвішують на металевій осі, укріпленій в муфті штатива. Переміщаючи зрівняльні вантажі на кінцях, наводять важіль в горизонтальне положення. По обидві сторони від точки опори підвішують до важеля на дротяних петельках вантажі так, щоб важіль залишився в рівновазі (рис.106). Потім визначають величину, напрям і плече кожної сили. Результати вимірів записують на дошці.

Дослід повторюють кілька разів, змінюючи величини сил і їх плечі. Аналізуючи результати дослідів, встановлюють, що в такого важеля сили діють в одному напрямі, точки прикладання сил розташовані по обидві сторони відносно опори, а важіль знаходиться в рівновазі тоді, коли сили, що діють на нього, пропорційні плечам.

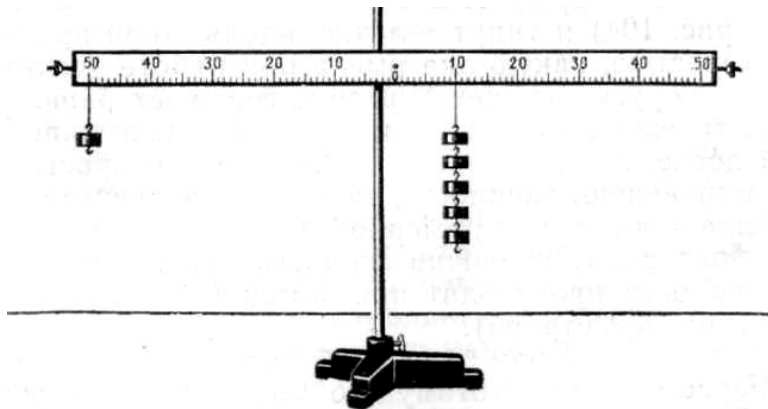


Рис.106. Рівновага сил на важелі

Потім збирають установку по рисунку 107 і знову демонструють рівновагу сил на важелі.

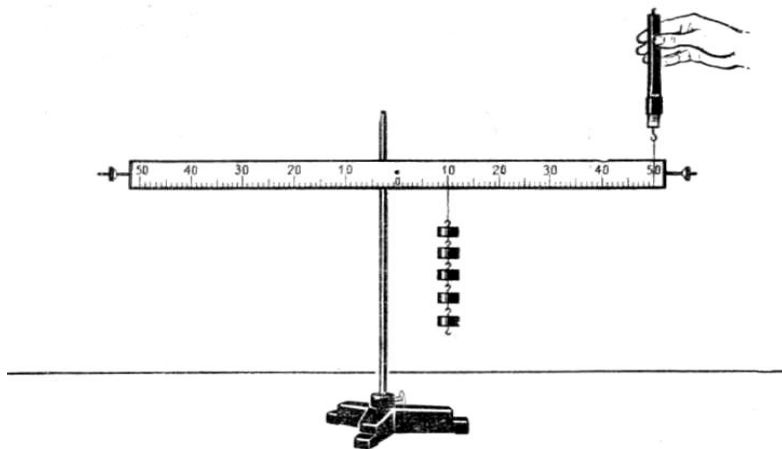


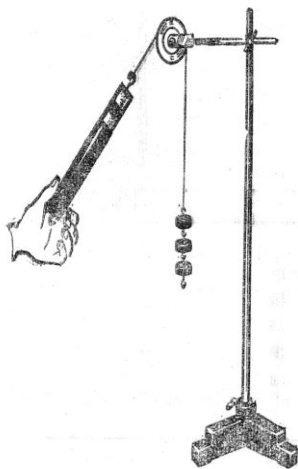
Рис.107. Рівновага сил на важелі, направлених в протилежні сторони

Дослід також повторюють кілька разів, змінюючи вагу вантажів і точки прикладання сил. В результаті встановлюють, що в цього важеля сили прикладені по одну сторону від опори і направлені в протилежні сторони, але при рівновазі сили, що діють в протилежні сторони пропорційні їх плечам, як в першого важеля.

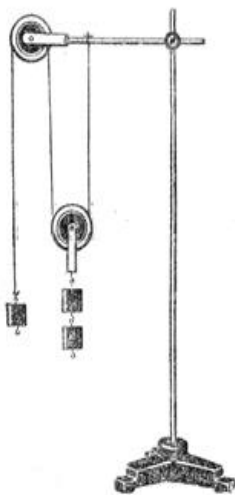
Завдання 9. Підготувати й продемонструвати дію нерухомого та рухомого блоків.

Обладнання: динамометр трубчастий на 10 Н, блок нерухомий на стержні, блок рухомий, штатив універсальний, вантажі з двома гачками.

Спочатку демонструють зміну напрямку сили за допомогою нерухомого блоку. Для цього блок укріплюють на верхньому кінці стійки штатива (рис.108, а). Через блок перекидають нитку. До одного кінця нитки підвішують, наприклад, три вантажі, а до другого – причіплюють динамометр. Беруть динамометр в руку і натягують нитку так, щоб вантажі повисли на нитці. Пояснюють, що нерухомий блок можна розглядати як рівноплечий важіль, в якого плечі сил дорівнюють радіусу блоку. Змінюючи кут нахилу нитки до вертикалі, показують, що величина сили, що діє на динамометр, дорівнює вазі вантажу і залишається незмінною при будь-якому напрямку нитки.



а)



б)

Рис.108. Рівновага сил: на нерухомому блоці (а), на рухомому блоці (б)

Роблять висновок: нерухомий блок не переважає в силі, але дозволяє змінювати напрям дії сили.

Далі демонструють рівновагу сил на рухливому блоці. Установку збирають, як показано на рисунку 108,б. При збірці звертають увагу, щоб всі три відрізки нитки були паралельні один одному. Для компенсації ваги рухливого блоку до вільного кінця нитки, перекинутої через нерухомий блок, прив'язують додатковий вантаж, рівний половині ваги рухливого блоку.

Після цього до блоку підвішують спочатку два, а потім чотири вантажі, а до нерухомого – один, а потім два і кожного разу спостерігають повну рівновагу системи. Пояснюють, що такий блок можна розглядати як важіль, в якого плече однієї сили дорівнює радіусу блоку, а плече другої – діаметру блоку.

10. Фізичний практикум до теми «Тиск твердих тіл, рідин і газів»

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати передачу тиску рідинами та газами.

Обладнання: куля Паскаля, склянка з водою.

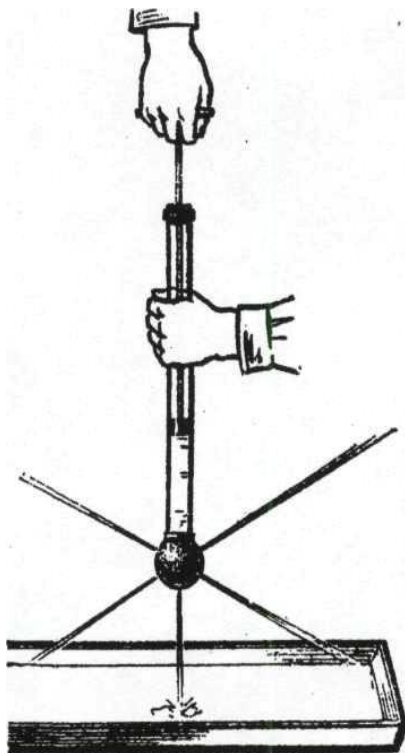


Рис.109. Демонстрація передачі тиску за допомогою кулі Паскаля

а) Для виконання досліду треба відкрутити кулю й налити в циліндр води. Поступово натискати на поршень. При цьому тиск поршня на рідину передається у всіх напрямках однаково і струмені води розбризкуються у всіх напрямках на однакову відстань.

б) Передача тиску газами.

Відкрутіть кулю Паскаля від циліндра (куля повинна бути сухою!) і насипте в неї невелику кількість зубного порошку чи порошку крейди. Закрутіть кулю і швидко натисніть на поршень. Під дією тиску газу порошок розлетиться у різні боки. Це є підтвердженням того, що гази передають зовнішній тиск у всіх напрямках однаково.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати будову й принцип дії гідравлічного пресу.

Обладнання: Гідравлічний прес (демонстраційний), плакат.

Прилад використовують для вивчення будови й роботи гідравлічного пресу і для демонстрації дослідів, в яких потрібен значний тиск.

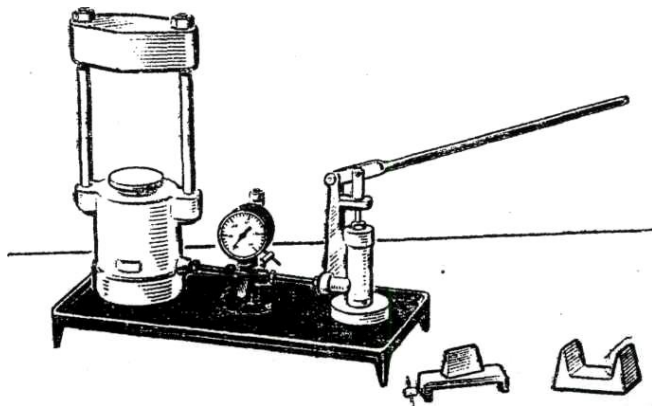


Рис.110. Гідравлічний прес з приладдям

Гідравлічний прес складається з таких основних частин:

1) *Нагнітального насоса* у вигляді прямокутного паралелепіпеда розміром 20х80х120мм, виготовленого із оргскла. У насосі закріплено плунжер, запобіжний клапан, манометр, вентиль, сальник, заглушка, всмоктувальна і відливна трубка.

Завдяки тому, що панель прозора, всі маслопровідні канали, плунжер і клапани добре видно. Насос змонтовано за допомогою гвинтів на кришці масляного бачка. У насосі є:

а) *Поршень (плунжер) насоса*, який має рукоятку на осі. У малому циліндрі під плунжером (поршнем) знаходиться всмоктувальний клапан, що являє собою сталеву кульку діаметром 8 мм. Масло надходить в насос через канал, який закінчується всмоктувальною трубкою, нижній кінець якої опущено в бачок з маслом. Нагнітальний клапан насосу розташований у сусідньому вертикальному каналі під запобіжним клапаном. Нагнітальний клапан також являє собою сталеву кульку діаметром 8 мм.

Всмоктувальний і нагнітальний клапани лежать в притертих гніздах маслопроводу і притискаються під впливом тиску масла і спіральних пружин.

б) *Запобіжний клапан* у вигляді сталеві кульки притискається до сідла спіральною пружиною. Клапан, пружина і гвинт, що регулює силу тиску пружини на клапан, змонтовані в циліндричному корпусі, виготовленому із прозорого оргскла. Під тиском, більшим від допустимого (50 кг/см²) клапан піднімається, стискаючи пружину, і масло виходить з маслопроводу, у зв'язку з чим тиск в системі знижується.

в) *Манометр* з циферблатом.

г) *Випускний клапан* у вигляді сталевий кульки діаметром 3,5 мм, що притискується до сідла стержнем вентиля. Під час відкриття вентиля кулька під тиском масла відходить від сідла і масло через канал входить в трубку, опущену в бачок.

2) *Бачок для масла*. Об'єм бачка 0,3 л. Бачок закрито кришкою, на якій закріплено нагнітальний насос. У кришці є отвір для наливання масла.

3) *Трубки маслопроводу* по яких масло із насосу подається у великий циліндр.

4) *Великий циліндр* виготовлений із прозорого оргскла. У великому циліндрі знаходиться поршень, що має зверху плиту.

Поршень щільно підганяється до циліндра за допомогою прокладки-манжети. Манжета виготовляється із м'якої шкіри чи спеціальної гуми. Шкіряна манжета змочується тваринним салом. Над поршнем на двох міцних сталевих колонках (стержнях) закріплена верхня нерухома плита в якій є два отвори для установки пристосувань для демонстрації розриву сталевий стержня. На колонках нанесено поділкі, які показують гранично допустимі підняття поршня.

5) *Підставки*, на яких змонтовано всі частини гідравлічного пресу.

6) *Пристосування для розриву* сталевий стержня.

Ущільнення у плунжері, трубці-маслопроводі і вентилі досягається за допомогою сальників, що являють собою циліндричну заглибину. На дно сальника кладуть змащений азбестовий шнур чи шпагат. Сальник закручують гайкою.

Принципи дії преса.

При підніманні плунжера вгору під ним, у малому циліндрі, утворюється розріджений простір. Атмосферний тиск, діючий на масло у бачку, піднімає клапан, масло і входить у малий циліндр. При опусканні плунжера масло тисне на нижній клапан, притискує його до сідла і закриває канал, сполучений з бачком. Коли тиск плунжерна на масло перевищить тиск під великим поршнем, клапан, піднімаючись, пропустить масло у великий циліндр і тим самим змушує великий поршень пресу підніматися. Якщо між нижньою і верхньою плитами преса знаходиться якийсь предмет, то він може бути стиснений силою, яка вимірюється манометром.

Завдання 3. Продемонструвати силу тиску рідини на дно посудини.

Обладнання: скляний циліндр з пришліфованим дном, яке відпадає, скляна посудина, хімічний стакан із забарвленою водою, екран білий.

Прилад для даної демонстрації являє собою скляний відкритий з обох сторін циліндр, до одного з боків якого добре пришліфована кругла скляна пластина з гачком у центрі. До гачка прикріплюють нитку, яку пропускають в циліндр.

Для того, щоб пластина не впала нитка має бути довшою, ніж циліндр.

Натягуючи нитку, притискають пластинку до нижньої пришліфованої кромки циліндра. Потім опускають циліндр з притисненим дном в скляну посудину з чистою водою (див. рисунок 111). Звертають увагу учнів на те, що тепер дно підтримується тиском рідини, напрямленим знизу вгору і не випадає.

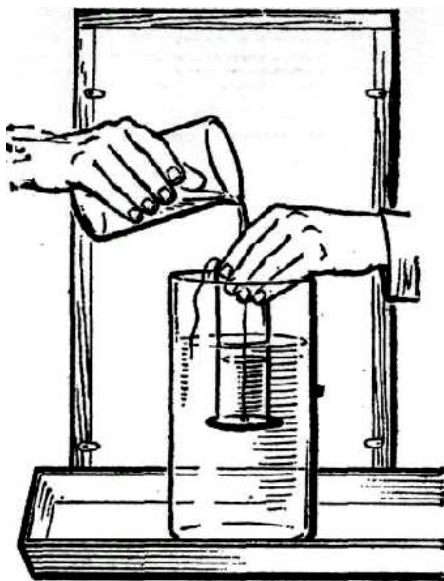


Рис.111. Сила тиску на дно посудини

Для визначення сили тиску яка діє на дно, починають підливати забарвлену воду в циліндр. Причому забарвлення допомагає слідкувати за рівнем води у циліндрі.

Сила, що притискає дно до циліндра, починає зменшуватися, тому що на дно зверху вниз діє сила тиску рідини, наливої в циліндр. Як тільки циліндр наповниться водою до рівня води в посудині, сила тиску рідини зовні урівноважиться вагою стовпчика рідини в циліндрі і дно відпаде. Робимо висновок.

Під час демонстрації за приладом треба розташувати білий екран чи підсвітку. Тоді чіткіше буде видно рівні рідини й легше помічати їх співпадання в момент, коли відпадає дно від циліндра.

Завдання 4. Продемонструвати незалежність сили тиску рідини на дно посудини від форми посудини.

Обладнання: прилад Паскаля, кювета, посудина з водою.

Прилад для цього досліду складається з основи, на яку кріпиться кільцеподібна оправа з різьбою. Ця оправа, відкрита зверху, затягнута знизу тонкою гумовою плівкою, яка дотикається до круглої пластинки, з'єднаної важелем з легкою рухомою стрілкою. До приладу додається чотири посудини різної форми і об'єму. Кожна посудина має металеву оправу з різьбою, через яку вона встановлюється на приладі. Всі посудини мають однакову площу основи.

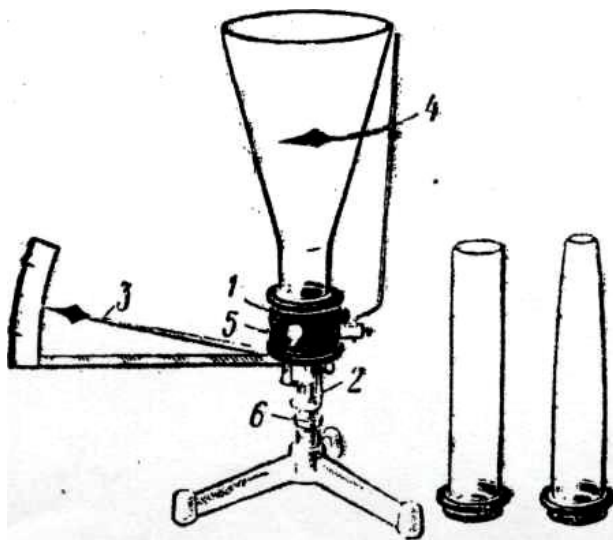


Рис.112. Прилад Паскаля

Завдання 5. Продемонструвати тиск рідини на стінки посудини.

Обладнання: циліндр з отворами на різній висоті, склянка з водою, кювета.

У цьому досліді використовується саморобний прилад-циліндр з отворами. Його установка для досліду зрозуміла із малюнка:

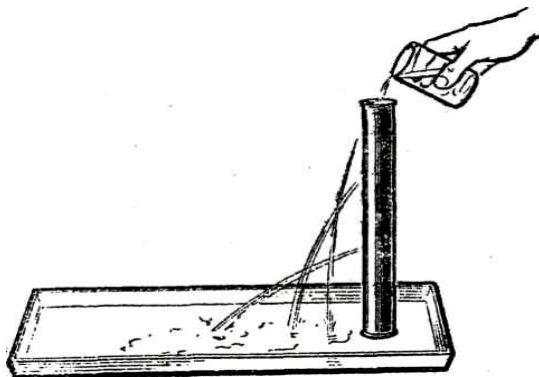


Рис.113. Тиск рідини на стінки посудини

Циліндр швидко наповнюють водою і звертають увагу учнів на те, що, чим нижче розташовано отвір, тим з більшою швидкістю й далі витікає із нього вода, тобто, тим більший тиск води біля отвору. Для того, щоб струмені води не спадали, весь час потрібно підливати воду в циліндр, підтримувати її рівень приблизно однаковим.

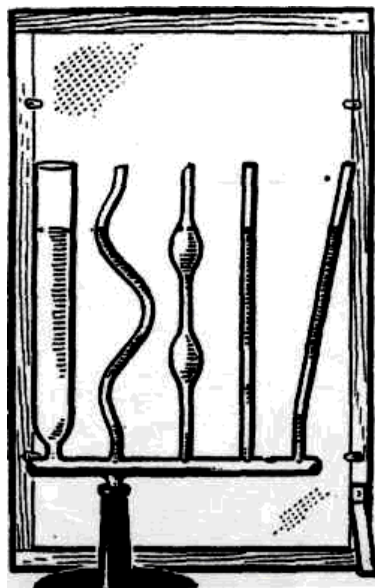


Рис.114. Сполучені посудини

Завдання 6. Продемонструвати рівновагу рідини в сполучених посудинах.

Обладнання: сполучені посудини, хімічний стакан, кювета, гумова трубка з лійкою, екран.

Спочатку показують дослід з двома сполученими посудинами у вигляді скляної трубки і лійки, з'єднаних між собою гумовою трубкою і встановлюють, що однорідна рідина розташовується на однаковому рівні.

Далі переходять до демонстративного приладу який являє собою 4-5 скляних трубок різної форми і різного перерізу, з'єднаних між собою горизонтальною трубкою однакового перерізу.

Щоб показати рівновагу однорідної рідини у цих трубках, у прилад через широку трубку наливають воду, злегка забарвлену фуксином чи іншим барвником. Води беруть стільки, щоб вона піднялась дещо вище половини висоти вертикальних трубок. За приладом встановлюють білий екран і звертають увагу учнів на рівні рідини у всіх трубках.

Завдання 7. Ознайомитися з дослідом Торрічеллі.

Обладнання: плакат, малюнок на дошці, малюнок у підручнику.

Дослід проводився з метою показати величину і спосіб вимірювання атмосферного тиску.

Для цього скляну трубку, завдовжки близько 85 см, запаяну з одного кінця, заповнювали ртуттю. Відкритий кінець трубки закривали пальцем, трубку перевертали запаяним кінцем вгору. В такому положенні занурювали нижній кінець трубки у ртутну ванну, куди попередньо теж заливали ртуть до рівня 2-2,5 см.

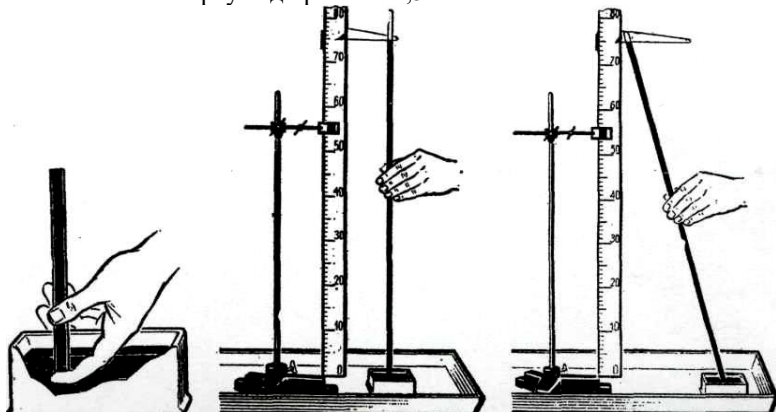


Рис.115. Дослід Торрічеллі

Коли ртуть закривала нижню частину трубки, палець прибирали. При цьому деяка кількість ртуті виливалася у ванночку. Після кількох коливань установлювалася рівновага, причому ртуть всередині трубки розміщувалася приблизно на 76 см вище, ніж у ртутній ванні. Звертали увагу на те, що при незмінному зовнішньому тискові висота стовпчика ртуті майже не залежала від положення трубки (для цього нахилили трубку вбік і спостерігали, що довжина ртутного стовпчика збільшується, а висота його над рівнем ртуті у ванночці залишається незмінною).

Словесними міркуваннями підводять учнів до думки про те, що із зміною зовнішнього тиску буде змінюватися висота ртутного стовпчика.

Таку гіпотезу висловив Торічеллі, він пояснював ці коливання змінами атмосфери, яка буває «іноді важчою і густою, іноді легшою і розрідженою». Таким чином людство отримало точний прилад – барометр – для вимірювання тиску атмосфери. Ртутний барометр не втратив свого значення й тепер, але застосовується лише у фізичних лабораторіях з такою зміною конструкції, щоб зменшити поверхню випаровування ртуті (бо пара ртуті отруйна). Тому в умовах школи цю демонстрацію не проводять. У побуті поширені виготовлені із металу барометри-анероїди.

Завдання 8. Проявити силу атмосферного тиску за допомогою магдебурзьких півкуль.

Обладнання: магдебурзькі півкулі, насос, штативи, гири 2кг-5кг, гумова трубка до насоса.

У 1654 році бургомістр м. Магдебурга Отто фон Геріке, щоб довести існування атмосферного тиску, виконав дослід: він викачав повітря з порожнини між двома металевими півсферами, складеними одна до одної. Тиск атмосфери так сильно притиснув півкулі одну до одної, що їх не могли розірвати кілька пар коней.

Цей дослід можна відтворити на уроці з фізики використовуючи прилад, який дістав назву «Магдебурзькі півкулі».

Перед дослідом пришліфовані поверхні півкуль протирають і змащують тонким шаром вазеліну чи тавоту. Потім складають установку, як показано на малюнок, але без гирі.

Ніпель крану півкулі з'єднують гумовою трубкою з насосом Ковальського. Перед відкачуванням повітря нижню півкулю підтримують рукою, але після 2–3 обертів рукоятки насоса її відпускають. Зробивши ще декілька рухів поршня насоса, кран закривають і від'єднують гумову трубку від півкуль. До нижньої півкулі підвішують гири і по-

казують, що її вага менша від сили атмосферного тиску, який стискає прилад – гиря не може роз'єднати півкулі.

Потім ледве-ледве повертають кран. Зовнішнє повітря повільно входить всередину приладу: півкуля з гирею відривається від верхньої і повисає на мотузці.

Нижню півкулю треба прив'язати до перекладки штативу для того, щоб під час досліду вона не впала на стіл і не пошкодила його, а також свою шліфовану поверхню (після чого півкуля стане непригодною для демонстрації).

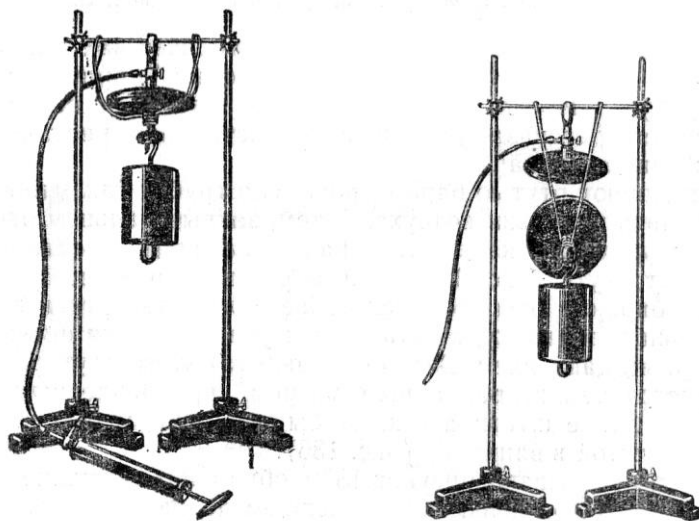


Рис.116. Дослід з магдебурзькими півкулями

Завдання 9. Ознайомитися з будовою та принципом дії барометра-анероида, металічного манометра і мікроманометра.

Обладнання: таблиці, барометр-анероїд, тарілка з ковпаком від повітряного насосу, насос, гумова трубка.

1. Показують учням барометр-анероїд, пояснюють, що він використовується для вимірювання зовнішнього атмосферного тиску.

Основною його частиною є металева коробочка (1) з хвилястою (гофрованою) поверхнею. З коробочки викачено повітря. Коли атмосферний тиск зростає, кришка прогинається вниз і натягує пружину (2). Зі зменшенням атмосферного тиску пружина випрямляє кришку. Пружина за допомогою системи важелів (3) з'єднана з стрілкою (4), яка внаслідок зміни атмосферного тиску пересувається по шкалі, програ-

дуйованій за показами ртутного барометра. Анероїд значно зручніший у користуванні й екологічно чистіший, ніж ртутний барометр.

Треба пояснити учням, що повітря викачане з коробочки для того, щоб прилад не реагував на зміну зовнішньої температури.

Слід звернути увагу учнів на те, що знання стану зовнішнього атмосферного тиску і особливо напрямку зміни його є одним із важливих факторів складання прогнозу погоди. Правда, знання лише зовнішнього тиску для цього недостатньо. Для того, щоб обґрунтовано передбачати погоду, треба знати зміну напрямку і швидкість вітру, температуру зовнішнього повітря, його вологість тощо. Тому один барометр не «прогнозує» погоду. Його покази відповідають лише величині атмосферного тиску. Що стосується надписів «Буря», «Осадки», «Переменно», то їх слід розуміти так, що зниження атмосферного тиску частіше всього передує опадам, а постійне підвищення тиску – ясній погоді.

Для демонстрації дії барометра-анероїда складають установку, показану на рисунку:

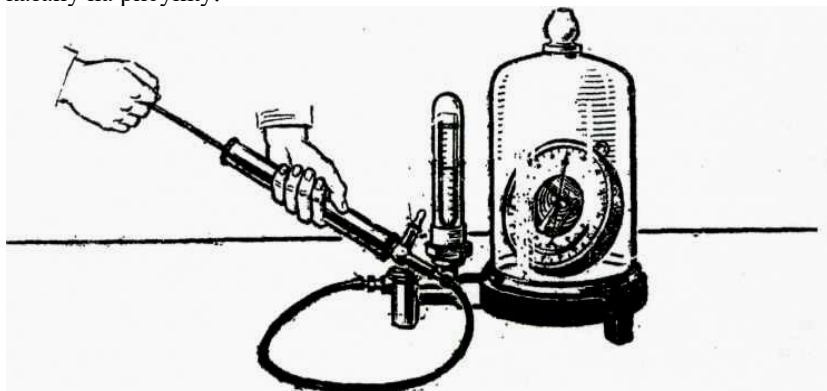


Рис.117. Дія барометра-анероїда

Барометр встановлюють на тарілці під ковпаком так, щоб учням було видно шкалу і стрілку приладу.

З'єднують насос гумовою трубкою з ніпелем вакуумної тарілки. Звертають увагу учнів на стрілку барометра і виконують 3-5 рухів поршнем насоса. Повітря під ковпаком розріджується і стрілка барометра відхиляється вліво.

Після цього впускають повітря під ковпак і показують, що стрілка повертається у початкове положення. Далі приєднують гумову трубку

до нагнітального ніпеля насоса і нагнітають повітря під ковпак. Тиск збільшиться, стрілка барометра почне відхилятися вправо.

2. Металевий манометр.

Основною частиною металевого манометра є зігнута у коло металева трубка (1), один кінець якої закрито. Другий кінець сполучається з посудиною (4), де треба виміряти тиск. Із збільшенням тиску трубка розгинається і рух закритого кінця її за допомогою важеля (5) та зубчатих коліс (3) передається стрілці (2), яка переміщується по шкалі приладу. Коли тиск зменшується, трубка внаслідок своєї пружності повертається у попередній стан, а стрілка знову встановлюється на відповідній поділці шкали.

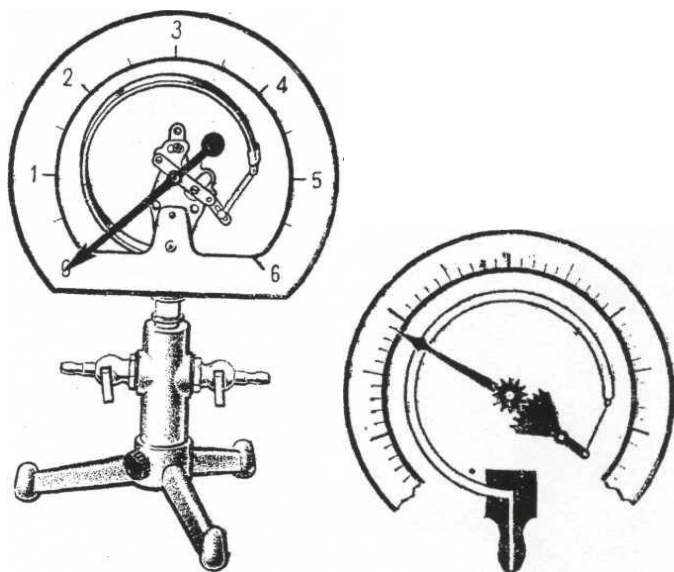


Рис.118. Металевий манометр

Завдання 10. Продемонструвати будову й принцип дії нагнітаючого та розріджувального насоса.

Обладнання: моделі всмоктувального та нагнітального насосів, посудини з водою, кювета, екран, склянка.

Скляні моделі насосів дозволяють досить чітко прослідкувати роботу клапанів – найбільш важливої частини приладу.

Для демонстрації насосів у стакани, підставлені під насоси, наливають забарвлену рідину. Повільно піднімаючи поршень вгору, пока-

зують, що завдяки зовнішньому тиску в обох насосах нижній клапан теж піднімається вгору, пропускаючи воду із стакану в циліндр насоса.

Потім також повільно опускають поршень вниз і показують, що при цьому у всмоктувального насоса нижній клапан щільно закриває вхід у циліндр, а верхній пропускає рідину в простір над поршнем.

При наступному рухові поршня вгору нова порція води ввійде із стакану в циліндр, а вода, що знаходилась над поршнем, одночасно буде вливатися зовні в підставлену посудину.

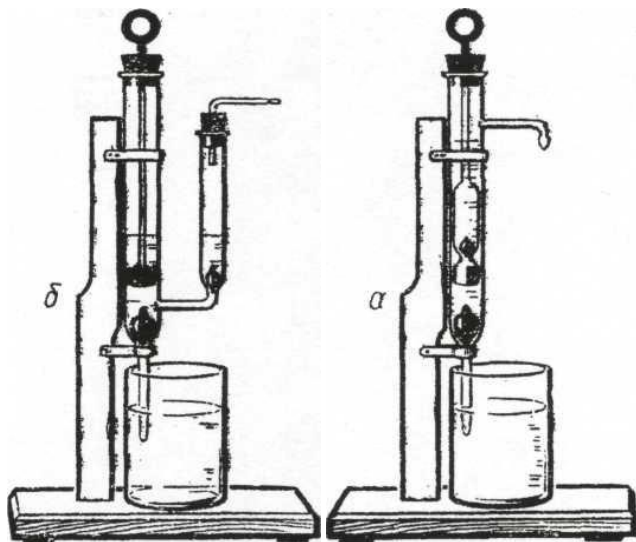


Рис.119. Водяні насоси

У нагнітального насоса під час повільного опускання поршня нижній клапан закриє вхід в циліндр, а верхній підніметься, пропускаючи воду в бокову трубку. Характерною особливістю нагнітального насосу є те, що ним можна подавати воду під тиском, який створюється поршнем при опусканні його вниз.

На цьому варто наголосити, показавши учням, як після заповнення бокової трубки при тискові на поршень вода сильним струменем виливається із вузького наконечника.

Щоб краще бачити рух клапанів слід розташувати за установкою екран.

Перед дослідом циліндри і поршні необхідно змочити водою: вони будуть щільніше прилягати один до одного і не пропускати повітря.

Завдання 11. Продемонструвати Архімедову силу.

Обладнання: відерце Архімеда, штатив, посудина з водою об'ємом ≈ 3 л, стакан відливний.

Прилад «відерце Архімеда» використовують для демонстрації дії тиску рідини на занурене в неї тіло. Прилад складається із відерця, циліндра, які можна з'єднати між собою ниткою та пружинного динамометра з дисковим показником. Пружина закріплена у скобі, розтяг її можна зафіксувати «гусариком», що вертикально переміщується по стійці скоби.

Перед дослідом показують, що об'єм відерця відповідає об'єму циліндра.

Складають установку за малюнком:

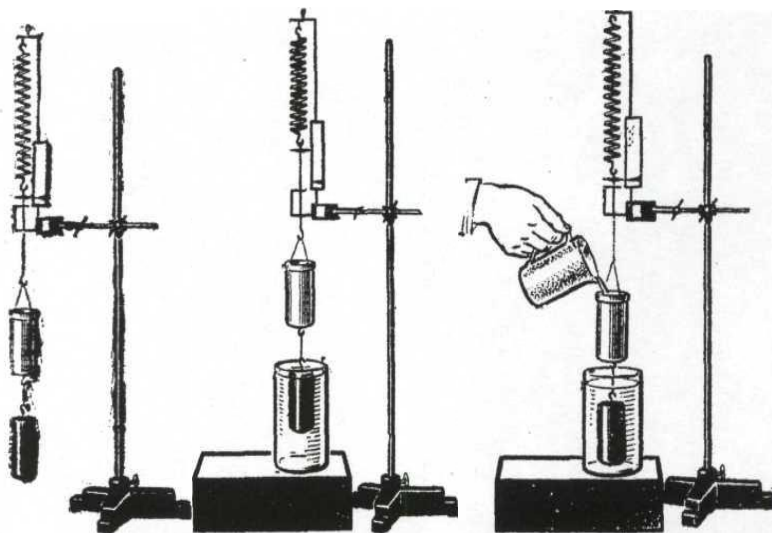


Рис.120. Демонстрація Архімедової сили

Звертають увагу на положення диска-показника, відмічають його положення гусариком. Опускають циліндр в посудину з водою так, щоб він занурився приблизно на половину. Звертають увагу на положення диска.

Циліндр занурюють повністю, знову звертають увагу на положення диска. Занурюють циліндр ще глибше. Роблять висновок.

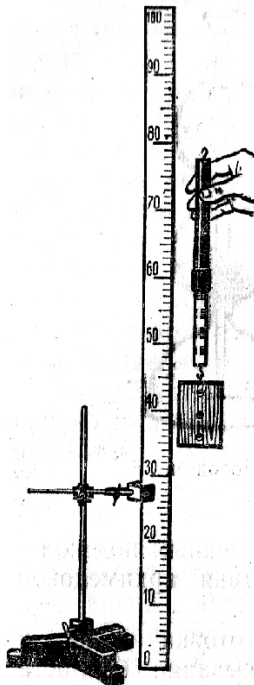


Рис.121. Демонстрація роботи при піднятті тягарця

Повільно наливають воду у відерце до тих пір, поки вона не поллється через край. Звертають увагу учнів на положення диска-показника. Роблять висновок.

11. Фізичний практикум до теми «Механічна робота. Енергія»

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати дослід по визначенню роботи при підніманні вантажу по вертикалі й переміщенні його по горизонталі.

Обладання: трибометр, динамометр трубчастий на 2,5 Н, метр демонстраційний, штатив універсальний, брусок.

У лапці штатива укріплюють вертикально демонстраційний метр так, щоб його кінець з нульовою поділкою торкався кришки столу. До гачка динамометра, який тримають в руці, підвішують дерев'яний бру-

сок і вимірюють його вагу. Потім брусок разом з динамометром розташовують збоку демонстраційного метра і рівномірно піднімають на висоту 60–70 см (рис.122). Вираховують величину роботи, виражаючи її в джоулях. При цьому підкреслюють, що ця робота була здійснена по подоланню сили тяжіння.

Після цього кладуть брусок на дошку трибометра (можна на кришку столу) і за допомогою динамометра переміщують брусок рівномірно на таку ж відстань, як в першому випадку. Під час руху помічають покази динамометра, тобто вимірюють силу тяги.

Знаючи величину сили, що діє, і пройдений шлях, знову обчислюють роботу, виражаючи її в джоулях. Звертають увагу на те, що робота в другому випадку була здійснена по подоланню сили тертя ковзання.

Порівнюючи результати двох вимірів, приходять до висновку: робота, здійснена при підйомі вантажу, значно більше роботи, витраченої на переміщення цього вантажу на таку ж відстань по горизонтальній площині, оскільки сила тяжіння значно більше сили тертя.

Не дивлячись на простоту описаного досліду, він завдяки наочності і конкретності допомагає учням отримати правильне уявлення про роботу і спосіб її виміру.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати дослід з простими механізмами – перетворювачами сили.

Обладнання: важіль демонстраційний, блок нерухомий, блок рухомий, динамометри демонстраційний і лабораторний, штатив універсальний, тягарці з двома кінцями, лінійка.

Особливу увагу треба звернути на важіль: продемонструвати умови рівноваги важеля, звернути увагу на те, як визначаються плечі сил; показати, що важелі можуть бути I роду – коли вісь обертання міститься між точками прикладання сил, і II роду – коли точки прикладання сил розміщені по один бік від осі обертання.

Засвоєнню матеріалу про важіль і умови його рівноваги буде допомагати передбачена програмою лабораторна робота, під час виконання якої учні навчатимуться користуватися таким простим механізмом, як важіль, й експериментально перевіряти умови його рівноваги.

Важіль. Рівновага сил на важелі

Продемонструвати дослід з важелем I і II роду, як це показано на рис.122.

Умови рівноваги важеля записати як у вигляді рівності відношень сил і плечей, так і у вигляді рівності моментів сил.

Обов'язково треба звернути увагу на те, який вииграш у силі можна одержати, користуючись важелем.

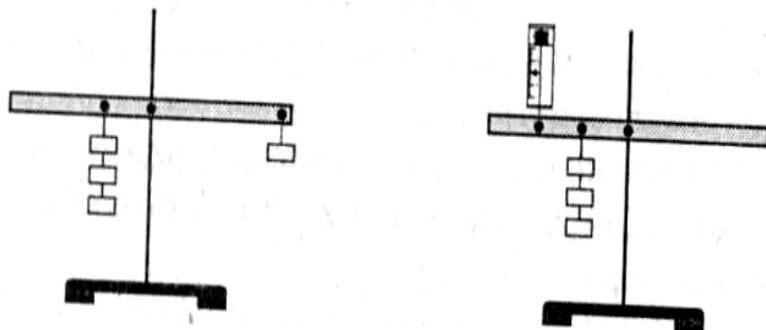


Рис.122. Рівновага сил на важелі

Блоки – нерухомий і рухомий.

Продемонструвати досліди, показані на мал. 88 а, б. Довести, що нерухомий блок не дає виграшу в силі, а рухомий – дає у 2 рази.

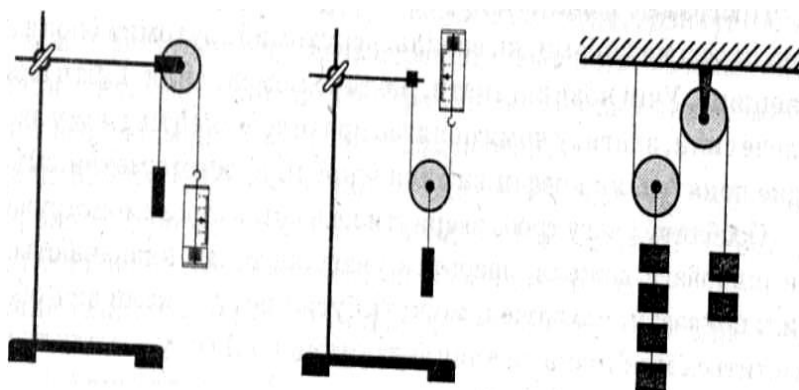


Рис.123. а – нерухомий блок, б – рухомий блок,
в – рухомий і нерухомий блок

Також показати, що замість динамометра, яким вимірюється прикладена сила, можна скористатися тягарцями, які будуть зрівноважувати вагу вантажів, підвішених до блоку. Для рухомого блоку в цьому випадку доведеться скористатися ще й нерухомим блоком (рис.123, в).

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати рівність робіт на важелі.

Обладнання: динамометр трубчастий на 10 Н, важіль демонстраційний, штатив універсальний, набір вантажів з двома гачками, метр демонстраційний.

Демонстраційний важіль підвішують на металевій осі, укріпленій в муфті штатива. Переміщаючи зрівняльні вантажі на кінцях, наводять важіль в горизонтальне положення. По обидві сторони від точки опори підвішують до важеля на дротяних петельках вантажі так, щоб важіль залишився в рівновазі (рис.124). Потім визначають величину, напрям і плече кожної сили. Результати вимірів записують на дошці.

Дослід повторюють кілька разів, змінюючи величини сил і їх плечі. Аналізуючи результати дослідів, встановлюють, що в такого важеля сили діють в одному напрямі; точки прикладання сил розташовані по обидві сторони відносно опори; важіль знаходиться в рівновазі тоді, коли сили, що діють на нього, пропорційні плечам.

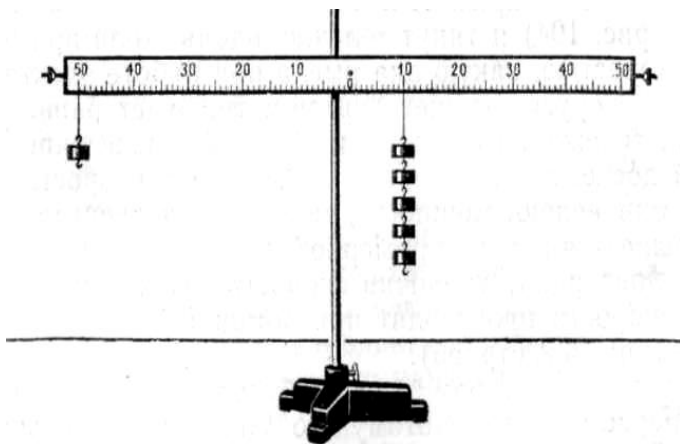


Рис.124. Рівновага сил на важелі

Потім збирають установку по рисунку 125 і знову демонструють рівновагу сил на важелі.

Дослід також повторюють кілька разів, змінюючи вагу вантажів і точки прикладання сил. В результаті встановлюють, що в цього важеля сили прикладені по одну сторону від опори і направлені в протилежні сторони, але при рівновазі сили, що діють в протилежні сторони пропорційні їх плечам, як в першого важеля.

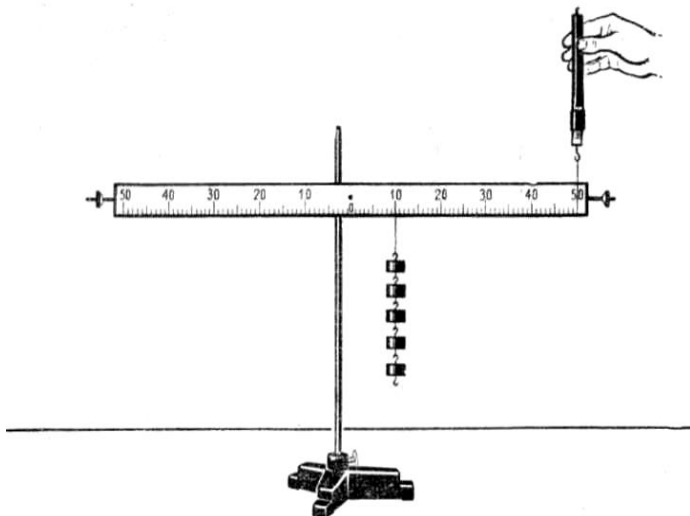


Рис.125. Рівновага сил на важелі, направлених в протилежні сторони

Завдання 4. Підготувати й продемонструвати рівновагу сил на рухомому й нерухомому блоці.

Обладнання: динамометр трубчастий на 10 Н, блок нерухомий на стержні, блок рухливий, штатив універсальний, вантажі з двома гачками.

Спочатку демонструють зміну напрямку сили за допомогою нерухомого блоку. Для цього блок укріплюють на верхньому кінці стійки штатива (рис.126, а). Через блок перекидають нитку. До одного кінця нитки підвішують, наприклад, три вантажі, а до другого – причіплюють динамометр. Беруть динамометр в руку і натягують нитку так, щоб вантажі повисли на нитці. Пояснюють, що нерухомий блок можна розглядати як рівноплечий важіль, в якого плечі сил дорівнюють радіусу блоку. Змінюючи кут нахилу нитки до вертикалі, показують, що величина сили, що діє на динамометр, дорівнює вазі вантажу і залишається незмінною при будь-якому напрямку нитки.

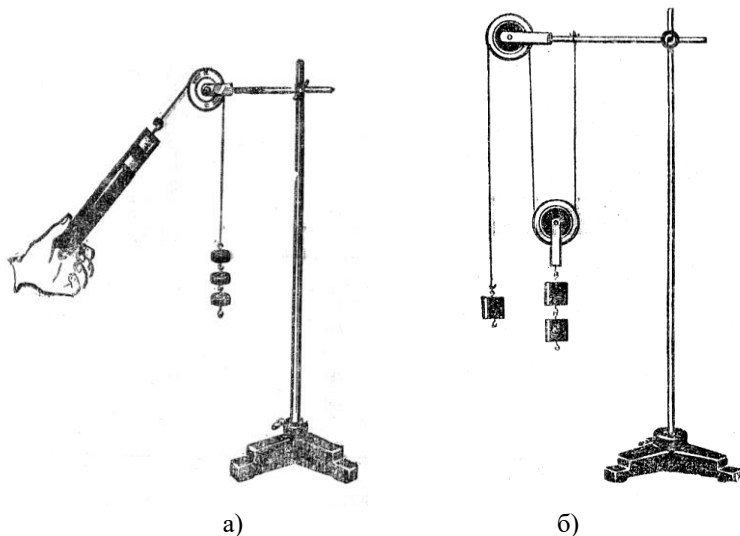


Рис.126. Рівновага сил: на нерухомому блоці (а), на рухомому блоці (б)

Роблять висновок: нерухомий блок не дає виграшу в силі, але дозволяє змінювати напрям дії сили.

Далі демонструють рівновагу сил на рухливому блоці. Установку збирають, як показано на рисунку 126, б. При збірці звертають увагу, щоб всі три відрізки нитки були паралельні один одному. Для компенсації ваги рухливого блоку до вільного кінця нитки, перекинutoї через нерухомий блок, прив'язують додатковий вантаж, рівний половині ваги рухливого блоку.

Після цього до блоку підвішують спочатку два, а потім чотири вантажі, а до нерухомого – один, а потім два і кожного разу спостерігають повну рівновагу системи. Пояснюють, що такий блок можна розглядати як важіль, в якого плече однієї сили дорівнює радіусу блоку, а плече другої – діаметру блоку.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати рівновагу сил на похилій площині.

Обладнання: похила площина – трибометр з котком і чашечкою, метр демонстраційний, динамометр, набір важків до 100 г, штатив з муфтою.

Похилу площину (трибометр) закріплюють у штативі так, щоб її висота була вдвічі менша за довжину (рис.127).

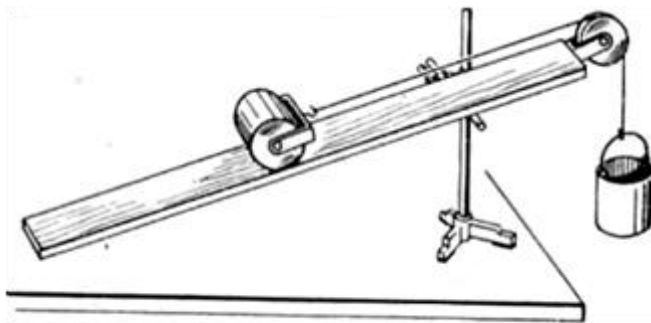


Рис.127. Установка для вивчення умов рівноваги тіла на похилій площині

Демонстраційним метром вимірюють довжину і висоту похилої площини, а динамометром – вагу котка і чашечки. Результати вимірювань записують на дошці. У чашечку кладуть стільки важків, щоб її вага разом з важками дорівнювала половині ваги котка. Ставлять коток на середину похилої площини, перекидають мотузку через блок і, опустивши чашечку, показують, що коток перебуває в рівновазі на похилій площині. Якщо прилад справний, досить зняти з чашечки або покласти в неї невеликий важок, як рівновага порушиться. Дослід повторюють, змінюючи кут нахилу дошки. На основі цих дослідів роблять висновок про те, що похила площина дає вигравш у силі в стільки разів, у скільки довжина похилої площини більша за її висоту. Тертя при цьому не враховують.

Для досліду треба заготовити три моделі клина з різним відношенням ширини обуха до довжини щок.

Завдання 6. Підготувати й продемонструвати рівновагу сил на коловороті.

Обладнання: модель коловорота, два набори гирок з двома крючками (12 шт.), динамометр з круглим циферблатом або трубчастий, штатив лабораторний з муфтою і лапкою, метр демонстраційний, кронциркуль або штангенциркуль.

Модель коловороту (рис.128) складається з двох циліндрів (діаметром 10 і 5 см), насаджених на спільну вісь, що закріплена на скобі металевим стержнем. З одного боку скоби на осі приладу є дрютяна рукоятка з протигаюю, з другого – поворотний гвинт гальмового пристрою для збільшення тертя. На кожному циліндрі є отвір для закріплення кінця нитки, що намотується на циліндр. Радіуси циліндрів і плече рукоятки підбрано так, щоб можна було показати вигреш у силі для відношень 1:4 і 1:8.

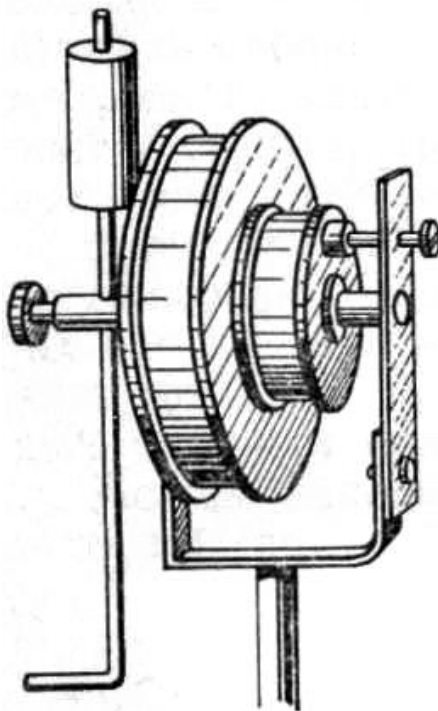


Рис.128. Модель
коловороту

Для демонстрування стержень приладу закріплюють у лапці штатива так, щоб рукоятка була у вертикальному положенні. За нитку, намотану на один з циліндрів, чіпляють гирки з двома крючками, а на кінець рукоятки – динамометр з круглим циферблатом або трубчастий для вимірювання прикладеної

сили. За допомогою приладу можна перевірити закон рівності робіт при підніманні вантажу за допомогою коловороту і без нього (тертя в осях невелике). Збільшуючи за допомогою гальмового пристрою тертя, можна визначити ККД. Для цього обчислюють корисну й виконану роботу.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати визначення ККД рухомого блоку.

Обладнання: блок на стержні, блок з двома гачками, динамометр, набір тягарців, метр демонстраційний, штатив, нитка.

Установку збирають згідно з рисунком 129. Простягаючи динамометр вздовж напрямку нитки, помічають на яку висоту піднімається

тягар і на яку відстань переміститься динамометр. По величинам отриманих довжин, ваги піднятого тягарця і показам динамометра підраховують ККД рухомого блоку.

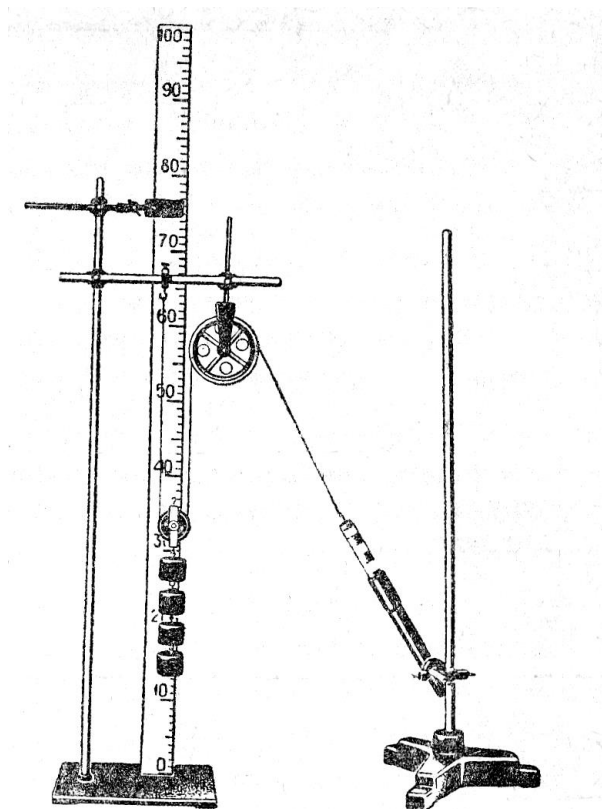


Рис.129. Демонстрація визначення
ККД простого механізму.

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати перетворення енергії.

Тягарець підвішений на пружині.

Обладнання: пружина, гиря, штатив з лапкою і муфтою, стрілка-показчик.

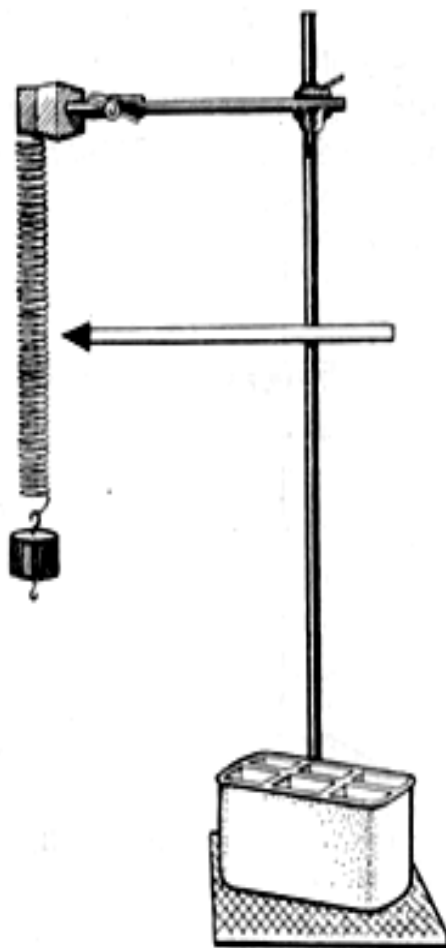


Рис.130. Демонстрація перетворенн енергії

До нижнього кінця пружини від відерця Архімеда (або іншого) підвішують гирю (рис.130). Відтягнувши гирю вниз, відпускають її і спостерігають коливання, які виконуються під дією сили пружності пружини. Послідовно розглядаючи сили, які діють на гирю і характер її руху в різних точках траєкторії, роблять висновок про перехід потенціальної енергії розтягнутої (стиснутої) пружини в кінетичну (потенціальну) енергію гирі.

Маятник Максвелла.

Обладнання: маятник Максвелла, штатив з лапкою і муфтою.

Дослід з маятником Максвелла завжди вражає учнів, і, хоча, в школі повністю розглянути причини саме такого руху маятника неможливо, однак його треба показати. Зауважимо, що маятник працює краще, якщо відстань між точками підвісу його до штатива трохи більша або менша за відстань між точками кріплення ниток підвісу до осі (рис.131).

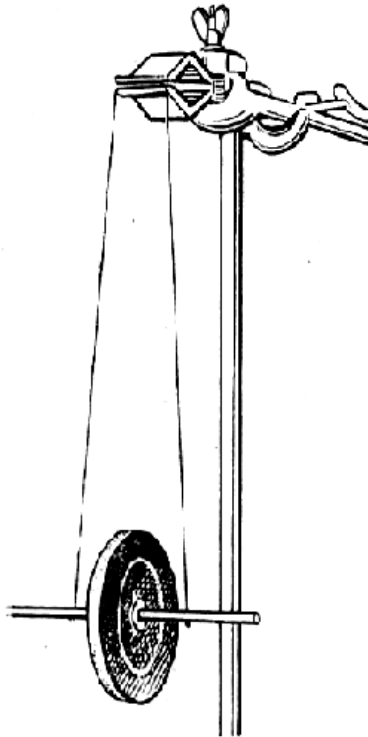


Рис.131. Маятник Максвелла

Математичний маятник.

Обладнання: металева кулька на нитці («математичний маятник»), штатив з двома муфтами і лапкою, короткий штативний стовп.

Цей дослід, відомий під назвою «маятник Галілея», мабуть, один з найбільш переконливих, що підтверджують закон збереження енергії в механічних процесах.

Важку кульку підвішують на нитці завдовжки 40–50 см у лапці штатива. У другій муфті, надягнутій на стояк цього самого штатива, закріплюють короткий стояк або стержень так, щоб він був паралельний площині коливань маятника. Запускають маятник з великою амплітудою і розглядають перетворення енергії, які відбуваються в процесі його коливань. Слід звернути увагу учнів на те, що висота максимального підйому кульки маятника над горизонтальним рівнем положення її рівноваги залежить від швидкості, з якою кулька проходить це положення і, що рівність висот підйому означає рівність швидкостей проходження кулькою положення рівноваги. Зупинивши маятник, встановлюють короткий стояк на висоті, що становить $1/3$ – $1/2$ довжини маятника, над положенням рівноваги. Рукою відхиляють кульку до рівня короткого стояка, що встановлений горизонтально, і відпускають. Гвинт, за допомогою якого муфта з коротким стояком кріпиться до штатива, відпускають також. У той момент, коли кулька перебуває в одному з крайніх положень, короткий стояк повертають так, щоб він був перпендикулярним до площини коливань маятника на тій самій висоті, на якій він був у момент запускання маятника. Проходячи положення рівноваги, підвіс маятника наштовхується на стояк, укорочується, а кулька, піднімаючись угору, досягає того самого горизонтального рівня, що й на початку досліду. Отже, потенціальна енергія кульки в крайньому положенні для укороченого маятника має таке саме значення, як і для довгого. А це означає, що кінетична енергія короткого й довгого маятників під час проходження положення рівноваги також однакова. Це свідчить про незмінність повної механічної енергії маятника, хоча параметри його коливань (амплітуда і період) змінюються.

Завдання 9. Підготувати й продемонструвати перехід потенціальної енергії важка в кінетичну енергію руху візка.

Обладнання: легкорухомий візок, два блоки на стержнях, гири 0,5–2 кг, набір важків з крючками, штатив з двома муфтами, нитки.

Дослід ілюструє перехід потенціальної енергії важка в кінетичну енергію руху візка (рис.132). Відтягуючи візок від штатива, змушують важки, підвішені до кінців нитки, перекинутої через блок, підніматись, внаслідок чого їх потенціальна енергія зростає. Якщо відпустити візок, то важки, опускаючись, змусять його рухатись у зворотному напрямі.

Цей самий дослід можна провести на приладі конструкції Румянцева. Для цього на одному з візків приладу встановлюють на стояках коловорот з гирями, які рухаються по стояках. Мотузку від коловорота пропускають через отвір, просвердлений у платформі візка, і закріп-

люють на осі коліс. Піднявши край візка, повертають колеса, намотуючи на вісь мотузку. При цьому гирі на стояках піднімаються, наближаючись до шківів коловорота. Якщо тепер візок поставити на рейки або просто на стіл, то внаслідок опускання гир він почне рухатись. Потенціальна енергія піднятих гир перетворюється в кінетичну енергію рухомого візка.

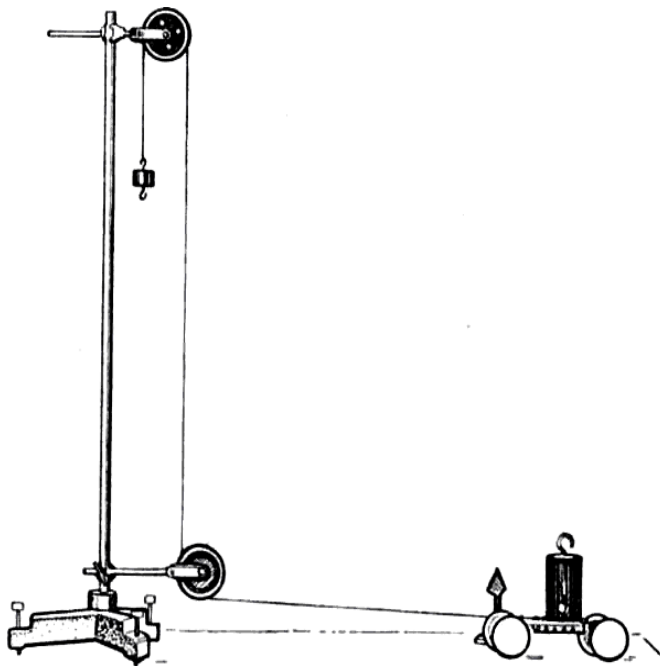


Рис.132. Демонстрація перетворення потенціальної енергії піднятого важка в кінетичну енергію рухомого візка.

12. Фізичний практикум до теми «Теплопередача та робота»

Завдання 1. Вивчіть по опису трубку для демонстрації дослідів з парами, термометр на термісторі, прилад для демонстрації конвекції рідин, манометр відкритий.

Обладнання: трубка для демонстрації дослідів з парами, теплоприймач, термометр демонстраційний рідинний, термометр на термісторі.

Трубка для демонстрації дослідів з парами дозволяє продемонструвати перехід механічної енергії в теплову і назад.

Прилад складається з тонкостінної латунної трубки, насадженої на сталевий стержень (1), який дозволяє укріпити прилад в муфті або підставі універсального штатива (рис.133).

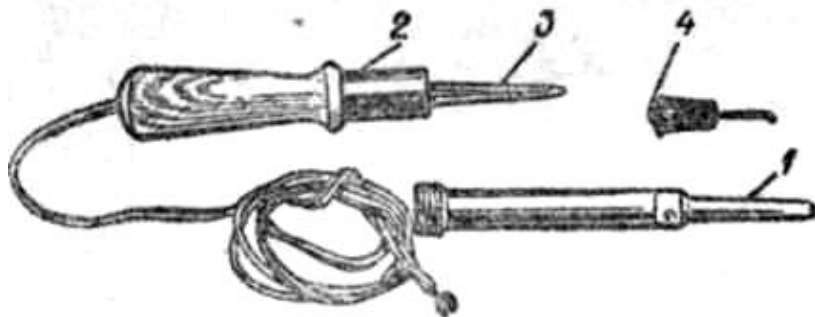


Рис.133. Трубка для демонстрації дослідів з парами

На зовнішній поверхні іншого кінця трубки є різьблення, на яке нагвинчена гайка з ручкою (2). Усередині гайки є пробка, через яку пропущена термопара (3). Кінці термопари припаяні до дрітків, що дозволяють підключати термопару до гальванометра. До приладу прикладено дві гумові пробки, через одну з них пропущений металевий стержень, що закінчується затиском (4).

Якщо кінці термопари підключити до гальванометра від демонстраційного вольтметра і змінити температуру від 0 до 100°C (тобто помістити спочатку термопару в танучий лід, а потім в киплячу воду), то стрілка гальванометра відхилиться.

З приладом можна демонструвати різні варіанти дослідів по переходу механічної енергії в теплову і навпаки. Наприклад, підключену до гальванометра термопару можна прикласти до залізної пластини до і після багатократного вигинання і відмітити збільшення температури. Трубку можна застосувати для демонстрації вильоту пробки під дією

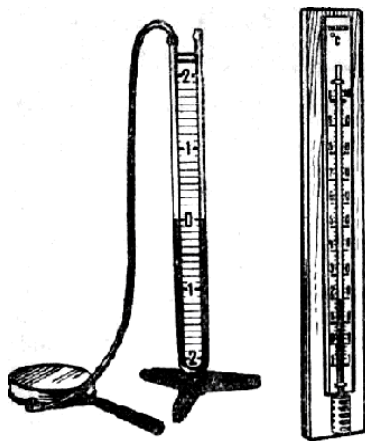


Рис.134. а-теплоприймач, б-термометр демонстраційний

тиску при згоранні горючої суміші і для інших дослідів. Якщо, наприклад, на трубку навернути гайку з ручкою, термопару підключити до гальванометра, а потім трубку нагрівати (будь-яким способом), то легко відмітити зміну показників гальванометра і зробити висновок про збільшення температури газу в трубці.

Теплоприймач дозволяє виявити теплові промені й порівняти випромінювання і поглинання світлої і темної поверхні.

Прилад є тонкостінним металевим циліндром. Одна підстава циліндра чорна, матова, а друга – блискуча, нікельована. Циліндр – це коробка, що має ручку і ніпель, на який надівають гумову трубку.

Термоприймач застосовують разом з водяним манометром (рис. 134, а). Таке поєднання приладу дозволяє виявити інфрачервоні промені. Як джерело теплових променів можна використовувати нагріту гирю, електричну плитку, потужну електричну лампу, металеву тонкостінну судину з гарячою водою.

Термометр демонстраційний рідинний (рис. 134, б) призначений для первинного ознайомлення учнів з пристроєм і дією рідинного термометра. Основна частина приладу – балон, сполучений зі скляною трубкою-капіляром. Балон і частина капіляра заповнені підфарбованою рідиною. Трубка прикріплена до дерев'яної рейки, на яку нанесена шкала від -10 до $+104^{\circ}\text{C}$; ціна ділення 2°C .

Термометр на термісторі (рис. 135) призначений для виміру температури в інтервалі від 0 до $+100^{\circ}\text{C}$ і від 0 до 300°C .

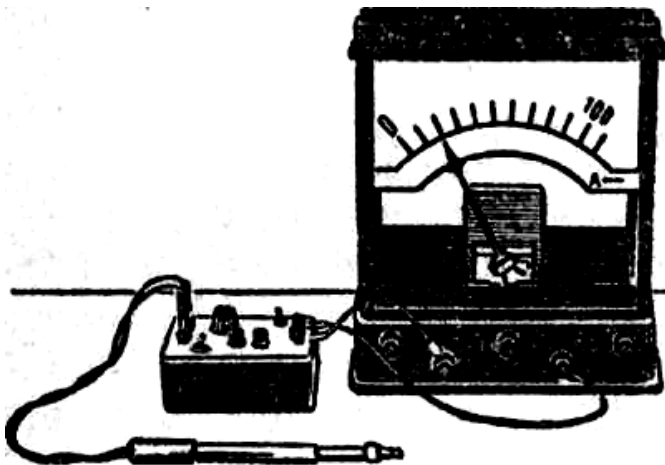


Рис.135. Термометр на термісторі

Термометр складається з датчика температури з вимірювальним мостом і температурної шкали до демонстраційного гальванометра від амперметра. Датчик складається з терморезистора типу КМТ-14, який для захисту від механічних пошкоджень закритий металевим наконечником. До терморезистора припаяні ізольовані провідники, що поміщені в металеву трубку і закінчуються двома штекерами. Номінальний опір терморезистора при температурі 150°C рівний $\sim 1 \text{ кОм}$.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати нагрівання тіл при терті, ударі, теплопередачі.

Обладнання: трубка для демонстрації дослідів з парами, манометр відкритий демонстраційний, спиртівка, штатив, склянка з водою, шнурок.

а) На трубку для демонстрації дослідів з парами приєднують термометр. Кінці термометра приєднують до гальванометра від вольтметра. На вимірювальний прилад встановлюють шкалу гальванометра, коректором суміщають стрілку з нульовою поділкою. Трубку закріплюють в муфті штативу в горизонтальному положенні.

Нагрівають трубку спиртівкою чи сірником. Спостерігають за показами гальванометра. Замість гальванометра від вольтметра беруть гальванометр від амперметра і за таких самих умов спостерігають за показами приладу. Роблять висновок про ефективність використання гальванометрів.

Після виконання кожного дослідів трубку занурюють у стакан з водою, температура якої 15-20°C, потім протирають сухою тканиною.

б) Трубку закріплюють у штативі. На скляну трубку, пропущену через гумову пробку, одягають гумову трубку, з'єднану з рідинним манометром. Пробкою закривають трубку. Знизу до трубки підносять спиртівку чи сірник і спостерігають розширення газу в трубці при нагріванні. За зміною рівнів рідини в колінах манометра роблять висновок про зміну кінетичної енергії молекул газу і виконанні газом роботи.

в) Охолодивши трубку, знову закріплюють її у штативі. На трубку накидають петлю шнура і нагрівають її тертям шнура по поверхні трубки. Знову спостерігають розширення газу. Роблять висновок: зміна внутрішньої енергії газу відбулася шляхом виконання роботи.

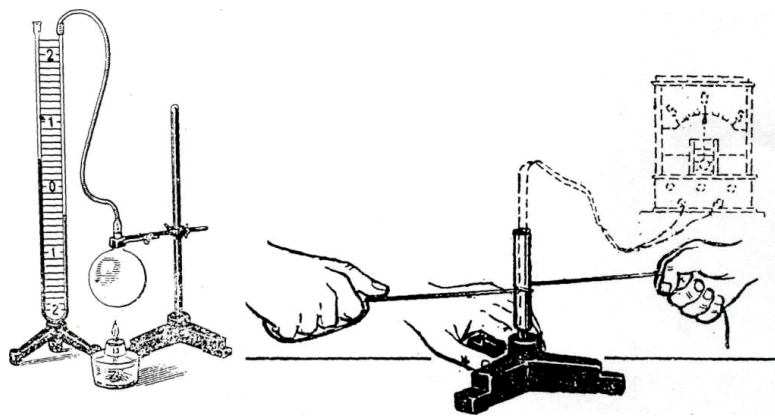


Рис.136. Нагрівання трубки тертям

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати теплопровідність різних тіл.

Обладнання: алюмінієвий, скляний, дерев'яний стержні, сірники, пластилін, склянка з гарячою водою, підставка, пробірки з пробками і кульками, спиртівка, штатив, термометр на терморезисторі.

На стержні із різних матеріалів прикріплюють за допомогою пластиліну сірники. Потім стержні опускають в склянку з гарячою водою. Вимірюють температуру і спостерігають як сірники починають падати з алюмінієвого стержня. Роблять висновок.

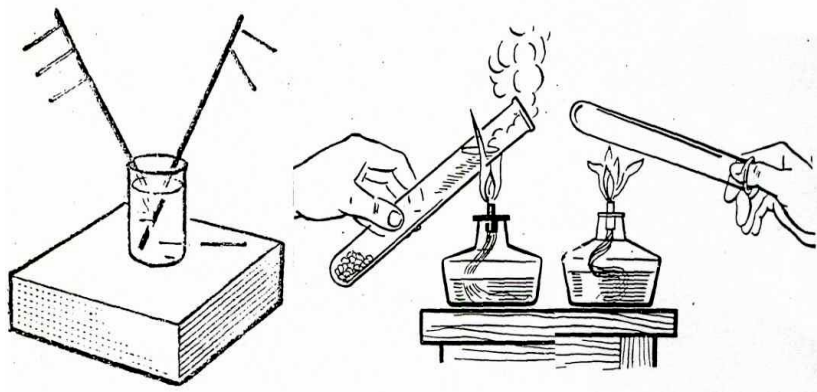


Рис.137. Демонстрація теплопровідності

Для демонстрації малої теплопровідності рідини в пробірку на $3/4$ наливають води. Тримаючи пробірку в руці під невеликим кутом над полум'ям спиртівки, нагрівають воду у верхній частині пробірки. Показують, що вода тут швидко закипає, але на дні пробірки вода не нагрівається.

Погану теплопровідність повітря демонструють за допомогою двох однакових пробірок, закритих пробками, крізь які пропущено короткі стержні. До кінців стержнів прикріплюють за допомогою пластиліну сталеві кульки. Пробірки розташовують над полум'ям так, щоб в одній з них відбувалась конвекція повітря. Відмічають, що в цій пробірці кулька швидко відпаде від стержня.

Завдання 4. Підготувати й продемонструвати конвекцію в рідинах та газах.

Обладнання: прилад для демонстрації конвекції рідини, марганцево-кислий калій, спиртівка, штатив, сірники, паперова змійка, металеве вістря.

Для демонстрації конвекції рідин промисловість випускає прилад, який являє собою замкнену скляну трубку. Прилад закріплюють в лапці штативу. Через верхній отвір будь-якого коліна наповнюють водою так, щоб по всьому замкнутому шляху всередині трубки не було бульбашок повітря. При виконанні досліду в ложечку з сіткою поміщають кристалики марганцевокислого калію і опускають її в коліно (можна одночасно опускати дві ложечки в обидва коліна). Потім до нижньої частини цього коліна підносять спиртівку і спостерігають конвекцію.

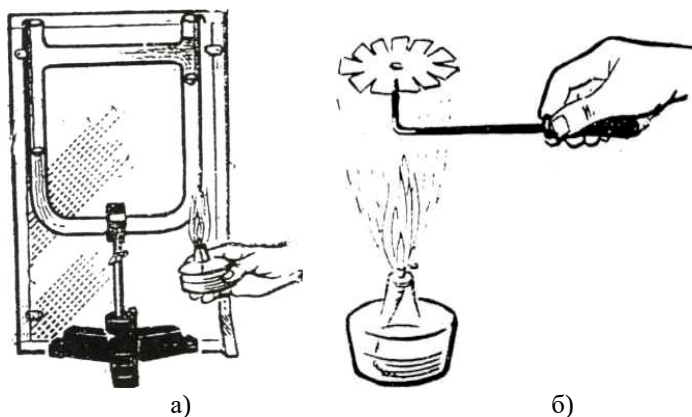


Рис.138. а – демонстрація конвекції води при нагріванні, б – обертання паперового гвинта в потоці гарячого повітря

Для демонстрації конвекції газів виготовляють паперову змійку, яка обертається у потоці газу, що підіймається над спиртівкою чи електроплиткою. При насадженні змійки на вістря не можна проколувати папір.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати нагрівання шляхом випромінювання.

Обладнання: теплоприймач, манометр рідинний, електроплитка.

У дослідах з теплового випромінювання зручним приладом є теплоприймач, з'єднаний гумовою трубкою з манометром. Джерелом випромінювання можна взяти електроплитку, яку закріплюють у штативі. До плитки підносять теплоприймач темною стороною і спостерігають за показами манометра. Потім повертають теплоприймач блискучою поверхнею і знову спостерігають за манометром. Роблять висновок. Змінюючи розжарення спіралі плитки, впевнюються, що випромінювання буде тим інтенсивніше, чим вища температура нагрітого тіла.

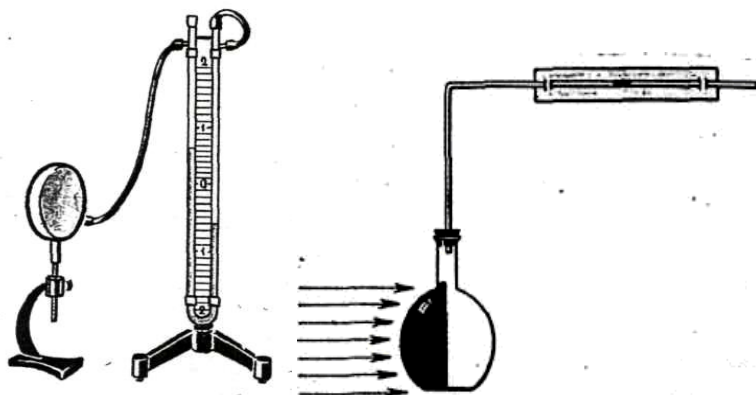


Рис.139. Порівняння випромінювання чорної і світлої поверхні

Завдання 6. Ознайомитися з демонстрацією досліду по порівнянню теплоємностей різних металів.

Обладнання: манометр демонстраційний (2 шт.), пробірка з пробкою і скляною трубкою (2 шт.), стакан хімічний (2 шт.), тіла алюмінієві масою 150 г (2 шт.), тіло з латуні масою 300 г, електроплитка, посудина з водою, термометр, підставка.

Вивчення залежності теплоємності від маси тіла і виду речовини можна провести, використовуючи таку установку:

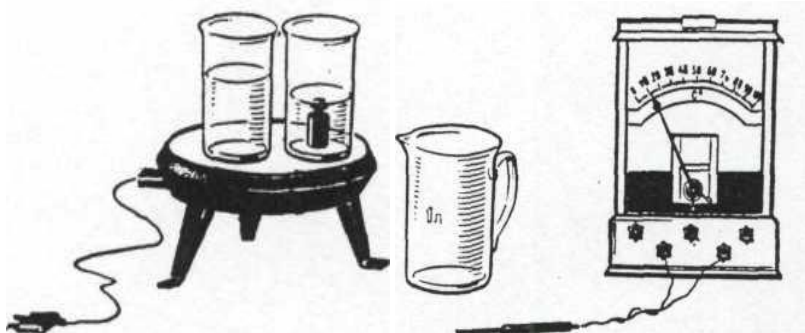


Рис.140. Нагрівання двох різних тіл однакової маси і порівняння їх температури

Демонстраційні манометри готують так, щоб рівні води в них були однакові, коли манометричні трубки з'єднані з пробірками. У стакани наливають однакову кількість холодної води. Тіла із алюмінію і латуні зважують і опускають в гарячу воду, а термометром відмірюють температуру холодної і гарячої води. Після нагрівання алюмінієві тіла опускають в різні стакани з холодною водою. Спостерігають однакову зміну рівнів рідини у манометрів. Записують отримані значення. Роблять висновок.

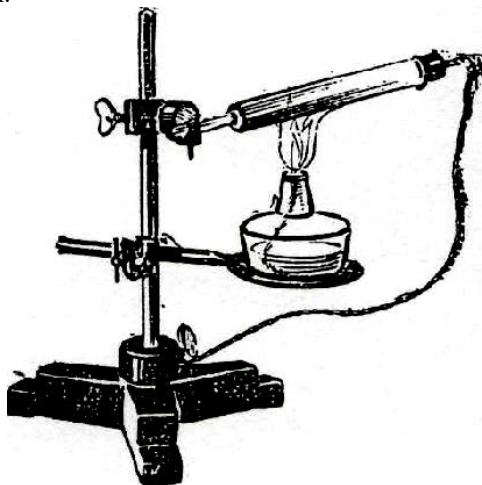


Рис.141. Демонстрація роботи пари

Воду в стаканах змінюють. Знову нагрівають алюмінієві тіла до тієї ж температури і опускають їх в один і той самий стакан. Впевнюються, що різниця рівнів зросла. Роблять висновок.

В другий стакан опускають тіло із латуні, спостерігають зміну показів манометра, порівнюють з результатами попереднього досліді і роблять висновок.

Завдання 7. Підготувати й продемонструвати роботу пару при нагріванні.

Обладнання: трубка латунна, штатив універсальний, спиртівка, нитки.

Установка для досліді наступна.

В металеву трубку, яка використовувалась раніше, наливають 3–4 мм води і щільно закривають гумовою пробкою, яку треба прив'язати до штативу ниткою завдовжки 40–50 см. Трубку закріплюють у штативі з нахилом, щоб вода в ній була не на дні, а знаходилась вздовж бічної стінки для зручності нагрівання. Під трубку на металевому кінці штативу встановлюють спиртівку. Перед дослідом розташовують установку так, щоб трубка була напрямлена вздовж демонстраційного столу. Зосередивши увагу учнів на приладі, підпалюють спиртівку.

Через деякий час вода у трубці нагрівається, тиск пари сильно збільшується і пробка з шумом вилітає із трубки. Учні пояснюють, що виконана паром робота виконувалась за рахунок енергії палива (згоряння спирту). Подібні перетворення енергії палива в механічну енергію відбуваються у теплових двигунах.

Завдання 8. Підготувати й продемонструвати залежність температури кипіння води від зовнішнього тиску.

Обладнання: термометр електричний з термобатареею, насос повітряний ручний з гумовою трубою, трубка металева з пробкою, що має отвір для термобатарей, штатив універсальний, спиртівка або керований газ, колба ємкістю 250–300 мл, пробка гумова з отвором і патрубком, плоска гумова шайба діаметром 40–50 мм, деко, сірники.

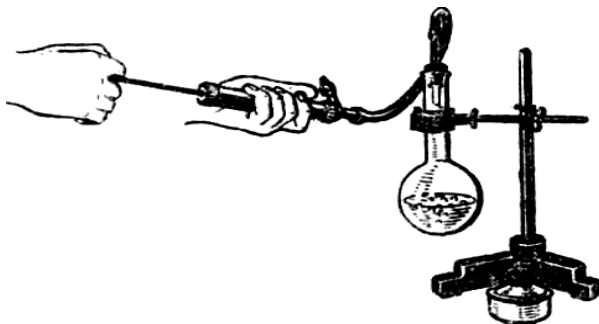


Рис.142. Кипіння води при зниженому тиску

1. Колбу з наливою до половини теплою водою затискають в лапці штатива. Під колбу ставлять засвічену спиртівку або кєрогаз. Коли вода в колбі закипить, нагрівач прибирають, а колбу негайно закривають пробкою, сполученою гумовою трубкою з повітряним насосом (рис.142). Температура в колбі знижується і вода перестає кипіти.

Насосом відкачують з колби повітря і пар води, чим зменшують в ній тиск. Вода бурхливо закипає.

Якщо припинити відкачування, то незабаром припиняється і кипіння, при відновленні відкачування вода починає кипіти знову.

Оскільки температура води падає (підігрівання не здійснюється, а від води віднімається теплота, що йде на пароутворення при кипінні), то роблять висновок, що із зменшенням тиску вода кипить при нижчій температурі.

Щоб після досліду вийняти з колби пробку, яка атмосферним тиском сильно вдавилась в шийку, воду в колбі треба нагрівати майже до кипіння.

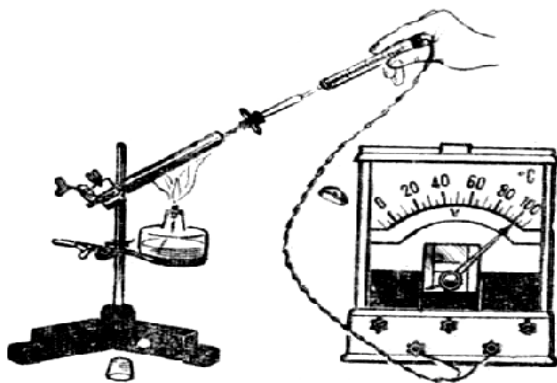


Рис.143. Кипіння води при підвищеному тиску

2. Для демонстрації кипіння води при підвищеному тиску збирають установку за рисунком 143.

Металеву трубку укріплюють на штативі в похилому положенні і направляють її вздовж демонстраційного столу. У отвір гумової пробки щільно вставляють термобатарею, сполучену з гальванометром. На пробку надівають плоску гумову шайбу так, щоб утворилася конусоподібна воронка, що оберігає руку від нагрівання парою.

Після такої підготовки наливають в трубку воду і нагрівають її спиртівкою. Коли вода закипить, що видно по парі, що виходить з трубки, вносять всередину трубки термобатарею, не закриваючи трубку пробкою. По гальванометру переконуються, що вода кипить приблизно при 100°C .

Потім, притримуючи однією рукою лапку штатива, інший обережно закривають трубку пробкою. Одночасно звертають увагу учнів на гальванометр; він показує збільшення температури кипіння води. Через декілька секунд знов відкривають пробку і спостерігають, як з трубки виходить пара (підвищений тиск), і гальванометр знову показує температуру 100°C .

13. Фізичний практикум до теми «Електричне поле»

Завдання 1. Електричний заряд та електризація тіл.

Обладнання: скляна та ебонітова палички, лінійки з пластмаси та оргскла, дрібні клаптики паперу, металева пластина, капрон, аркуш паперу.

(Спіратися на матеріал 7 класу: гравітаційні сили і гравітаційну взаємодію. Пригадати, що вона найслабша у природі).

Демонструємо дослід: до дрібних клаптиків паперу, розташованих на металевій пластині, підносимо пластмасову лінійку – ніякої взаємодії не відбувається.

Аналізуємо: у даному випадку може бути тільки гравітаційна взаємодія, а оскільки вона дуже слабка – ми нічого не спостерігаємо.

Продовжуємо дослід: натираємо лінійку капроном і підносимо до клаптиків паперу – вони притягуються до лінійки.

Аналізуємо: значить, у даному випадку спостерігається негравітаційна взаємодія, дія негравітаційних сил. А яких? У даному досліді ми маємо справу з електричними силами.

Лабораторний практикум з методики навчання фізики.

Частина 1. Фізичний експеримент в контексті НУШ

Про тіло, яке після натирання набуває здатності притягувати до себе інші тіла, кажуть, що воно наелектризоване або, що йому надано електричного заряду.

А саме явище набування такої здатності називається електризацією. Показуємо такі самі досліди з лінійкою (або паличкою) з оргскла (або скла), якщо її потерти аркушем паперу або з ебонітовою паличкою, якщо її потерти об капрон.

Завдання 2. Два роди електричних зарядів та їх взаємодія.

Обладнання: ебонітова паличка, дві лінійки з пластмаси та одна з оргскла, капрон, аркуш паперу, електрична лампочка (в ролі підставки).

Демонструємо дослід: електризуємо пластмасову лінійку і кладемо її на лампочку, щоб вона могла легко повертатись. Електризуємо другу пластмасову лінійку і підносимо до зарядженого кінця першої лінійки. Остання відштовхується. Заряджаємо лінійку (або паличку) з оргскла, натираючи її об аркуш паперу, і підносимо до зарядженого кінця пластмасової лінійки на лампочці – остання притягується.

Висновок: заряди на пластмасі та оргсклі за якістю різні, повинні існувати два роди зарядів. Треба запам'ятати: якщо лінійку з пластмаси або паличку з ебоніту потерти капроном, то їм буде надано негативного електричного заряду; якщо лінійку з оргскла або скляну паличку потерти об аркуш паперу, то їм буде надано позитивного електричного заряду. У всіх випадках треба підкреслювати, що електричний заряд завжди пов'язаний з певним тілом, тому що він характеризує певну властивість тіл, сам по собі заряд не існує. У ролі тіл можуть виступати й окремі частинки речовини.

Завдання 3. Одночасне виникнення різноіменних і рівних зарядів при електризації.

Обладнання: електрометри з кульовими кондукторами (2 шт.), пластинки для електризації, розрядник на ізолюючій ручці.

При електризації зіткненням (тертям) заряджають обидва тіла рівними і різноіменними зарядами. Це можна наочно показати, якщо скористатися двома пластинками для електризації (ебонітовою та з органічного скла) і електрометром з великим порожнистим кульовим кондуктором.

Спочатку вносять в порожнисту кулю незаряджені пластинки по черзі і переконуються, що електрометр не знаходить яких-небудь зарядів. Потім електризують пластинки, потерши одну об одну, і знову порізно вносять їх всередину кулі. Тепер при внесенні кожної пластинки стрілка електрометра відхиляється на однаковий кут.

Нарешті, вносять в порожнину кулі, не торкаючись стінок, відразу обидві пластинки (рис.144, а). Електрометр не знаходить ніякого заряду – стрілка не відхиляється. Якщо ж видалити одну з пластинок, то стрілка знову відхилиться, як і в першому випадку.

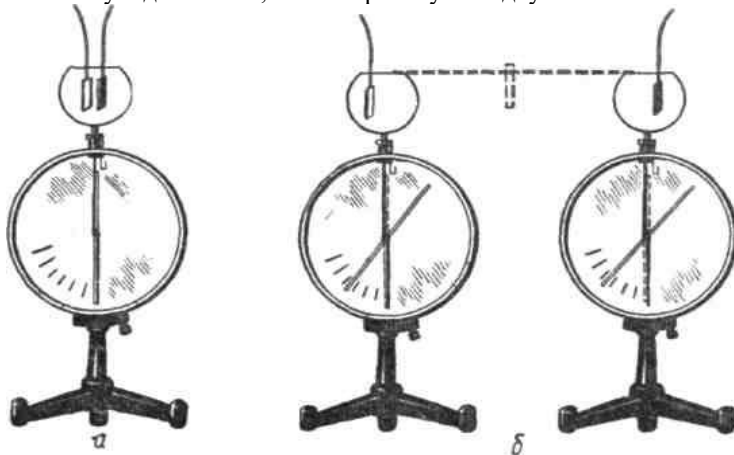


Рис.144

Дослід корисно продовжити, скориставшись двома однаковими, заздалегідь вивіреними електрометрами. Наелектризовані одина об одну пластинки вносять в порожнисті кулі електрометрів, як показано на рисунку 144, б. При цьому стрілки електрометрів відхиляться на однаковий кут. Після цього кондуктори електрометрів з'єднують провідником на ізолюючій ручці і спостерігають, як стрілки повертаються на нуль, що вказує на різноіменність зарядів і на їх рівність по величині.

Завдання 4. Демонстрація силових ліній електричного поля.

Обладнання: султани на ізолюючих штативах, конденсатор розбірний, пластинка скляна 170 x 170 мм з набором електродів, електрофорна машина або високовольтний випрямляч, проєкційний апарат, гіпосульфит натрію або манна крупа в коробочці з сіткою, дроти сполучні.

Найпростішу демонстрацію електричних силових ліній виконують за допомогою султанів, які встановлюють на ізолюючих штативах і заряджають добре наелектризованою паличкою або від електрофорної машини. Спочатку показують дослід з одним зарядженим султаном і звертають увагу на радіальне розташування паперових смужок (рис.145, а). Потім заряджають обидва султани однойменними (рис.145, б) і різнойменними зарядами (рис.145, в) і показують викривлення смужок при відштовхуванні і притяганні.

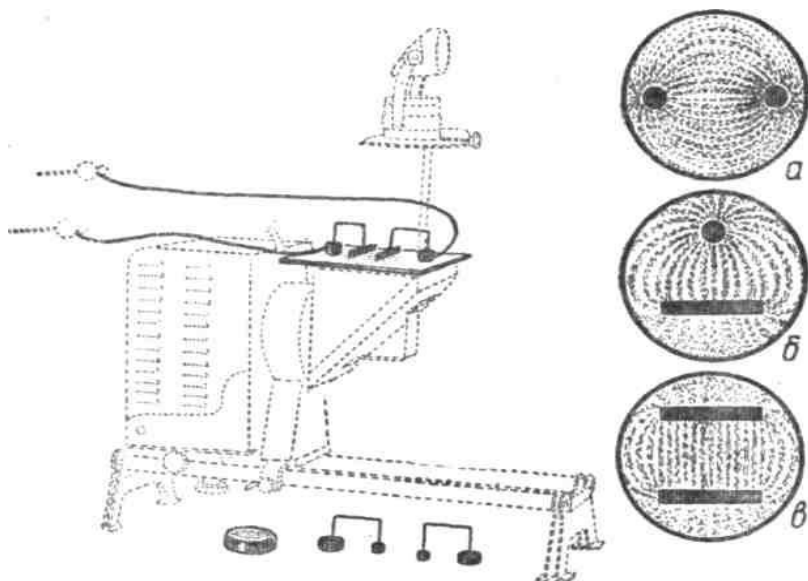


Рис.145. Демонстрація спектрів електричних полів в проєкції на екран

Утворення електричних силових ліній звичайно проєктують на екран (рис.145). Для цього наперед готують скляну пластинку розміром 170 x 170 мм, металеві електроди у вигляді двох невеликих циліндриків (діаметр 8 мм, висота 6–8 мм) і двох пластинок завдовжки по 30 мм і шириною 6–7 мм. Електроди закріплюють на дротяних утримувачах, які вставляють в гумові пробки. Знизу в пробках роблять невелике поглиблення, куди кладуть шматочок пластиліну для кращої стійкості електродів.

Розташовують на скляній пластинці два циліндрики на відстані приблизно 15-20 мм один від одного і одержують на екрані їх виразні зображення. Сполучають утримувачі тонкими гнучкими провідниками з кондукторами високовольтного випрямляча або електрофорної машини і встановлюють напругу порядку 2-3 кВ (поволі роблять декілька оборотів машини). Потім з коробки з сіткою рівномірно посипають навколо електродів заздалегідь подрібнені кристали гіпосульфїту або манну крупу і одночасно злегка постукують по склу олівцем. Під дією електричного поля кристали розташовуються уздовж силових ліній, утворюючи при різних електродах спектри поля одиночної зарядженої кулі, двох заряджених куль, пластин (рис.145 а, б, в).

Під час досліді подавати на електроди дуже велику напругу не бажано. У цьому випадку важче отримати стійку картину поля. Крім то-

го, між електродами можуть проскакувати іскри і відволікати увагу учнів від основного явища.

Завдання 5. Демонстрація механізму електризації.

Обладнання: штатив ізольований з насадкою, що легко обертається, паличка ебонітова, паличка з органічного скла, паличка металева на ізолюючій ручці, шматок хутра і листової гуми, дерев'яна рейка, металева трубка або стрижень, пластмасова лінійка, склянка з тубусом внизу і краном, електрофорна машина, підйомний столик, кювета для стоку води, розрядник на ізолюючій ручці, провідник сполучний.

Явище електризації треба продемонструвати з різними тілами. Наелектризовану ебонітову паличку або паличку з органічного скла підносять до дерев'яної рейки (рис.146). Рейку поміщають в поглиблення саморобної насадки, що легко обертається, встановленої на вістря в ізолюючому штативі (пристрій і розміри насадки показані на цьому ж малюнку окремо). Спостерігають тяжіння рейки до палички. Потім замінюють рейку пластмасовою лінійкою, металевою трубкою і показують їх тяжіння до різних наелектризованих паличок: ебонітової, скляної та металевої.

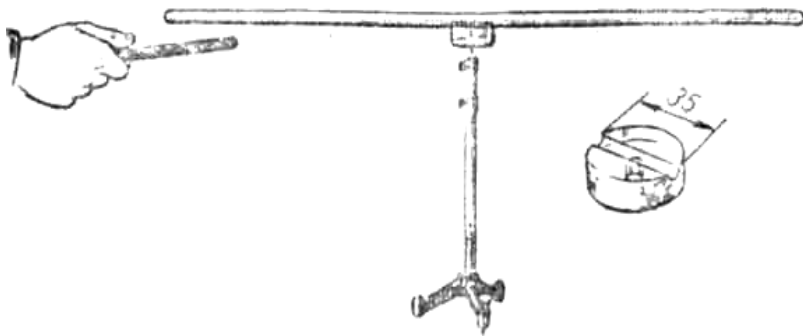


Рис.146. Притягання рейки наелектризованою паличкою

Щоб показати тяжіння струменя води до наелектризованої палички, збирають просту установку згідно з рисунком 147, але без електрофорної машини. Користуючись краном, одержують достатньо помітний, але не дуже сильний струмінь води і підносять до неї зверху й трохи збоку добре наелектризовану паличку. Спостерігають, як струмінь, притягуючись, згинається у бік наелектризованої палички.

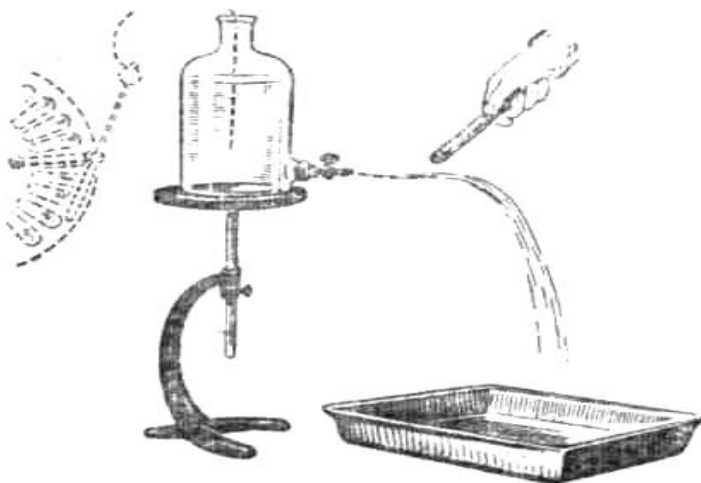


Рис.147. Притягування струменя води до наелектризованої палички

З цією метою опускають у воду один кінець довгого провідника, сполученого з кондуктором електрофорної машини, як показано на рисунку 147 пунктиром. Машину встановлюють на достатній відстані від струменя води.

Спочатку воду пускають без електризації і звертають увагу на характер струменя, у якому лише в самому кінці помітне легке розбрискування. Потім повільно приводять в рух електрофорну машину і спостерігають, як струмінь води майже з самого початку починає розбрискуватися в результаті відштовхування одноіменнозаряджених крапель. Для кращого ефекту можна струмінь підсвітити знизу невеликою лампою чи спроектувати на екран у вигляді тіні.

Завдання 6. Вивчення електрометра і його дії.

Обладнання: електрометри демонстраційні (2 шт.), провідник з'єднуючий на ізолюючій ручці, палички для електризації зі шматком хутра, освітлювач для тіньового проєктування та підсвітка.

Електрометр служить для виявлення електричного заряду, визначення його знаку, вимірювання різниці потенціалів, а також для демонстрації дослідів з електростатичної індукції, електроємності та у ряді інших дослідів. Електрометр (рис.148) є циліндричним зашкленним з обох боків корпусом (1), закріпленим на підставці (2). Через ізолюючу втулку (3) всередину корпусу проходить металева трубка (4), що закінчується стрижнем зі встановленою на ньому стрілкою-

показчиком (5). Стрілка добре виділяється на фоні заднього матового скла, на якому нанесена шкала (6) з поділками (1). Для з'єднання провідником металевого корпусу електрометра із землею служить отвір (7) у верхній частині підставки.

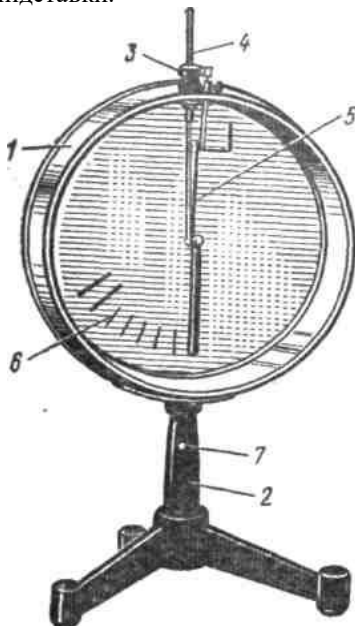


Рис.148. Електрометр демонстраційний

Для демонстрації дії електрометра електризують паличку й заряджають нею електрометр. У результаті відштовхування однойменних зарядів стрілка-показчик повертається на той або інший кут залежно від величини повідомленого заряду. При роботі з електрометром слід мати на увазі, що при зіткненні зарядженої палички зі стрижнем приладу електричний заряд переходить на стрижень тільки з дуже невеликої ділянки зарядженої поверхні навколо місця зіткнення. Тому для ефективнішої передачі заряду не обмежуються дотиком, а кілька разів проводять паличкою по стрижню, кожного разу повертаючи її в руці. При передачі заряду з провідника досить одного дотику.

При повільному піднесенні зарядженої палички до електрометра легко помітити, що стрілка починає відхилятися, коли паличка ще не торкається приладу, а знаходиться на значній відстані від стрижня електрометра, тобто спостерігається електростатична індукція. Щоб це

явище передчасно не відволікало уваги учнів від основної мети досліду, паличку треба підносити до електрометра швидше.

Електрометри комплектують у пари налаштованими на однакову чутливість, тобто від однакових зарядів в обох електрометрах покажчики відхиляються на рівні кути. Якщо ж з яких-небудь причин чутливість приладів виявиться неоднаковою, то електрометри можна вивірити наступним простим прийомом. Заземливши корпуси приладів, сполучають верхні їх стрижні провідником і заряджають. У приладі, покажчик якого відхилиться на більший кут, знімають переднє скло. Щоб показники приладів були однаковими, нижній кінець стрілки відкритого електрометра злегка навантажують. Для цього м'яким пензликом, змоченим лаком (нітролак, спиртний лак), акуратно торкаються нижнього кінця стрілки. Лак на стрілку наноситься в дуже малих кількостях, тому цю операцію слід проводити обережно. Потім знов заряджають електрометри і спостерігають, наскільки однакові кути відхилення покажчиків. Якщо показники однакові, то залишають електрометр на деякий час відкритим. Коли лак висохне, перевірку повторюють і електрометр закривають.

Завдання 7. Демонстрація закону Кулона.

Обладнання: терези чутливі з приладдям, універсальний та ізолюючий штативи, паличка ебонітова або з органічного скла, хутро, демонстраційна лінійка.

Для досліду складають установку за рис.149.

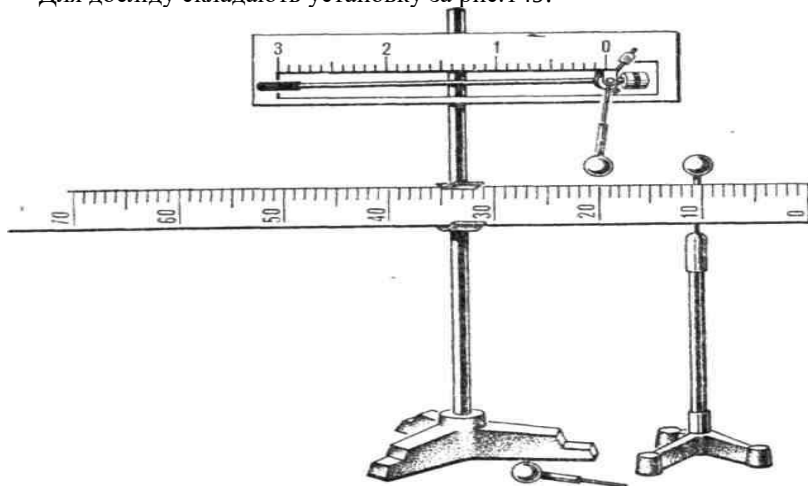


Рис.149. Установка для демонстрації закону Кулона

Одну легеньку металеву кульку закріплюють на терезах, а другу встановлюють на ізолюючий штатив на відстані 5–6 см від першої. Переміщуючи противагу вздовж осі, регулюють положення стрілки терезів, поки її кінець не співпаде з міткою на шкалі. Щоб виміряти відстань, на штативі за допомогою лапки закріплюють демонстраційну лінійку. На початку досліду лінійку розміщують так, щоб при рівновазі терезів центр кульки був проти оцифрованої поділки лінійки.

Заряджають обидві кульки від наелектризованої палички або від перетворювача напруги. Звертають увагу учнів на те, що рівновага терезів порушується внаслідок відштовхування однойменно заряджених кульок. Переміщуючи рейтер уздовж важеля (стрілки), приводять терези в рівновагу і замічають положення рейтера. Після цього зменшують заряд однієї з кульок, дотикаючись до неї такою самою кулькою на ізолюючій ручці. Переміщуючи рейтер, знову зрівноважують терези. Виявляється, що в цьому разі сила взаємодії зменшилася приблизно в 2 рази. Повторюють дослід, зменшуючи заряд у 4 рази, і спостерігають зменшення сили.

Повторюють дослід, зменшуючи заряд другої кульки. Приходять до висновку, що сила взаємодії залежить і від значення заряду другої кульки.

Щоб перевірити залежність сили взаємодії від відстані, кульки заряджають знову, потім одну з кульок встановлюють на штативі на відстані, наприклад, 5 см від оцифрованої поділки лінійки, проти якої розміщена друга кулька. Переміщенням рейтера встановлюють рівновагу терезів. Відстань між кульками збільшують спочатку в 2 рази (10 см), а потім у 3 (15 см). Переміщують рейтер, і, зрівноваживши терези, переконуються, що сила взаємодії зменшилася.

Завдання 8. Підготувати та провести лабораторну роботу з теми «Дослідження взаємодії заряджених тіл».

Обладнання: дві повітряні кулі, шовкові нитки, дві ебонітові палички, дві палички з оргскла, шматок натурального хутра або вовняної тканини, аркуш, дрібно нарізаний папір, штатив із муфтами та лапками.

1. Дослідіть взаємодію заряджених тіл. Для цього виконайте такі дії:

1) Зарядіть обидві ебонітові палички, потерши їх об вовну чи хутро. Повільно піднесіть ебонітову паличку до ебонітової палички, підвішеної на нитці. Опишіть та поясніть спостережуване явище;

2) Зарядіть обидві палички з оргскла, потерши їх об папір, повільно піднесіть паличку з оргскла до такої ж палички, підвішеної на нитці. Опишіть та поясніть спостережуване явище;

3) Повільно піднесіть до зарядженої палички з оргскла, підвішеній на нитці, заряджену ебонітову паличку. Опишіть та поясніть спостережуване явище;

4) Наелектризуйте надуті повітряні кулі тертям об вовну чи хутро. Візьміть кулі за нитки, розташуйте їх на одному рівні. Повільно піднесіть кулі одна до одної. Опишіть та поясніть спостережуване явище;

5) Дослідіть взаємодію зарядженого і незарядженого тіл. Для цього виконайте такі дії:

- Піднесіть заряджену повітряну кулю до дрібно нарізаного перу. Поясніть спостережуване явище.
- Легенько притисніть до стінки заряджену кулю і відпустіть. Поясніть спостережуване явище.

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте результати експерименту, зробіть висновок про характер взаємодії однойменно та різнойменно заряджених тіл, зарядженого та незарядженого тіл.

14. Фізичний практикум до теми «Постійний електричний струм в металах»

Завдання 1. Підготувати й провести демонстрацію: умови існування електричного струму в металевому провіднику.

Обладнання: електрометри із шаровими кондукторами (2 шт.), електрофорна машина, високовольтний випрямляч, гальванометр демонстраційний дзеркальний, розрядник на ізолюючій ручці з неоновю лампою, ебонітова та скляна палички, шматок хутра, ізолюючі штативи (2 шт.), газорозрядна трубка на стійці, механічна модель електричного ланцюга на штативі, проводи з'єднувальні, паличка або трубка із паперу довжиною 50 мм, діаметром 5 мм, підфарбований провідний шар більшого опору, підставка ізолююча.

Спочатку демонструють, використовуючи електрометри, виникнення короткочасного електричного струму (рис. 150). Зарядивши один із електрометрів, приєднують його за допомогою провідника на ізолюючій ручці з незарядженим електрометром. Спостерігають, як при цьому на короткий час загорається увімкнена в ланцюг неонові лампа. Звертають увагу на те, що стрілка зарядженого електрометра при цьому дещо падає, а стрілка другого, незарядженого електрометра відхиляється на такий же кут, що й перший (потенціали вирівнюються).

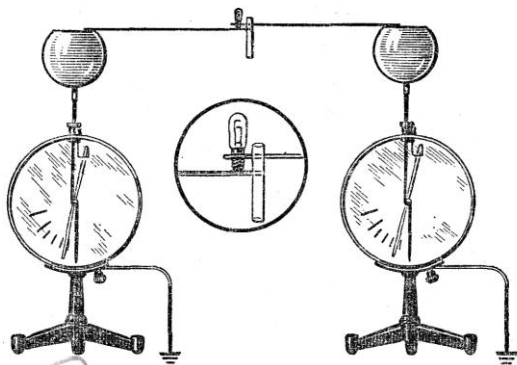


Рис. 150. Демонстрація короточасного струму при вирівнюванні потенціалів електрометрів

Так як світло лампи порівняно слабке, то дослід слід показувати декілька разів і в напівзатемненому приміщенні, щоб одночасно можна було спостерігати і за лампою і за показами електрометрів.

Продовжуючи дослід, видозмінюють установку (рис.151). Електрометр, ізольований від столу, приєднують до затискачів ізолюючих штативів, на яких встановлені шарові кондуктори. Зарядивши один з них, наприклад, від ебонітової палички, а інший від скляної, спостерігають короточасний струм за свіченням лампи при нейтралізації зарядів. При цьому стрілка електрометра спадає до нуля, якщо заряди були однаковими, або показує деяку різницю потенціалів, меншу, ніж раніше.

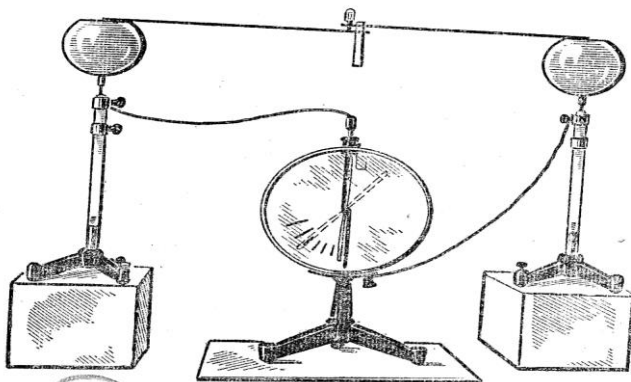


Рис. 151. Короточасний струм при нейтралізації різнойменних зарядів

Для отримання неперервного струму збирають установку за рис. 152 з електрофорною машиною.

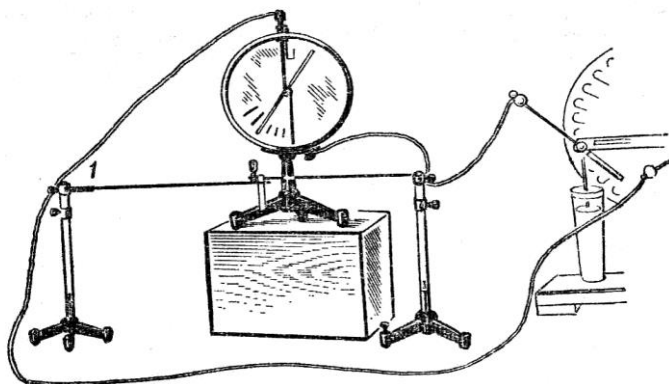


Рис.152. Отримання постійного електричного струму від електрофорної машини

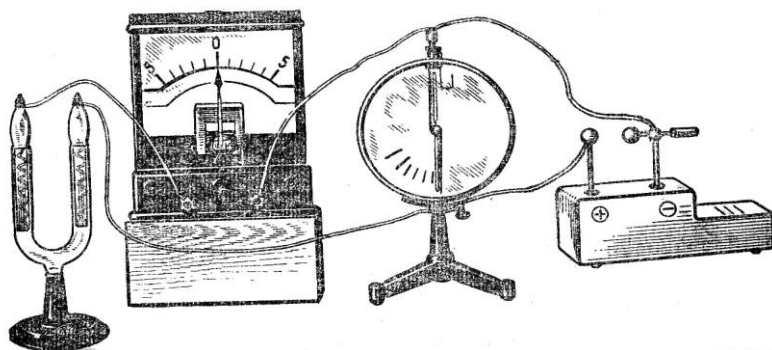


Рис.153. Постійний електричний струм в колі від високовольтного випрямляча

При цьому між провідником з неоновю лампою та затискачем ізолюючого штативу включають великий опір у вигляді дерев'яної палички або паперової трубки (1). Дзеркальний гальванометр вмикають у ланцюг послідовно і ставлять його на ізолюючу підставку. При роботі машини спостерігають неперервне свічення неонові лампи. Гальванометр показує існування постійного струму, а електрометр відмічає наявність різниці потенціалів.

Замінюють електрофорну машину високовольтним випрямлячем (рис.153). У цьому випадку струм у колі можна вимірювати звичайним

демонстраційним гальванометром, а навантаженим опором може бути газорозрядна трубка, її свічення добре видно без затемнення.

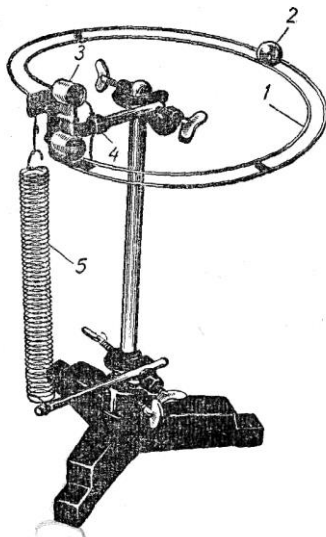


Рис.154. Механічна модель електричного кола

Далі переходять до пояснення складових елементів кола і обговорюють питання необхідності джерела струму як приладу, в якому діють сторонні (не кулонівські) сили, що підтримують постійну різницю потенціалів на кінцях провідника. З цією метою використовують механічну модель електричного кола (рис.154).

По гвинтовій похилій доріжці (1), скочується металева кулька (2). Потрапивши в нижню трубку ротора (3), кулька ударом відводить важіль (4). Тоді ротор, повертаючись за рахунок енергії натягнутої пружини (5) на півоберту, швидко переносить кульку вгору на початок гвинтової доріжки, звідки вона знову скочується вниз. Явище буде повторюватись до тих пір, доки не ослабне натяг пружини.

Рух кульки по гвинтовій доріжці під дією сили тяжіння аналогічний переміщенню електричних зарядів по зовнішньому електричному колу під дією сил електричного поля. Робота ж, що здійснюється при підйомі кульки проти сили тяжіння за рахунок натягу пружини, відповідає роботі сторонніх сил у джерелі струму. Модель вдало ілюструє, що тільки за наявності сторонніх сил можливий постійний струм в електричному колі.

Завдання 2. Підготувати й провести демонстрацію залежності опору металевих провідників від температури.

Обладнання: прилад для демонстрування залежності опору металів від температури, випрямляч ВС-24 м, амперметр із шунтом на 3 А, штатив з муфтою, підйомний столик, спиртівка або газовий пальник, сірники.

Для демонстрування залежності опору металів від температури Головуч-техпром випускав спеціальний прилад, зображений на рис.155. Скорочена назва приладу ПСМТ.

Основа приладу – пластмасова пластинка (1), на якій змонтовано патрони для автомобільної лампи (3) і чотири клеми (4) для вмикання джерела електричного струму, вимірних приладів і з'єднувальних провідів. До лівої (або правої) пари клем підключають досліджуваний провідник – сталюну пружну спіраль, намотану з дроту діаметром 0,5 мм. Довжина дротини спіралі (5) близько 50 см. У патрон вставляють автомобільну лампу А6-21 (напруга живлення лампи 6 В, сила світла 21 кд). Щоб закріпити прилади на муфті штатива, в основу вкручують стержень (на малюнку його не видно).

Установку для досліду складають, як показано на рис.156, а електричні з'єднання виконують за схемою, поданою на рис.157. Їхній опір має бути якомога меншим, а контакти в місцях з'єднань надійними. Це зменшує загальний опір кола спіралі, отже, опір самої спіралі становитиме більшу частину загального опору кола.

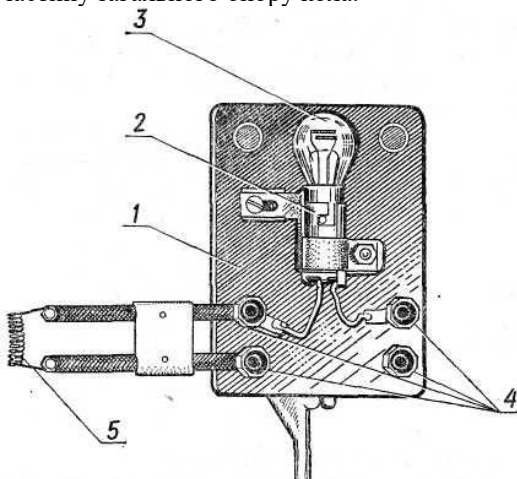


Рис.155. Прилад для демонстрації залежності опору металів від температури (ПСМТ)

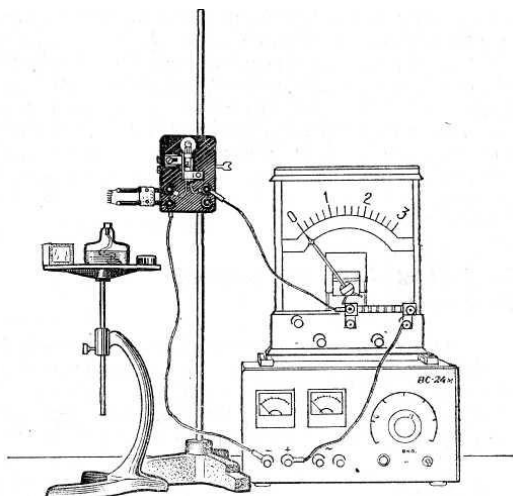


Рис.156. Установка для дослідження залежності опору металів від температури

Для виконання досліду вмикають випрямляч і, обертаючи ручку його знижувального трансформатора, добиваються свічення нитки лампи. Свічення не повинно бути занадто інтенсивним. При цьому амперметр покаже певну силу струму в колі спіралі. Запаливши спиртівку з добре розпушеним ґнотом, нагрівають спіраль і помічають, що в міру її нагрівання свічення лампи слабшає, а амперметр показує меншу силу струму.

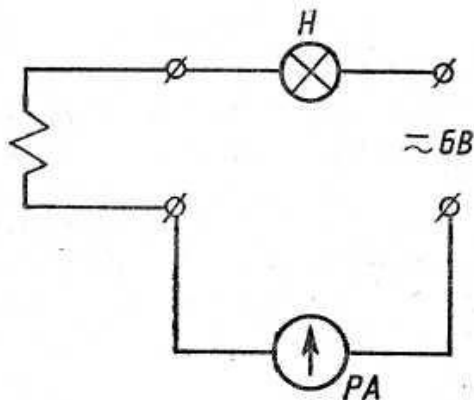


Рис.157. Схема вмикання приладів в установці для дослідження опору металів від температури

Лабораторний практикум з методики навчання фізики.
Частина 1. Фізичний експеримент в контексті НУШ

Припиняють нагрівання і спостерігають, як збільшуються покази амперметра і зростає інтенсивність свічення лампи, що, очевидно, пов'язано зі зниженням температури спіралі. З досліду роблять висновки про залежність опору металевих провідників від температури. Якщо в розпорядженні вчителя є рідкий азот, дослід можна продовжити, опустивши спіраль у рідкий азот, налитий у хімічний стакан. Після охолодження спіралі в азоті сила струму в колі й інтенсивність свічення лампи зростають. Пізніше, коли учнів ознайомлюватимуть з явищем надпровідності, можна створити на уроці певну проблемну ситуацію.

Завдання 3. Підготувати й провести демонстрацію закону Ома для ділянки кола.

Обладнання: амперметр демонстраційний з шунтом на 1 і 3 А, вольтметр демонстраційний на 5 В, магазини опорів – демонстраційний та лабораторний, батарея акумуляторів або випрямляч, реостати з ковзним контактом на 6–10, 25–30 і 1000 Ом, вимикач демонстраційний, проводи з'єднувальні.

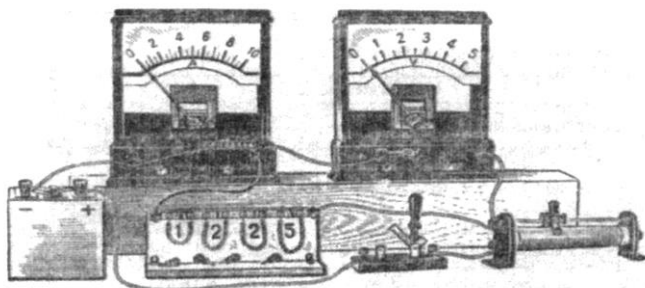


Рис. 158. Демонстрація закону Ома для ділянки кола

Збираємо установку за рис. 158. У коло вводимо постійний опір, наприклад, 2 Ом, і за допомогою реостата встановлюємо на клеммах магазину опорів спочатку напругу 3 В. При цьому амперметр показуватиме 1,5 А. Потім зменшуємо напругу до 2 В, 1 В і кожного разу покази амперметра та вольтметра записуємо до таблиці:

Опір ділянки 2 Ом	
Напруга, В	Сила струму, А
3	1,5
2	1
1	0,5

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що сила струму на даній ділянці кола прямо пропорційна напрузі на її кінцях.

Після цього проводимо другий дослід і з'ясовуємо залежність сили струму від опору ділянки кола. З цією метою вмикаємо в магазині спочатку, наприклад, 4 Ом і за допомогою реостата доводимо напругу на цій ділянці до 2 В. Амперметр при цьому показуватиме 0,5 А. Потім зменшуємо опір магазину, включаючи, наприклад, 2,1 Ом. І кожного разу за допомогою реостата встановлюємо постійну напругу 2 В. покази амперметра для кожного досліді записуємо до таблиці:

Напруга 2 В	
Опір, Ом	Сила струму, А
4	0,5
2	1
1	2

За отриманими даними робимо висновок, що сила струму на ділянці кола обернено пропорційна її опору.

Узагальнюючи дані обох дослідів, робимо висновок, що сила струму на ділянці кола прямо пропорційна напрузі на її кінцях та обернено пропорційна її опору (Закон Ома для ділянки кола).

Завдання 4. Підготувати й провести демонстрацію послідовного та паралельного сполучення провідників.

а) Послідовне з'єднання провідників.

Обладнання: джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, два резистори на 2 і 4 Ом (або лампочка на 3,5 В або 6,3 В і резистор на 4 Ом), демонстраційні амперметр на 3 А і вольтметр на 5 В, вимикач, з'єднувальні проводи.

Відомо, що при послідовному з'єднанні провідників сила струму у всіх точках кола однакова, напруга на кінцях послідовного з'єднання дорівнює сумі напруг на окремих його ділянках, і загальний опір з'єднання дорівнює сумі опорів окремих провідників.

Треба мати на увазі, що на початку вивчення постійного електричного струму учні виконували дві лабораторні роботи, які можна розглядати як підготовку до більш свідомого сприйняття матеріалу про послідовне з'єднання провідників.

Так, при виконанні лабораторної роботи «Складання електричного кола та вимірювання сили струму в різних його ділянках» учні, зробивши певні дослідження, переконалися в тому, що сила струму однакова в усіх провідниках, з'єднаних послідовно. При виконанні лаборато-

рної роботи «Вимірювання напруги на різних ділянках електричного кола» учні за допомогою досліду виявили, що загальна напруга на кінцях двох послідовно з'єднаних провідників дорівнює сумі напруг на кожному з них.

Таким чином, з трьох закономірностей, які мають місце для послідовного з'єднання провідників, дві вже відомі учням. Тому після ознайомлення учнів з визначенням послідовного з'єднання провідників одразу ж можна пригадати висновки, одержані ними при виконанні лабораторних робіт, зазначених вище, працюючи при цьому зі схемою, наведеною на рис. 159.

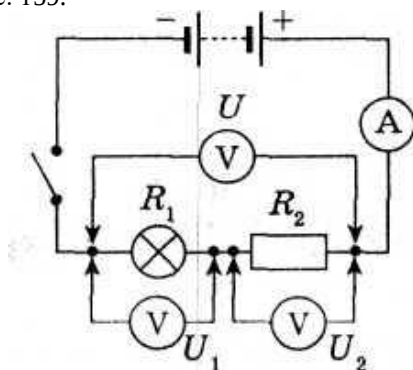


Рис. 159

З'ясувавши, що сила струму буде однаковою у всіх провідниках, робимо висновок, що амперметр можна вмикати в будь-яку ділянку кола:

$$I=I_1=I_2$$

Вимірюємо силу струму I і записуємо її значення на дошці.

Потім за допомогою одного демонстраційного вольтметра вимірюємо напруги: U , U_1 , U_2 , виміряні значення теж записуємо і ще раз доводимо, що:

$$U=U_1+U_2$$

А далі треба поставити запитання: чи можна загальний опір R послідовного з'єднання знайти через опори окремих його ділянок R_1 , R_2 .

Відповідь на це запитання доцільно одержати шляхом обчислень, використовуючи записані значення I , U , U_1 , U_2 :

$$R = \frac{U}{I}, R_1 = \frac{U_1}{I}, R_2 = \frac{U_2}{I}$$

Аналізуючи отримані значення для опорів, доводимо, що:

$$R=R_1+R_2$$

б) Паралельне з'єднання провідників.

Обладнання: те ж саме, що і для дослідів при вивченні послідовного з'єднання провідників.

Для вивчення паралельного з'єднання провідників треба скласти коло за схемою, показаною на рис. 160

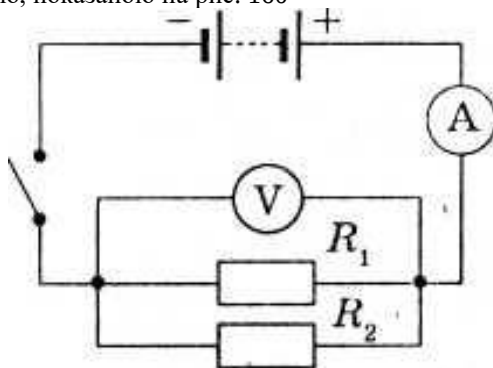


Рис. 160

Майте на увазі, що складання такого кола починають з ділянки, де є паралельне з'єднання, а потім цю ділянку вмикають послідовно з вимикачем і амперметром до джерела струму.

Далі з'ясовуємо, що напруга на кінцях провідників буде однаковою, і вимірюємо її за допомогою вольтметра. Записуємо показання вольтметра.

Звертаємо увагу на те, що сила струму в даному випадку не може бути однаковою, тому її треба вимірювати як у кожному провіднику, так і в нерозгалуженій частині кола. З'ясовуємо, що в схемі на рис. 160 амперметр увімкнутий у нерозгалужену частину кола. Записуємо його показання.

Доцільно одразу ж з'ясувати, що за показаннями вольтметра (U) та амперметра (I) можна визначити загальний опір ділянки з паралельним з'єднанням.

Зробіть це і визначте R .

Далі треба показати, як ввімкнути амперметр в кожне з розгалужень. Це показано на рис. 3. Вимірюємо I_1 і I_2 , порівнюємо з I , одержуємо: $I = I_1 + I_2$

Знаходимо опори:

$$R_1 = \frac{U}{I_1}, R_2 = \frac{U}{I_2}$$

Звертаємо увагу на те, що $R \neq R_1 + R_2$ навіть $R < R_1$,
 $R < R_2$

Пропонуємо знайти: $\frac{1}{R}$, $\frac{1}{R_1}$, $\frac{1}{R_2}$ і .Одержуємо $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

формулу для розрахунку загального опору при паралельному з'єднанні двох провідників.

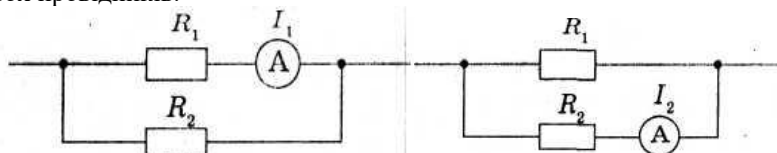


Рис. 161

Завдання 5. Підготувати та провести демонстрацію теплової дії струму.

Обладнання: набір дротин з різних металів, реостат з повзунком 30 Ом, ключ, три лампочки 6 В, проводи, струм від освітлювальної сітки 120 В, два штативи.

Установка: залізу, нікелінову і три мідні дротини завдовжки 25-30 см і діаметром 0,5 мм з'єднують між собою (мідь-залізо-мідь-нікелін-мідь) і підвішують на лапках штативів у натягнутому положенні (рис. 162).

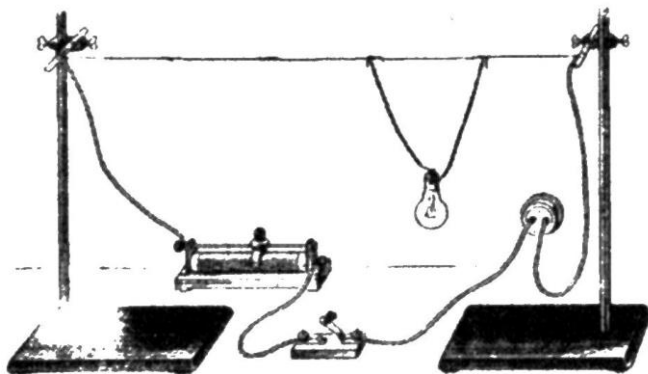


Рис. 162. Установка для демонстрування розподілу напруги на різних ділянках кола

а) Нагадати учням, що напруга на різних ділянках кола різна. Потім учням нагадують, що напруга на даній ділянці кола характеризується кількістю енергії, яка виділяється на цій ділянці при проходженні одиниці кількості електрики.

Електричний струм виділяє більше енергії на тій ділянці, на якій більша напруга. Оскільки провідники в нашому досліді нерухомі, то вся робота, виконана струмом, перейде в тепло, внаслідок чого провідники нагріваються, причому більше нагріється та ділянка, де більша напруга.

Після цього електричні лампочки замінюють «гусариками» з вузьких смужок наперу, навішуючи їх на залізну, мідну і нікелінову дротини. Замкнувши струм, поступово виводять реостат, доки нікелін не почне слабо світитись.

«Гусарин» на нікеліні згорить і впаде, на залізі димитиме, а на мідній дротині залишиться непошкодженим. Мідну дротину можна взяти пальцями, показавши цим, що вона й мало нагрілася.

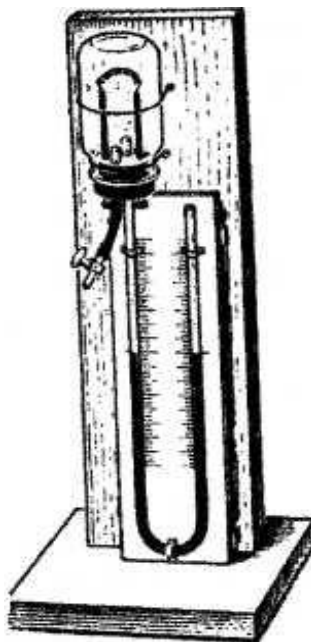


Рис. 163. Прилад
Лермонтова

Після цього реостат поступово виводять і показують, що при збільшенні струму виділення тепла посилюється.

Щоб не перегорів запобіжник освітлювальної сітки і не попсувалося коло, яке може довго служити, дослід припиняють, як тільки нікелін розжариться до червоного кольору (пережарювати нікелін не слід).

б) Теплову дію струму можна продемонструвати і за допомогою так званого приладу Лермонтова. Прилад Лермонтова (рис. 163) складається зі скляної банки місткістю $200\text{--}250\text{ см}^3$ або колби з широкою шийкою і закріпленою в ній гумовою пробкою з 4 отворами. В один з цих отворів вставляється кінець зігнутої скляної трубки (довжина кожного коліна 45 см , діаметр отвору $3\text{--}4\text{ мм}$); у другий отвір – невеликий скляний повітряний кран, яким колба сполучається з атмосферним повітрям; в інші два отвори вставлені металеві стержні з клемми, сполучені всередині колби спіралькою з дротини великого питомого опору (ніхром, нікелін). Довжина дротини спіральки $25\text{--}30\text{ см}$, діаметр $0,3\text{--}0,5\text{ мм}$; як

стержні із спіраллю можна використати так звану «вставку для калориметра». Такий прилад є в продажу і застосовується для визначення теплового еквівалента електричної енергії.

Для грубки і крана отвори в пробці просвердлюють свердлом для пробок, а для стержнів — проколюють шилом.

Змонтовану так колбу з трубою укріплюють на дерев'яній підставі з міліметровою шкалою; у манометр при відкритому крані за допомогою пінетки наливають до середини трубок підфарбовану воду. Щоб скло не фарбувалось, до води домішують фуксину або метиленову синьку, а не користуються чорнилом, мідним купоросом, марганцевокислим калієм.

Для виконання досліду клеми стержнів приладу через ключ і реостат сполучають з полюсами батареї акумуляторів. Замкнувши ключ і відрегулювавши за допомогою реостата величину струму, показують, що рівні води в колінах манометра змінюються.

За допомогою цього самого приладу можна з достатнім наближенням показати пропорційність кількості виділеної теплоти квадратові величин струму.

Для нього в одному з дослідів були ввімкнуті в коло універсальний гальванометр з шунтом на 10 А, реостат з повзунком на 30 Ом і батарея лужних акумуляторів на 4,8 В. Величина струму регулювалась реостатом; при кожному визначенні рівнів рідини прилад був під струмом 2 хв.

Завдання 6. Підготувати і провести демонстрацію принципу дії плавких запобіжників, явище короткого замикання.

Обладнання: саморобний запобіжник, реостат з повзунком (30 Ом, А), Амперметр 10 А, батарея акумуляторів, проводи, ключ, підйомний столик, набір запобіжників, вживаних у побуті й техніці.

а) Склавши електричне коло з послідовно сполучених між собою саморобного запобіжника, амперметра, реостата, ключа і батареї акумуляторів, поступово виводять реостат і демонструють перегорання дрітки запобіжника. Звертають увагу учнів на величину струму, при якій це сталось.

Щоб показати перегорання при різній величині струму (від 1 до 4 А), треба дрітини запобіжників підбирати так, щоб вони були з різного матеріалу і різних розмірів (довжина до 10 см і поперечний переріз до 0,2 мм).

Для визначення в мм діаметра d дрітини завдовжки 10 см, що плавиться при струмі I , існує така встановлена на досліді формула:

$$d = 0.005 + b \cdot I$$

де b – коефіцієнт, що залежить від матеріалу дротини, його визначають з такої таблиці:

Матеріал дротини	b	Матеріал дротини	b
Срібло	0,031	Залізо	0,127
Мідь	0,034	Нікелін	0,06
Латунь	0,05	Константан	0,07

Саморобний запобіжник можна виготовити з дротинки, натягнутої між двома встановленими на дерев'яній дощечці клемами на відстані 10 см.

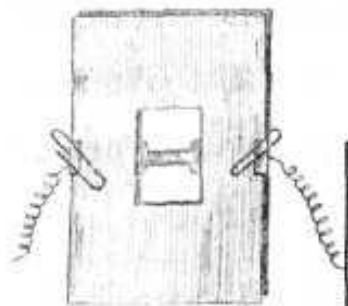


Рис. 164. Саморобний плавкий запобіжник (модель)

Висота клем над дощечкою має бути близько 5 см, щоб дротинка була не біля самої дощечки і щоб її добре було видно на віддалі.

Саморобний запобіжник встановлюють на підйомному столику поряд з амперметром.

б) Принцип дії і призначення плавкого запобіжника можна вивчити на такому досліді (рис. 164). Спочатку виготовляють саморобний запобіжник. Для цього в центрі двох пластинок з цупкого картону 6 см х 10 см вирізають прямокутні отвори 2 см х 3 см. Після цього, вирізавши зі станіолу смужку 1 см х 8 см, зрізають її в середній частині по довжині 1–2 см, а в ширину – на 2–5 мм. Цю смужку станіолу накладають на одну картонну рамку впоперек неї так, щоб вузька частина смужки була в центрі отвору рамки. Наклавши на широкі краї смужки кінці кусочків оголеного мідного проводу 0,5 мм, накривають цю рамку другою рамкою і в місцях з'єднання проводів зі смужкою станіолу, стискають їх канцелярськими скріпками або чимось іншим.

Таких «запобіжників», змінюючи ширину вузької частини смужки станіолу, до уроку треба виготовити кілька штук для різної величини струму.

Рамки закріплюють в лапках штатива і вмикають в електричне коло. Установка і проведення дослідів такі самі, як і у вищеописаному досліді.

З'ясувавши принцип будови і дії запобіжників, учнів треба ознайомити з найголовнішими типами запобіжників, які вживаються в побутовій техніці.

в) Щоб уникнути небезпечних наслідків короткого замикання, використовують плавкий запобіжник. Продемонструвати його дію можна на такому досліді.

Вмикають саморобний плавкий запобіжник в коло струму з електричною лампочкою. Лампочка в цьому випадку горітиме нормально, запобіжник не перегорить. Якщо ж проводи, якими підводиться до лампочки струм, сполучити в заздалегідь оголених місцях товстим металевим стержнем (наприклад, викруткою), то запобіжник перегорить, струм розімкнеться і лампа погасне.

Використовуючи для цього досліді різні види джерел струму, треба враховувати, що для нормального розжарення деяких лампочок (120 В) потрібен значно слабший струм, ніж для лампочок від кишенькового ліхтарика. Для лампочки, наприклад, на 15 Вт, потрібен струм близько 0,12 А, а для лампочки від кишенькового ліхтарика – 0,35 А.

Крім того, слід мати на увазі, що при користуванні струмом від сітки освітлення саморобний запобіжник повинен бути розрахований на менший струм, ніж запобіжник проводки.

Завдання 7. Підготувати й провести демонстрацію використання реостата з ковзним контактом як потенціометра.

Обладнання: реостат лабораторний з двома клемми, реостат повзунковий з трьома клемми на 15-30 Ом, реостати важільний і штепсельний (магазин опорів), джерело струму – випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, лампочка на 3,5 В або 6,3 В, амперметр демонстраційний на 3 А, вимикач, з'єднувальні проводи.

Будову реостатів – повзункового, важільного і штепсельного (магазину опорів) – описано з використанням відповідних рисунків в підручнику. Спираючись на ці рисунки, розгляньте кожний вид реостата і навчіться вминати їх у коло для зміни сили струму в ньому.

Розв'яжіть у класі задачу.

Дослід. Використання реостата.

Складіть коло, увімкнувши в нього джерело струму (випрямляч на 4 В або 6 В), вимикач, електричну лампочку на 3,5 В або 6,3 В, реостат, амперметр демонстраційний.

З'ясуйте разом з учнями, як можна збільшувати або зменшувати опір відповідного реостата, а потім зробіть це. Як на такі зміни буде реагувати амперметр? Що буде із розжаренням лампочки?

У цьому й буде полягати підготовка учнів до виконання відповідної лабораторної роботи.

Дослід. Використання реостата як потенціометра.

Обладнання: повзунковий реостат (з трьома клемами) на 30-100 Ом, випрямляч ВС 4-12 або ВСШ-6, лампочка на 3,5 В або 6,3 В, вимикач, з'єднувальні проводи.

З цією метою використовують повзунковий реостат з трьома клемами. Матеріал про потенціометр доцільно додатково надати учням на тому ж уроці: у лабораторну роботу, в якій за програмою передбачено вивчати тільки реостат для регулювання сили струму, треба внести додаткове завдання з вивчення потенціометра.

Як ознайомити учнів з потенціометром і з'ясувати, чому він є подільником напруги? Зробити це можна таким чином.

Спочатку накреслити схему кола, в якому до джерела струму підключені тільки нижні клеми *A* і *B* реостата (рис. 165).

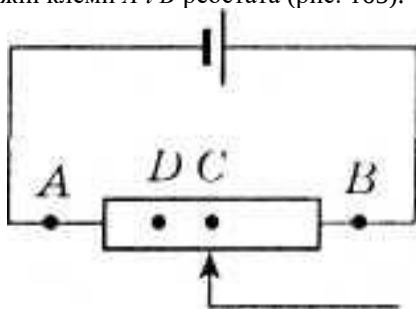


Рис. 165

Звернути увагу учнів на те, що в цьому випадку напруга, що дає джерело, буде на всьому реостаті. Потім ставимо точку *C* посередині реостата. А яка напруга буде на ділянках реостата *AC* або *CB*? Половина всієї напруги.

Ставимо точку *D* так, щоб *AD* дорівнювала $\frac{1}{4}$ довжини всього реостата. Яка напруга буде на ділянках *AD* і *DB* реостата? На ділянці *AD* – $\frac{1}{4}$ частина всієї напруги, а на ділянці *DB* – $\frac{3}{4}$ всієї напруги. Таким чином, напругу на реостаті можна поділити на певні частини.

Як же використати ці частини напруги для живлення певного кола? Для цього треба скористатися повзунком реостата, з'єднаного з верхньою клемою реостата, і коло приєднати до верхньої й однієї нижньої клем реостата.

У першій схемі (рис. 166, а) на лампочку буде подаватися напруга, яка є на реостаті між точками *A* і *C*.

У другій схемі (рис. 166, б) на лампочку буде подаватися напруга з ділянки реостата між точками *C* і *B*.

І в першому, і в другому випадках це буде однакова напруга.

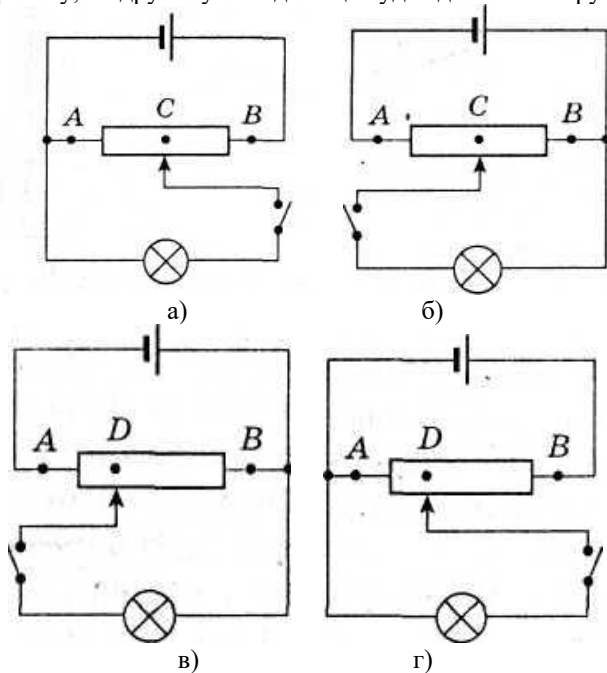


Рис. 166

Слід мати на увазі, що після замикання ключа напруга на лампочці не буде дорівнювати половині напруги, яку дає джерело струму. Справа в тому, що після замикання ключа до джерела струму буде увімкнуте коло, яке складається з двох послідовно з'єднаних ділянок: 1) ділянки з паралельним з'єднанням половини реостата *AC* (або *CB*) і лампочки; 2) ділянки, яка є другою половиною реостата. Внаслідок цього відбудеться певний перерозподіл напруг на двох частинах реостата.

Щоб переконатися в цьому, корисно розв'язати кілька задач.

Завдання 8. Підготувати й провести лабораторну роботу:

- 1) Вимірювання опору провідника за допомогою амперметра та вольтметра;
- 2) Вивчення залежності електричного опору провідника від його довжини, площі поперечного перерізу та речовини, з якої він виготовлений.

15. Фізичний практикум до теми «Постійний струм у напівпровідниках»

Завдання 1. Підготувати й провести демонстрацію «Залежність електропровідності напівпровідників від температури». Ознайомитись з набором напівпровідникових приладів.

Обладнання: термістор ММТ-4 на підставці, гальванометр демонстраційний від амперметра, батарея акумуляторів, ключ, спиртівка, з'єднувальні провідники, навчальна таблиця «термістори».

Література: інструкція до набору.

Перед демонстрацією досліду учнів знайомлять з будовою термістора ММТ-4 по таблиці, де прилад зображено крупним планом у розрізі (рис.167). Букви «ММ» означають напівпровідниковий матеріал, із якого зроблено термістор (окиси марганцю і міді), Т – термістор, 4 – умовне позначення конструктивного оформлення.

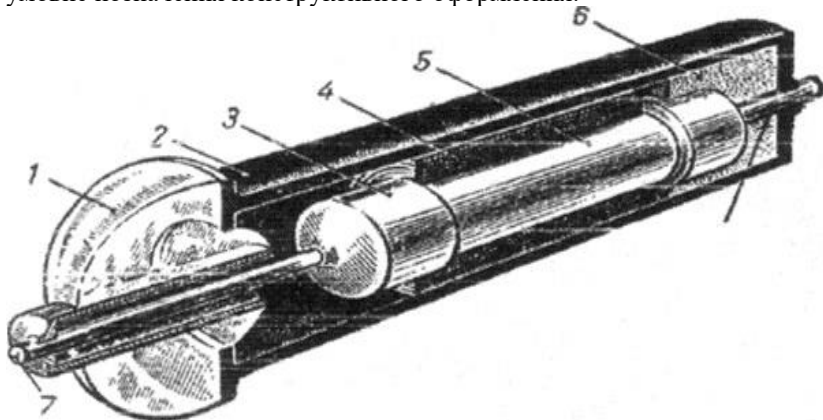


Рис.167

Термістор має форму циліндричного стержня (5) довжиною 12 мм і діаметром 2 мм. На кінці стержня надягнуті контактні ковпачки (3) з виводами із мідного проводу. Поверхня стержня покрита фарбою і обернена металевою фольгою (4), яка гарантує теплообмін між термістором і навколишнім середовищем. Один вивід термістора припаяний оловом (6) до дна металевого корпусу (2), а другий проходить в трубочці, яка вварена в скляний ізолятор (1).

Після розгляду будови термістора на дошці креслять схему і по ній складають установку (рис.168).

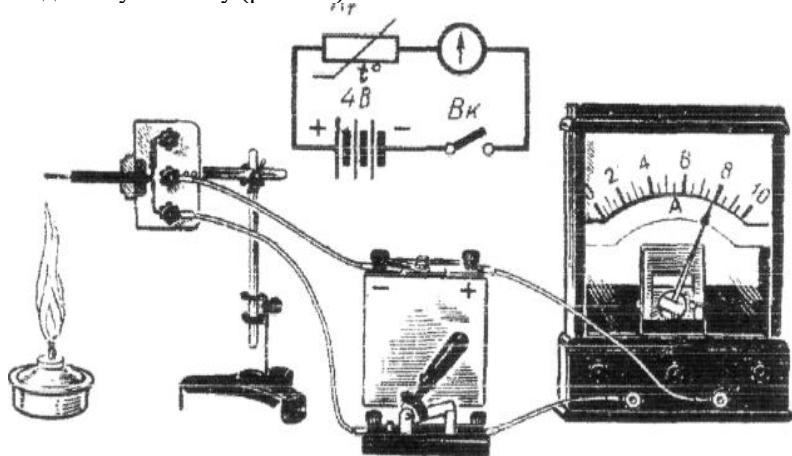


Рис.168

Термістор закріплюють на підставці в горизонтальному положенні і включають в електричне коло послідовно з демонстраційним гальванометром, батареєю акумуляторів і ключем.

При замкненні кола гальванометр показує деякий струм і стрілка його відхиляється приблизно на 2 поділки шкали "0-10". Величина цього струму залежить від напруги джерела і початкового опору термістора, тобто його опору при кімнатній температурі. Після цього термістор повільно нагрівають над полум'ям спиртівки (полум'я не повинно дотикатись до приладу) і спостерігають повільне збільшення струму. Коли стрілка гальванометра буде наблизитись до останніх поділок шкали, нагрівання припиняють.

Далі показують зворотній процес охолодження термістора. І при охолодженні його у холодній воді стрілка гальванометра швидко переміщується у зворотному напрямку.

Дослід показує, що опір напівпровідників при підвищенні температури зменшується і при зниженні температури навпаки збільшується.

Завдання 2. Продемонструвати залежність електропровідності напівпровідника від освітленості.

Обладнання: фоторезистор ФСК-І на панелі, джерело постійного струму з напругою 4–6 В, демонстраційний гальванометр (від амперметра), кишеньковий ліхтарик або електрична лампа на підставці, з'єднувальні провідники.

Складають електричне коло з фоторезистора, гальванометра і джерела постійного струму (рис.169). Спостерігають невелике відхилення стрілки гальванометра. Повільно наближають до фоторезистора засвічений ліхтарик або лампу і демонструють поступове збільшення сили струму в колі, що свідчить про збільшення електропровідності (зменшення опору) фоторезистора зі збільшенням освітленості. Не змінюючи освітленості фоторезистора, змінюють полярність вмикання фоторезистора. При цьому спостерігають, що значення сили струму не змінюється. Роблять відповідний висновок.

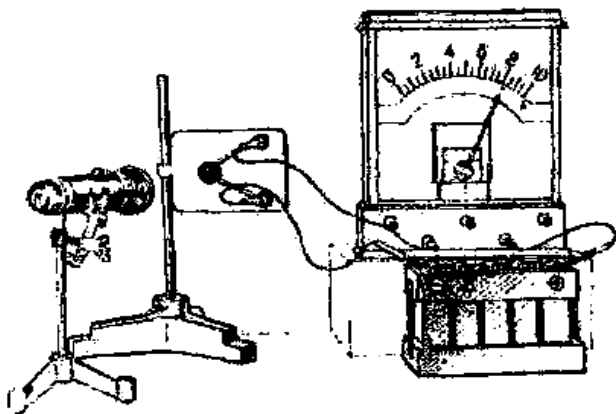


Рис.169

Завдання 3. Показати дію фотореле з фоторезистором.

Обладнання: фоторезистор на підставці, радіореле поляризоване на підставці, джерело постійного струму напругою 4–6 В, електрична лампочка потужністю 60 Вт на підставці, кишеньковий ліхтарик, вимикач, з'єднувальні проводи.

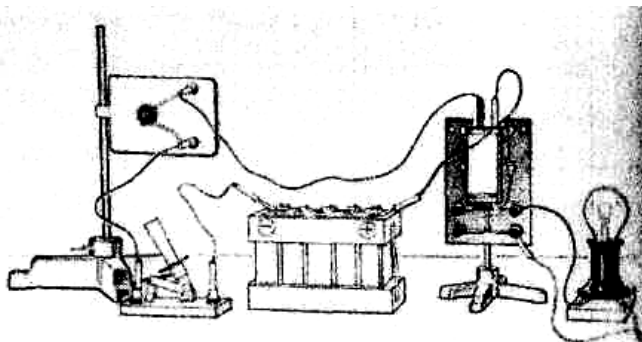


Рис.170

Для демонстрування дії фотореле складають установку за рисунком 170. Фоторезистор, джерело постійного струму й обмотку реле вмикають послідовно. У виконуючому колі використовують нормально розімкнені контакти реле (рис.171). Якщо фоторезистор освітити кишеньковим ліхтариком – реле спрацює і вмикає сигнальну лампу. Перетинаючи пучок світла, який падає на фоторезистор, рукою або непрозорим предметом, показують, що кожного разу реле встигає ввімкнути і вимкнути сигнальну лампу.

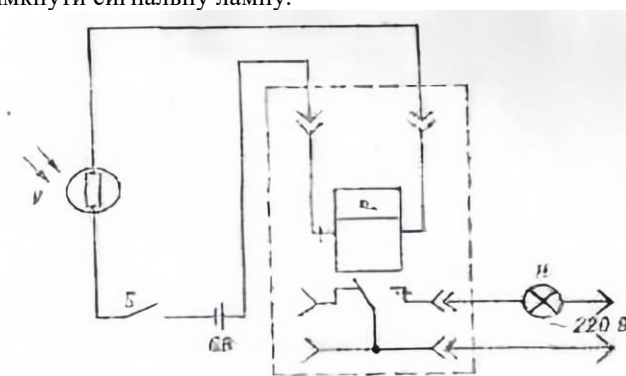


Рис.171

Учням повідомляють, що за таким принципом працюють різноманітні автоматичні лічильники (наприклад, лічильники деталей на конвеєрі).

Після цього у виконуючому колі використовують нормально замкнені контакти реле. Тепер сигнальна лампа гаснучиме при освітлен-

ні фоторезистора. Цей дослід розкриває принцип автоматичного вмикання вуличного освітлення, засвічування бакенів тощо.

Завдання 4. Продемонструвати та пояснити дію автоматичного сигналізатора рівня рідини або сипких тіл.

Обладнання: кювета з плоскопаралельними стінками на підставці, стакан з підфарбованою чорнилом водою, гумова груша.

Установку для демонстрування дії автоматичного сигналізатора рівня рідини або сипких тіл складають за рис.172. У виконуючому колі використовують нормально замкнуті контакти реле. На початку досліду кювета порожня і світло від ліхтарика вільно проходить до фоторезистора. Сигнальна лампа не горить. Потім у кювету повільно наливають підфарбовану чорнилом воду і спостерігають підвищення рівня рідини в кюветі. Як тільки рідина перекриє світловий пучок, реле спрацює й увімкне сигнальну лампу.

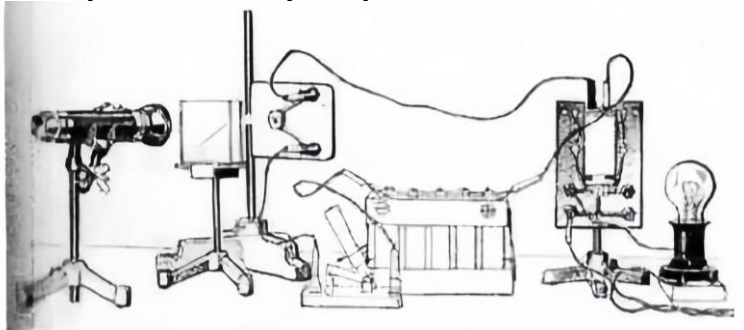


Рис.172

Опускають у кювету кінчик стиснутої гумової груші і знижують рівень рідини. Демонструють погасання сигнальної лампи, як тільки перекриття світлового пучка припиниться.

Після закінчення досліду учням слід розповісти, що подібні автоматичні пристрої використовують на різних виробництвах, де необхідно контролювати рівень рідин або сипких тіл (піску, вугілля, зерна тощо).

Завдання 5. Підготувати й провести демонстрацію механічної моделі діркової провідності напівпровідника.

Обладнання: штатив, прямокутна фанерка або пластмасова пластинка з отворами, кульки однакового діаметра (6–8 шт.).

Пояснюючи діркову провідність напівпровідника, учням корисно показати механічну модель цього явища. У фанерній або пластмасовій пластинці прямокутної форми 7...9 рівновіддалених отворів, діаметр яких трохи менший за діаметр наявних кульок. Пластинку закріплюють у горизонтальному напрямі в лапці штатива і в отвори вставляють кульки, залишаючи один з крайніх отворів вільним. Переставляючи кульки послідовно одну за одною в отвори, що звільняються (рис.173), демонструють рух вільного місця – дірки – в напрямі, протилежному напрямку переміщення кульок, які моделюють електрони.

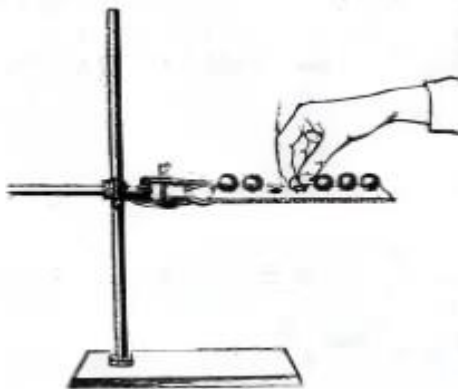


Рис.173

Завдання 6. Підготувати й провести демонстрацію «Одностороння електропровідність напівпровідникового діода».

Обладнання: діоди напівпровідникові на підставці, гальванометр демонстраційний (від амперметра), реостат на 10 000 Ом, джерело постійного струму напругою 1,5–6 В, з'єднувальні проводи.

Для демонстрування односторонньої провідності електронно-діркового переходу напівпровідникового діода складають установку відповідно до схеми, поданої на рис.174. Готуючи дослід, діод вмикають у прохідному напрямі і підбирають положення повзунка реостата так, щоб стрілка гальванометра відхилялася приблизно до кінця шкали. Демонструють, що коли ввімкнути діод у прохідному напрямі, струм у колі відхиляє стрілку до кінця шкали, а коли змінити полярність прикладеної до діода напруги, тобто ввімкнути діод у непрохідному напрямі, сила струму в колі дорівнюватиме майже нулю.

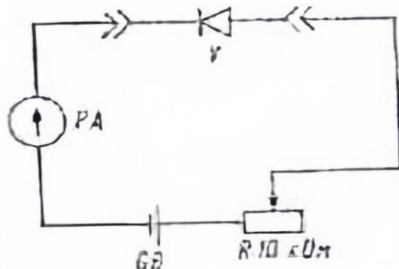


Рис.174

Завдання 7. Продемонструвати вольт-амперну характеристику напівпровідникового діода.

Обладнання: діоди напівпровідникові на підставці, шкільний універсальний трансформатор, резистор 20 Ом, осцилограф, з'єднувальні проводи.

На рис.175 подано схему установки для демонстрування вольт-амперної характеристики напівпровідникового діода. В установці можна використати будь-який площинний низькочастотний діод. Подаючи на вертикальний вхід осцилографа напругу, пропорційну силі струму, що проходить через діод (з резистора K1), а на горизонтальний напругу від джерела живлення (6 В), на екрані дістають вольт-амперну характеристику напівпровідникового діода.

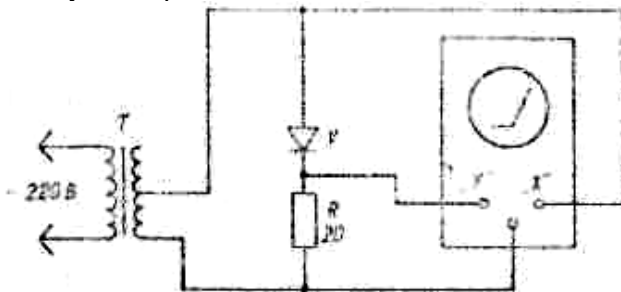


рис.175

Завдання 8. Підготувати та провести демонстрацію «Наявність двох р-п переходів у транзистора».

Обладнання: транзистор на підставці, демонстраційний гальванометр (від амперметра), реостат опором 10 кОм, гальванічний елемент або

інше джерело постійного струму з напругою 1,5 В, з'єднуютьні про-
води.

Розповівши учням про будову транзистора, показують наявність у транзисторі типу $p-n-p$ двох електронно-діркових переходів. Спочатку складають установку за схемою, показаною на рис.176, а, і демон-
струють наявність емітер-базового переходу.

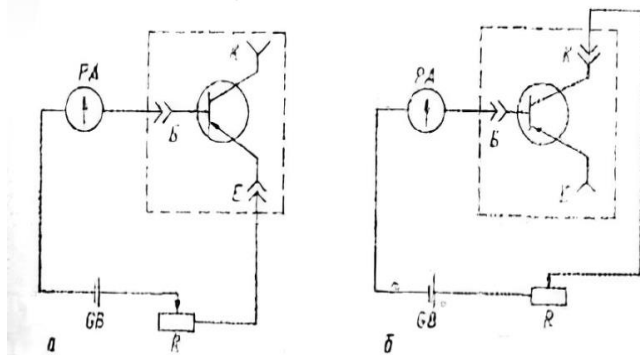


Рис.176

Позитивний полюс джерела струму через реостат з'єднують з емі-
тером, а негативний – з базою. Стрілка гальванометра відхиляється на
всю шкалу, що свідчить про мале значення опору переходу. Змінюють
полярність вмикання переходу. Гальванометр не виявляє струму в ко-
лі, отже, провідність переходу одностороння.

Аналогічно, склавши коло за рис.176, б, демонструють наявність
колекторно-базового переходу. Для цього переходу прохідним є на-
прям, при якому колектор з'єднано з позитивним полюсом джерела
струму, а базу – з негативним. Коли полярність вмикання переходу
протилежна, струм у колі буде дуже малий.

Завдання 9. Підготувати й провести демонстрацію «Автоматичний сигналізатор і регулятор температури».

Обладнання: термістор ММТ-4 на підставці, поляризоване реле РП-5
на підставці, батарея акумуляторів, вимикач демонстраційний, спирті-
вка, реостат на 300 Ом, лампа електрична потужністю 60 Вт на підста-
вці, дроти сполучні.

Принцип дії автоматичного сигналізатора і регулятора температури
показують з використанням термореле, коли термістор працює при
малих електричних навантаженнях, нагрівається не струмом, що про-
ходить, а внаслідок зміни температури навколишнього середовища.

Установку досліду збирають по рисунку 177. У коло термістора включають батарею акумуляторів напругою близько 4 В, вимикач і котушку поляризованого реле. У виконавче коло реле включають електричну лампу потужністю 60 Вт. Контакт реле підбирають так, щоб при знес-трумленому реле виконавче коло було розімкнуте.

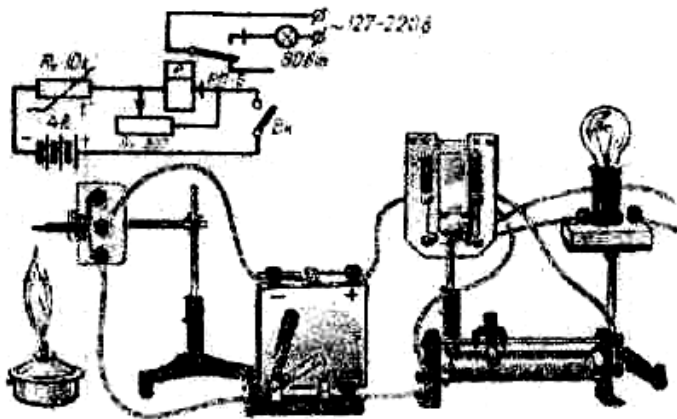


Рис. 177

При замиканні первинного ланцюга початковий струм може привести в дію реле навіть у тому випадку, коли термістор знаходиться при кімнатній температурі. Щоб усунути це явище, паралельно котушці реле включають реостат опором близько 300 Ом. Його рухомий контакт встановлюють в таке положення, при якому реле утримує виконавче коло розімкненим. При незначному нагріванні датчика термістора реле спрацьовує і вмикає лампу, тобто подає сигнал про підвищення температури навколишнього середовища. Лампа продовжує горіти до тих пір, поки термістор не прийме початкову температуру.

Далі показують, що температуру, при якій спрацьовує реле, можна регулювати за допомогою реостата, включеного паралельно котушці поляризованого реле.

Для демонстрації принципу дії автоматичного регулятора температури в термореле вводить зворотний зв'язок між датчиком температури і лампою нагрівачем, включеною у виконавчий ланцюг реле. Лампу встановлюють під термістором замість спиртівки і підключають до нормально замкнутих контактів реле. Тепер при замиканні первинного ланцюга включається і лампа, але через деякий час, коли температура термістора підвищиться і стане більше заданої величини, реле вимкне лампу і припинить подачу тепла. Лампа і термістор охолоджувати-

муться. Датчик-термістор знову зафіксує відхилення температури від необхідного значення і буде впливати на реле, яке знов включить лампу-нагрівник. Таким чином, термістор весь час контролює температуру і отриману інформацію передає в регулюючий орган – реле, що управляє притокою електроенергії в лампу-нагрівник. Величина контрольованої температури встановлюється за допомогою реостата, що шунтує обмотку реле.

16. Фізичний практикум до теми «Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів».

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати електропровідність дистильованої води і водних розчинів деяких речовин.

Обладнання: два саморобних спеціальних електроди, амперметр із шунтом на 3 А, електрична лампа на 15-25 Вт у стінному патроні, хімічні стакани: на 200/250 мл – 4 шт., на 100 мл – 3 шт., кухонна сіль, цукор-пісок, концентрована сірчана кислота, дистильована вода в окремій посудині – 1000 мл, штатив з коротким стояком, дві муфти, два кільця до штатива, провідник на ізоляційній ручці, скляна паличка, спиртівка, азбестова сітка, з'єднувальні проводи, ящик-підставка.

Література: Миргородський Б. Ю., Шабаль В. К. Демонстраційний експеримент з фізики. Електродинаміка, дослід 30, с. 54–55.

Для виконання цього досліді треба виготовити з алюмінієвого дроту товщиною 5–6 мм два електроди-шупи (рис.178).

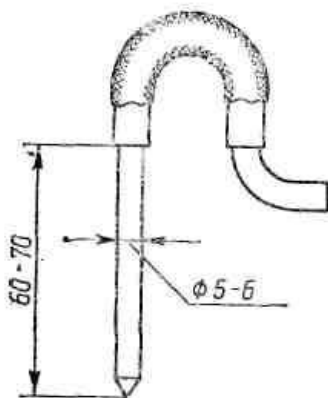


Рис.178. Схема будови електрода-шупи

Нижні кінці електродів злегка загострюють, а верхні згинають. До верхніх кінців приєднують гнучкі проводи, за допомогою яких щупи вмикають у коло. Ці кінці старанно ізолюють, натягнувши на них гумову трубку або обмотавши пластиковою ізоляційною стрічкою.

Дослід краще виконувати при напрузі 36 В, що гарантує безпеку.

Перед тим як виконувати дослід, у хімічні стакани на 250 мл наливають на 3/4 дистильованої води, а в стакани на 100 мл насипають до половини сухої дрібної кухонної солі й цукру-піску. У третій стакан наливають концентрованої сірчаної кислоти. На стакани слід наклеїти етикетки з написами.

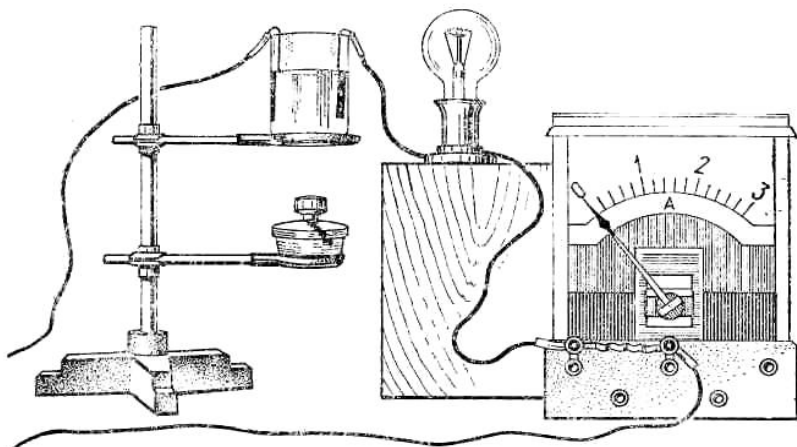


Рис.179. Установа для демонстрування електропровідності дистильованої води, водних розчинів деяких речовин і залежності опору електродів від температури

Установку для дослідів складають, як показано на рис.179. У коло лампи послідовно вмикають амперметр і за допомогою електродів-щупів – досліджуваний зразок речовини.

Спочатку послідовно демонструють відсутність струму в колі, коли електроди занурені в дистильовану воду, концентровану сірчану кислоту, сіль і цукор. Перед кожним зануренням електродів за допомогою ізолюваного провідника з оголеними кінцями або провідником на ізоляційній ручці корисно замикати коло, демонструючи наявність напруги.

Із цієї частини дослідів роблять висновок, що всі ці речовини є діелектриками, ізоляторами.

Потім у стакан з дистильованою водою занурюють щупи й потроху сиплять у воду кухонну сіль, розмішуючи розчин скляною паличкою. Зі збільшенням концентрації солі розжарення лампи зростає, а амперметр показує збільшення сили струму. Дослід закінчують як тільки лампа засвітиться повністю.

У другий великий стакан з водою добавляють сірчану кислоту, демонструють добру електропровідність водного розчину кислоти. Кислоту у воду слід добавляти краплями, занурюючи скляну паличку спочатку в кислоту, а потім у воду. Розчин потрібно розмішувати паличкою.

Нарешті, в третій стакан з водою насипають цукор (можна одразу сипати багато), і зануривши електроди в розчин, переконуються, що водний розчин цукру не є електролітом.

Цю серію дослідів бажано закінчити перевіркою електропровідності води, взятої з водопроводу. Звичайно, водопровідна вода проводить електричний струм – лампа установки ледве світиться. Ця частина дослідів потрібна для того, щоб у учнів не склалося враження, що всяка вода діелектрик. Діелектриком є лише дистильована вода.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати рух іонів в електричному полі.

Обладнання: пластинка листового скла (150 x 200 мм), два латунні або жерстяні електроди з припаяними до них провідниками, джерело постійного струму (ВУП-1, ВУП-2), кусочок темної штопальної нитки, реактиви, основа універсального штатива, лапка, фільтрувальний папір.

Рух іонів в електричному полі виявляють за допомогою індикатора – розчину, який змінює своє забарвлення. Для іонів гідроксиду індикатором є фенолфталеїн, для іонів водню – метилоранж.

Дослід виконують таким чином. Шматочок скла покривають товстим фільтрувальним папером, змоченим розчином кухонної або глауберової солі з добавкою кількох крапель індикатора. Папір повинен бути вологим, але не настільки, щоб розчин стікав з нього. По краях паперу накладають електроди – дві латунні або жерстяні смужки довжиною 100–120 мм, завширшки 15–20 мм. Проводи від електродів приєднують до джерела постійного струму з напругою до 250 В. Чим вища напруга, тим швидше рухаються іони і, отже, дослід вимагає менше часу. Електроди на папері закріплюють двома прищипками для білизни.

Посередині між електродами на папір накладають темну штопальну нитку, змочену розчином їдкого калію або їдкого натрію, коли хочуть

показати рух іонів гідроксиду, або розчином соляної кислоти, коли потрібно показати рух іонів водню.

На електроди подають напругу і через деякий час починає поширюватися забарвлення паперу в напрямі до одного з електродів. Іони гідроксиду рухаються до анода і забарвлюють папір у малиновий колір, іони водню рухаються до катода і забарвлюють папір у рожевий колір. Одночасно спостерігається забарвлення паперу і в інший бік, що є наслідком дифузії, але це забарвлення не поширюється далеко від нитки. Щоб поширення забарвлення було помітним, потрібно 5–8 хв. Пластинку бажано підсвітити знизу або збоку.

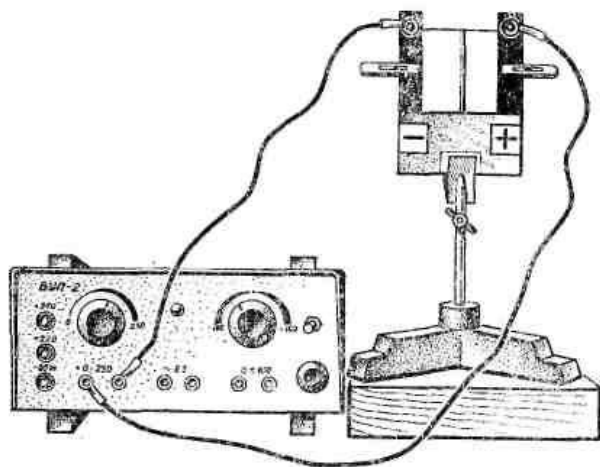


Рис.180. Установка для демонстрування руху іонів

Недоліком цього досліду є те, що він демонструє рух іонів одного знака. Щоб показати рух іонів різних знаків одночасно, роблять так: великий шматок фільтрувального паперу змочують розчином кухонної солі, а під електроди підкладають вузьенькі смужки такого самого паперу, змочені розчином мідного купоросу (під анод) і двохромокислого калію (під катод). Якщо тепер увімкнути напругу, то майже одразу видно переміщення жовтої смуги від катода до анода і синюватої – від анода до катода. Ширина цих смуг різна, що свідчить про різну швидкість іонів різних знаків.

Установку для демонстрування руху іонів в електричному полі зображено на рис.180.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати залежність опору електролітів від температури.

Обладнання: хімічний стакан на 200–250 мл, електрична лампа 15–25 Вт, амперметр із шунтом на 1 А, дистильована вода, кухонна сіль, спиртівка, сірники, штатив з коротким стояком, дві муфти, два кільця до штатива, провідник на ізоляційній ручці, з'єднувальні проводи, електроди із жерсті або алюмінієвого дроту, ящик-підставка.

Установку для виконання досліду складають, як показано на рис.180. У хімічний стакан наливають на $\frac{2}{3}$ його висоти дистильованої води і занурюють два жерстяних електроди (можна використати електроди-щупи, описані у завданні 1). У коло такого вольтметра, послідовно вмикають електричну лампу на 15–25 Вт і амперметр. Цю установку вмикають у мережу з напругою 36, 127 або 220 В. Оскільки в стакані дистильована вода, то електричне коло розірване. Замикаючи електроди провідником на ізоляційній ручці, демонструють, що до води прикладена напруга.

У воду потроху насипають кухонної солі, розмішують розчин скляною паличкою, поки лампа не почне слабо світитись (амперметр покаже невелику силу струму). При незмінній напрузі сила струму залежить від опору електроліта.

Запалюють спиртівку і поволі підігрівують електроліт. При цьому спостерігають зростання сил і струму в колі, що відмічають за допомогою амперметра й лампи, яка світиться інтенсивніше. Якщо забрати нагрівник і дати електроліту в стакані охолонути, можна помітити, що лампа світиться слабше в міру охолодження електроліту, і що амперметр показує зменшення сили струму. Щоб прискорити охолодження електроліту, стакан обгортають вологою тканиною або ставлять на сніг, при цьому слід періодично перемішувати електроліт скляною паличкою.

З досліду роблять висновок про те, що опір електролітів зі зростанням температури зменшується, а опір металевих провідників зростає. Це пояснюють тим, що при нагріванні процес дисоціації інтенсифікується – внаслідок зменшення в'язкості розчинника (води) збільшується рухливість іонів.

Завдання 4. Підготувати й продемонструвати електроліз розчину мідного купоросу.

Обладнання: набір Горячкіна для електролізу, міцний розчин мідного купоросу, джерело постійного струму, вимикач, з'єднувальні проводи, ящик-підставка.

У стакан від набору Горячкіна наливають на $\frac{2}{3}$ його висоти міцний розчин мідного купоросу, який слід приготувати заздалегідь, щоб він відстоявся і був прозорим. У розчин занурюють два вугільні електроди, закріплені в клеммах кришки з набору. Вуглини електродів треба старанно очистити за допомогою дрібного наждачного паперу й промити.

Електроди протягом 40–60 с витримують в електроліті, не вмикаючи струму, а потім виймають і демонструють відсутність будь-яких змін на їх поверхні. Потім електроди вмикають у коло будь-якого джерела постійного струму, яке забезпечує напругу 2–4 В і через 1–1,5 хв, вимкнувши струм, виймають. Показують, що на одному з електродів, а саме на катоді, осів тонкий шар міді. Знову занурюють електроди в електроліт і через 2–3 хв виймають, звертаючи увагу учнів на те, що кількість міді значно збільшилась. Уже із цього можна зробити висновок про те, що кількість речовини, яка виділяється на катоді, залежить від часу проходження струму через електроліт.

Дослід продовжують, змінивши полярність електродів на обернену і переконуються, що мідь, яка раніше осіла на катоді, переходить у розчин, тобто анод розчиняється. Цей висновок буде використано далі в процесі вивчення застосування електролізу в техніці (анодне розчинення). Потім доцільно, змінивши електрод, покритий міддю, увімкнути вольтметр у коло змінного струму з тією самою напругою. Через деякий час (2–4 хв) переконуються, що електроди залишаються чистими. Іноді це пояснюють тим, що змінний струм зовсім не спричиняє виділення речовини. Але це не правильно. Справа в тому, що полярність електродів двічі протягом одного періоду змінюється на обернену, і скільки речовини виділиться на електроді протягом половини періоду, стільки ж її буде розчинено протягом другої половини періоду.

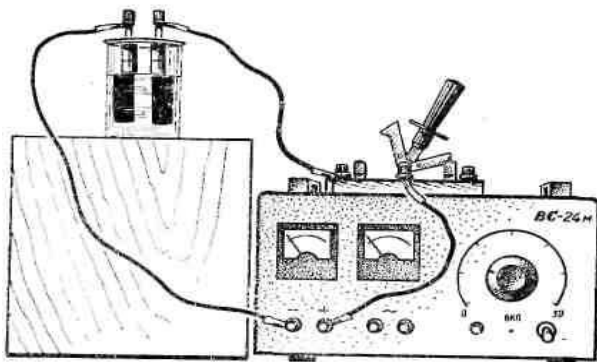


Рис.181. Електроліз мідного купоросу

Дослід продовжують, увімкнувши в коло вольтметра амперметр. Установивши в колі вольтметра деяке мале значення сили струму, протягом певного часу пропускають струм, фіксують на око інтенсивність покриття катода міддю. Заміняють катод свіжою вуглиною, а коли такої можливості немає, катод і анод міняють місцями і, встановивши вдвічі більший струм, пропускають його протягом того самого інтервалу часу. Виймають електроди і демонструють збільшення кількості міді, яка виділилася на катоді. Цього цілком достатньо, щоб зробити висновок: кількість речовини, яка виділяється на катоді, залежить від сили струму. Об'єднавши обидва висновки і ввівши коефіцієнт пропорційності між масою виділеної речовини та кількістю електрики, що пройшла через вольтметр, формулюють перший закон Фарадея. Під час теоретичного виведення першого закону Фарадея з'ясовують глибше фізичний зміст електрохімічного еквівалента речовини і спосіб його визначення.

Установку для електролізу мідного купоросу зображено на рис.181. Якщо джерелом струму в цьому досліді є випрямляч з регульованою постійною напругою (BC-24 м), струм у колі вольтметра змінюють, обертаючи ручку трансформатора випрямляча. В інших випадках у коло вмикають реостат на кілька омів.

Завдання 5. Підготувати й продемонструвати електроліз підкисленої води.

а) Обладнання: газовий вольтметр (вольтметр Гофмана), 10–15 % водний розчин сірчаної кислоти, джерело постійного струму, амперметр із шунтом на 3 А, дві пробірки, тонькі соснові скалочки, вимикач, сірники.

Газовий вольтметр або вольтметр Гофмана (рис.182) складається з трьох скляних трубок, з'єднаних у нижній частині. Дві з них призначені для збирання газів, що виділяються під час електролізу і мають на верхніх кінцях крани. У нижній частині цих трубок впаяні електроди, до виводів яких підводять електричний струм.

Є конструкції вольтметрів з вугільними, платиновими або платиновими і срібними електродами. Третя, середня, трубка

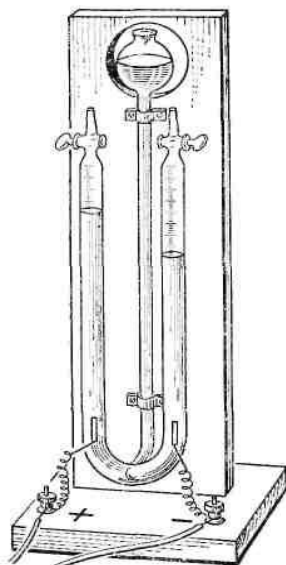


Рис.182. Вольтметр (вольтметр Гофмана).

вольтметра має на верхньому кінці лійку, через яку вольтметр заповнюють електролітом (крани двох інших трубок відкриті). Як тільки рівень електроліту наближається до кранів, їх закривають, а електроліт продовжують наливати доти, доки лійка тонкої трубки не буде заповнена на $\frac{1}{3}$ її об'єму. Повітря, яке може залишитись у просторі під кранами, обережно випускають, повертаючи пробку крана. Працюючи з вольтметром, треба пам'ятати, що в нього наливо звичайно агресивну рідину (розчин кислоти або лугу).

Слід зазначити, що дослід з вольтметром Гофмана, коли продукти електролізу виділяються у вигляді газу, дає змогу точніше визначити їхню масу. Справді, тиск, під яким перебувають гази у вольтметрі, можна вважати сталим і таким, що практично дорівнює атмосферному. Температура їхня стала і, отже, маса газу пропорційна його об'єму. А об'єм газу в трубці вольтметра можна визначити з точністю до десятих частин кубічного сантиметра.

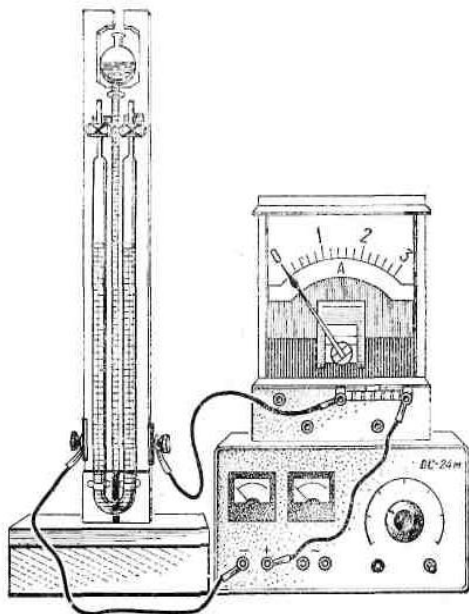


Рис.183. Дослід з вольтметром Гофмана

Дослід з вольтметром Гофмана (рис.183) виконують в такій послідовності. Заповнивши вольтметр електролітом, складають електричне коло з джерела струму на 4–8 В, амперметра і вольтметра ввімкнутого послідовно. У разі потреби в коло вмикають ключ і реостат на кілька

омів. Якщо користуються випрямлячем ВС-24м – реостат і ключ не потрібні. Установлюють силу струму 0,2–0,4 А і на короткий час (20–40 с) вмикають вольтметр. Це потрібно робити для того, щоб електроліт був насичений газами. Справа в тому, що водень і кисень мають різну розчинність у воді, внаслідок чого співвідношення об'ємів їх газів може бути не точним. Через 1–2 хв випускають гази з трубок приладу, який тепер готовий до демонстрування.

Після цього вмикають струм і одночасно вимірюють час за годинником або пускають демонстраційний секундомір. Коли на катоді, де виділяється водень, збереться приблизно 1/2 об'єму трубки водню, струм вимикають. Слід звернути увагу учнів на те, що об'єм кисню, який виділився в трубці з анодом, вдвічі менший, від об'єму водню.

Дослідження газів проводять так. Кран трубки, яка містить кисень, поволі відкривають і в струмінь газу вносять тліючу скалочку, яка відразу яскраво спалахує. На кінець трубки можна надіти тонку гумову трубку й випустити кисень у пробірку, тримаючи її відкритим кінцем угору, а потім у пробірку внести тліючу скалочку. Для дослідження водню на кінець трубки вольтметра насаджують перекинуту догори дном пробірку, яку тримають у руці. Відкривають кран трубки і випускають водень у пробірку. Знизу до отвору пробірки підносять запалену скалочку: водень з легким вибухом згоряє. Можна, надівши на трубку з воднем гумову трубку, випустити його в мильний розчин, налитий у широку посудину. Коли водень витікає в мильний розчин, утворюються бульбашки, наповнені сумішшю водню й повітря – гримучим газом. Якщо до бульбашок піднести палаючу скалочку, станеться легкий вибух, про який слід попередити учнів.

Випускають гази з трубок вольтметра і повторюють дослід, змінивши силу струму в 2-3 рази. Струм пропускають протягом того самого часу, що й у першому досліді. Констатують, що об'єми газів, виділених при цьому, змінилися в таку саму кількість разів. Із цього роблять висновок, що маса газів пропорційна кількості електрики, що пройшла через вольтметр. Порівнюючи об'єм кисню і водню в обох дослідях, переконуються, що їх маси відносяться як 1:8, тобто пропорційні їхнім хімічним еквівалентам.

б) Обладнання: саморобний вольтметр, рідинний демонстраційний манометр з відрізком гумової трубки, джерело постійного струму, з'єднувальні проводи, ящик-підставка, електроліт.

Для виконання цього досліді, який можна вважати демонструванням першого закону Фарадея, виготовляють вольтметр з графітовими електродами. Отвір скляної товстостінної банки щільно закривають гумовою пробкою, крізь яку пропущені виводи від двох графітових

електродів і скляна трубка (бажано з краном). Можна використати двогорлу, як показано на рис.184, або тригорлу банку. Електродами правлять графітово-вугільні стержні від гальванічного елемента, до металевих ковпачків яких припаяні провідники. Банку заповнюють 10–15 % розчином їдкого натрію або їдкого калію на $\frac{3}{4}$ висоти. Трубку, яка виходить з банки, з'єднують з одним з колін демонстраційного манометра. Перед цим потрібно «продути» вольтметр: увімкнути на 20–30 с струм при відкритому крані трубки.

Потім вмикають струм 0,1–0,2 А і пропускають його стільки часу, скільки потрібно для того, щоб різниця рівнів рідини в манометрі становила 10 поділок його шкали. Випускають газ з коліна манометра і повторюють дослід протягом того самого інтервалу, але збільшивши силу струму в два рази. Тепер різниця рівнів становить 20 поділок. Оскільки можна вважати, що тиск газу в коліні манометра сталий і дорівнює атмосферному, і температура його також залишається сталою – масу газу вважаємо пропорційною його об'єму.

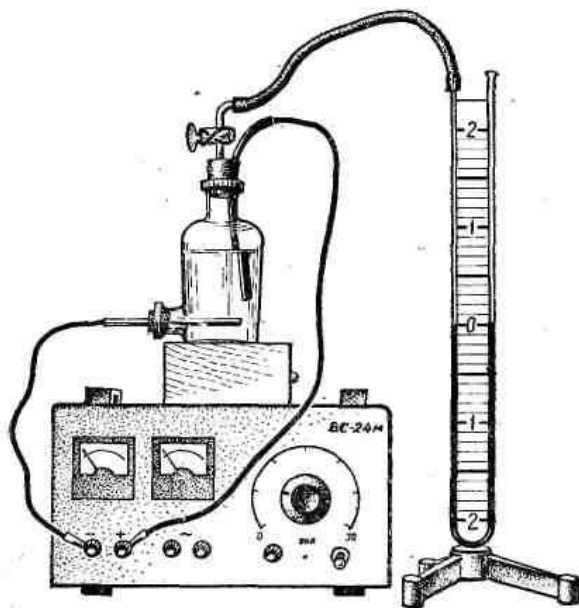


Рис.184. Установка для демонстрування закону Фарадея з саморобним вольтметром.

Отже, кількість речовини, виділеної під час електролізу, пропорційна кількості електрики, яка пройшла через електроліт.

Завдання 6. Підготувати й виконати фронтальну лабораторну роботу «Дослідження явища електролізу».

Завдання 7. Перегляньте відео «Електроліз і його застосування в техніці» та складіть до нього запитання і анотацію.

Завдання 8. Розглянути деякі ППЗ з теми. Вкажіть, які з комп'ютерних експериментів і відеозаписів можна використати при вивченні цієї теми. Складіть відповідні методичні рекомендації.

17. Фізичний практикум з теми «Магнітне поле».

Мета роботи: Навчитись готувати й проводити демонстрації та лабораторні роботи з теми.

Контрольні запитання

1. Які методичні труднощі існують при викладанні даної теми?
2. Яке дають означення постійного магніту? Що таке середня лінія магніту?
3. За допомогою яких дослідів можна виявити властивості постійних магнітів?
4. Який напрямок взято за напрямок ліній магнітного поля?
5. У чому полягає гіпотеза Ампера?
6. Сформувати правило свердлика.
7. Що таке електромагніт?
8. Сформулюйте правило лівої руки. Для чого воно потрібне?
9. Опишіть принцип дії гучномовця.
10. На які дві серії дослідів поділяють досліди Фарадея?
11. У чому полягає явище електромагнітної індукції?

Дослід 1. Дослід Ерстеда

Обладнання: 1) стрілка магнітна демонстраційна на підставці; 2) реостат з ковзаючим контактом; 3) батарея акумуляторів; 4) вимикач демонстраційний; 5) дроти сполучні; 6) ящик-підставка; 7) коробки сірникові (2 шт.); 8) магніти прямі.

На рисунку 185 зображено установку для цього дослідів. Провід, що з'єднує реостат з акумулятором, не повинен бути занадто довгим, щоб

його можна було, злегка згинаючи в тих чи інших місцях, розташувати горизонтально над стрілкою.

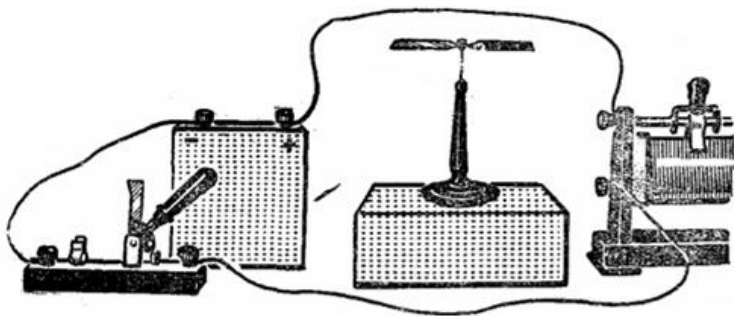


Рис.185. Дослід Ерстеда

Найкраще розташування стрілки – вздовж демонстраційного столу, коли за нею легко спостерігати з усіх місць класу. За цього жодних особливих пристосувань не потрібно, якщо магнітне поле Землі встановлює стрілку приблизно в цьому напрямку. Однак може виявитися, що стрілка буде встановлюватися уздовж магнітного поля Землі в найбільш невідгідному становищі – поперек столу. У цьому випадку треба скористатися двома прямими магнітами, які, будучи укладеними певним чином на столі, дадуть можливість утримувати магнітну стрілку в належному стані.

Звертати увагу учнів на цю деталь установки немає необхідності, тому що вона не є істотною, а служить лише технічним прийомом для отримання належної видимості під час досліду. Потрібний ефект досягається при струмі силою 3 А, тому реостат повинен мати опір близько 1,2 Ом, якщо е. р. с. батареї акумуляторів дорівнює 3,6 В.



Рис.186. Напря́м струму і напря́м руху північного полюса магнітної стрілки

Дію провідника зі струмом на магнітну стрілку. Це дасть можливість спочатку зробити висновок про існування магнітного поля навколо провідника зі струмом, а потім визначити напрямки сил, з якими магнітне поле діє на північний полюс стрілки в різних місцях навколо дроту.

Перед тим як почати демонстрацію, учнів попереджають, щоб вони стежили за поведінкою північного полюса стрілки в момент включення струму. Потім замикають коло і показують, що в установці, представленій на рисунку 185, північний полюс стрілки йде від глядача.

Вимкнувши струм, підставляють під стійку магнітної стрілки дві сірникові коробки, ставлячи одну на іншу, щоб стрілка опинилася над дротом. Знову замикають ланцюг і по поведінці північного полюса стрілки, який буде тепер рухатися до глядача, визначають новий напрямок сили, що діє на північний полюс стрілки.

Вийнявши одну сірникову коробку з-під стійки магнітної стрілки, встановлюють стрілку поруч з дротом спочатку з одного боку, потім з іншого. Спостерігають, що в момент включення струму північний полюс стрілки отримує помітний поштовх вниз або вгору.

Висновки з проведеного дослідження можуть бути представлені на дошці у вигляді креслення, зображеного на рисунку 186.

Дослід 2. Спектри постійних магнітів

Обладнання: 1) набір моделей для отримання магнітних спектрів постійних магнітів; 2) тирсу залізнi в коробочці з ситечком; 3) проєкційний апарат із пристосуванням для горизонтальної проєкції; 4) лист паперу для ошурків; 5) екран проєкційний.

Для отримання та проєкції на екран магнітних спектрів на встановлені постійних магнітів служить спеціальний набір з чотирьох простих моделей. Кожна з них являє собою дві скляні пластинки розміром 120 х 120 мм, між якими вставлені лени і закріплені постійні магніти зі сталі товщиною 1 мм і картонна рамка, що обмежує поле проєкції колом діаметром 100 мм.

У наборі представлені наступні варіанти: 1) прямий магніт; 2) два магніти, звернені однойменними полюсами один до одного; 3) два магніти, звернені різнойменними полюсами; 4) залізне кільце між різнойменними полюсами двох магнітів.

Для демонстрації одну з моделей укладають у горизонтальному положенні на конденсор проєкційного апарату, підготовленого для горизонтальної проєкції, і за допомогою об'єктива проєктують на екран.

Отримавши різке й рівномірно освітлене зображення, насипають на поверхню моделі через ситечко дрібні залізнi ошурки рівним і не дуже

густим шаром. Потім беруть олівець за один кінець і злегка постукують іншим кінцем по краях моделі, поки не утвориться виразна картина розташування магнітних силових ліній (рис.187).

При зміні моделей ошурки зсипають на приготований аркуш паперу, з якого потім їх легко пересипають назад в коробочку.

Щоб в учнів не складалося враження, що магніт – це завжди довгастий стрижень з двома різноіменними полюсами на кінцях – до описаного набору дуже корисно додати ще дві моделі. Одна з них – модель індуктора від генератора змінного струму. Такі індуктори з чотирма й більше полюсами застосовуються в тракторних генераторах, у кишенькових ліхтарях, що приводяться в дію від руки, тощо. Друга модель дає уявлення про спектр магнітного поля Землі в осьовому перерізі.

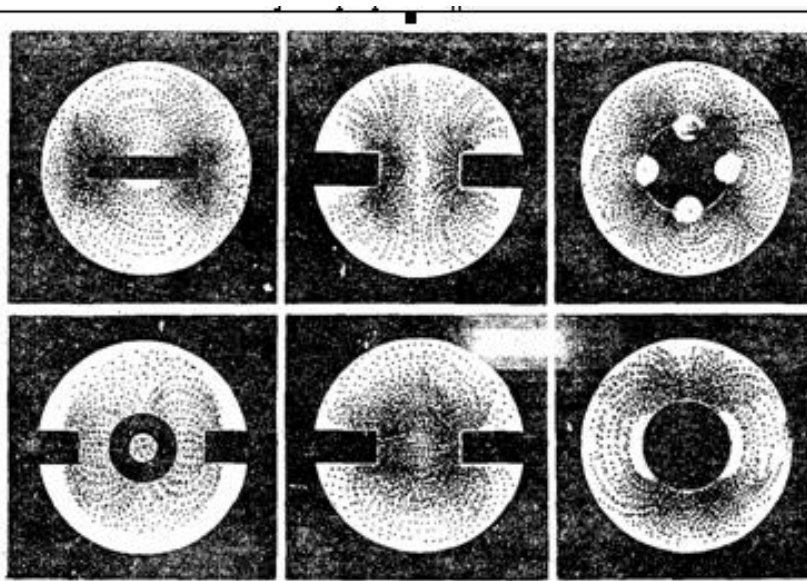


Рис.187. Картина магнітних спектрів на екрані

Може виникнути спокуса демонструвати готові спектри, закріплені парафіном або іншим способом. Цього не слід робити. Такі препарати не розкривають самого процесу утворення магнітних спектрів і тому майже нічим в методичному відношенні не відрізняються від малюнка або діапозитивів.

Дослід 4. Магнітні спектри прямого і колового струму

Обладнання: 1) моток дротяний з розбірним майданчиком; 2) стрілка магнітна демонстраційна на підставці; 3) батарея акумуляторів; 4) ви-микач демонстраційний; 5) тирсу залізні в коробці з сітчатком; 6) дроти сполучні; 7) аркуш паперу для ошурків.

Отримання магнітного спектра прямого струму пов'язане з не-ма-лими труднощами, якщо дослід ставити з одним дротом. Праця поля-гає в тому, щоб отримати достатньо сильний струм і уникнути спотво-рення спектра близько розташованими іншими частинами електрично-го ланцюга, в який включений прямий провід.

Якщо не висувати таких вимог, то можна скористатися приладом, який являє собою моток з ізолюваного дроту, встановлений на підста-вці з двома затискачами. Кінці мотка підведені до затискачів так, щоб учні могли простежити напрямок струму в обмотці. На мотку може бути закріплена в горизонтальному положенні знімний екран. У зібра-ному виді прилад зображений на рисунку 188.

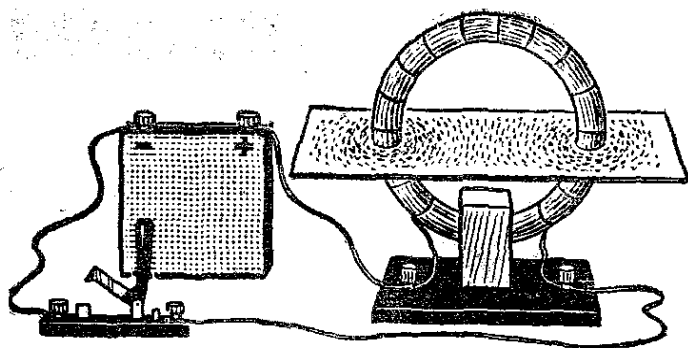


Рис.188. Магнітний спектр колового струму

Для демонстрації магнітного спектру прямого струму тирсу наси-пають тільки з одного боку мотка. Можна вважати, що на такій обме-женій ділянці магнітне поле утворено тільки порівняно коротким від-різком дротяного мотка. Потім демонструють магнітний спектр круго-вого струму, для чого дослід повторюють, розсіюючи тирсу по всьому майданчику.

При проведенні дослідів, перш ніж включити струм, на площадку насилають через сітечко тирсу рівним шаром. При цьому моток дово-диться злегка нахилити, для того щоб тирса розподілилася рівномірно. Потім включають струм (при джерелі з напругою 3,5 В сила струму в мотку буде близько 1 А) і постукують олівцем по майданчику в різних

місцях, поки не утвориться виразний магнітний спектр. Результат дослідують учням, проносячи прилад між рядами учнівських столів.

Отриманий спектр демонструє загальну картину розташування магнітних силових ліній. Для того, щоб визначити їх напрямок, майданчик з мотка знімають і поряд з мотками встановлюють магнітну стрілку на підставці з вістрям. Розміри приладів такі, що вістря, на якому обертається стрілка, по висоті збігається з віссю мотка.

При замиканні струму стрілка різко повертається і здійснює кілька коливань, встановлюється північним полюсом у напрямку силових ліній поля. Співвідносячи отриманий результат з висновками попереднього дослідую, визначають напрям силових ліній і формують правило гвинта.

Дослід 5. Будова і дія електромагніта

Обладнання: 1) електромагніт розбірний; 2) батарея акумуляторів; 3) дроти сполучні; 4) штатив універсальний; 5) гирия 5–10 кг; 6) кінокільцівка «Електромагнітний підйомний кран» або кінофільм «Електромагніти та їх застосування в техніці»; 7) кінопроектор; 8) екрани проєкційні.

У цьому досліді застосований розбірний електромагніт, деталі якого будуть служити для проведення цілого ряду подальших дослідів.

На рисунку 189 зображена наступна установка: на короткий залізний стержень від штатива насаджені дві котушки від електромагніту, з'єднані послідовно, через які пропускається струм від батареї акумуляторів. На досліді з цією установкою показують, що протягнутих через одну або обидві котушки не намагнічене залізне осердя набуває сильні магнітні властивості.

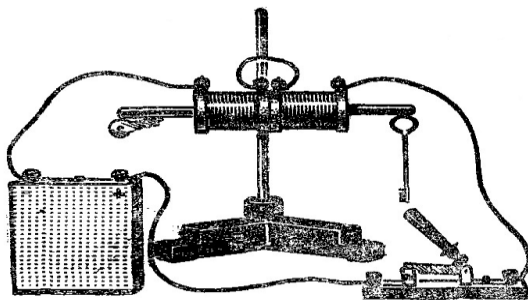


Рис.189. Демонстрація прямого електромагніту

Прилад є електромагнітом і утримує на своїх кінцях досить важкі залізні предмети. Якщо в описане коло включити реостат, то можна показати залежність сили дії електромагніта від величини струму.

Однак залізний якор з гачком відривається від стрижня, якщо до гачка підвісити важку гиру. Слід застосувати інше осердя – у вигляді літери П. Таке осердя за допомогою муфти затискають на перекладині між двома штативами і, знявши котушки з прямого стрижня, надягають їх на осердя. Приєднують через вимикач джерело струму і демонструють сильну дію електромагніту. Останній утримує на якорі гиру 10 кг (рис.190).

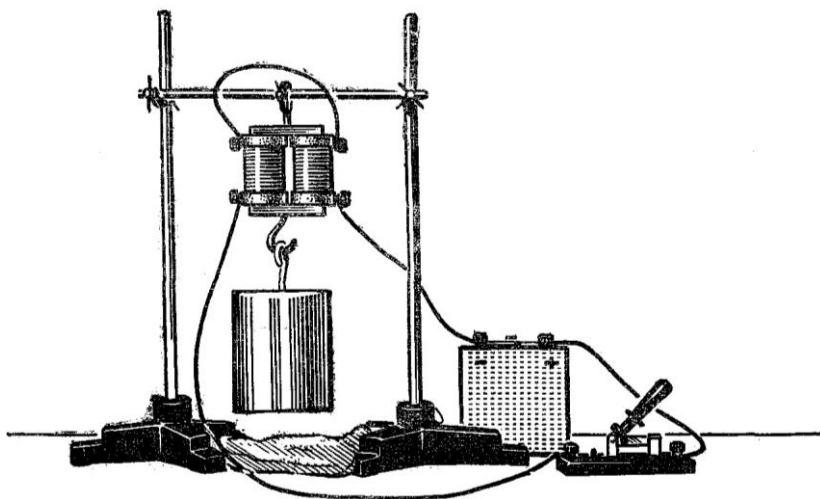


Рис.190. Демонстрація підковоподібного електромагніту

У момент вимкнення струму гири падає, тому між штативами треба покласти що-небудь м'яке.

Практичне застосування електромагніта для підняття вантажу демонструють за допомогою кільцевого фільму «Електромагнітний підйомний кран». У цій кільцівці показано, як електромагніт опускається на купу залізного брухту, піднімає його, переносить і скидає на залізничну платформу, потім повертається назад, після чого весь процес повторюється.

Замість зазначеного кільцевого фільму можна продемонструвати перший фрагмент «Пристрій і дію електромагнітного» з навчального

звукового фільму «Електромагніти та їх застосування в техніці» (ви-
пуск 1961 р.).

Фільм починається з демонстрації електромагнітного підйомного
крана, на якому потім за допомогою мультиплікації виявляються голо-
вні його частини: осердя й обмотка. При вмиканні струму з'являється
магнітне поле, зображене у вигляді силових ліній, яке потім зникає, і
деталь, відриваючись від осердя, падає.

Дослід 7. Дія магнітного поля на рамку зі струмом

Обладнання: 1) рамка дротяна зі шнурів для підвішування; 2) магніти
прямі; 3) батарея акумуляторів; 4) вимикач демонстраційний; 5) стри-
жень від ізолюючого штатива; 6) штатив універсальний; 7) підставки
для магнітів (дві літрові скляні байки); 8) дроти з'єднувальні.

Метою досліду є з'ясування принципу дії електровимірювальних
приладів магнітоелектричної системи. Для проведення досліду береть-
ся дротяна рамка від приладу для демонстрації принципу дії електрод-
вигуна і генератора.

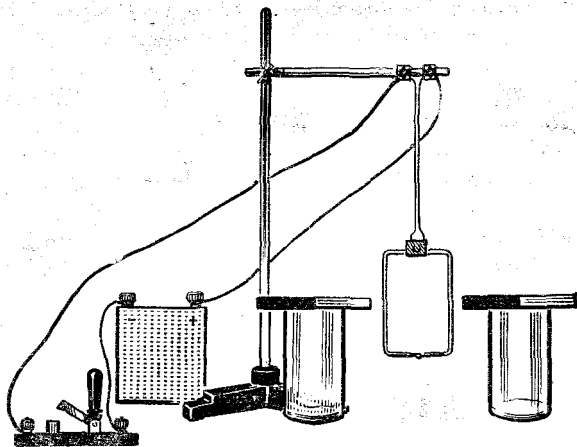


Рис. 191. Обертання рамки із струмом у магнітному полі

Опір рамки близько 3 Ом.

Рамку підвішують за допомогою спеціального шнура, в якому два
дроти пофарбовані в різні кольори і не скручені, а скріплені паралель-
но. Верхні кінці шнура приєднують до двох муфт ізолюючого стержня,
горизонтально укріпленого на штативі. До муфти ж приєднують бата-
рею акумуляторів (рис.191). Після цього мають у своєму розпоря-
дженні по обидві сторони рамки прямі магніти і помічають напрям

силових ліній магнітного поля. Потім визначають напрям, за яким буде текти струм у різних ділянках рамки при замиканні ланцюга.

За цими даними, застосовуючи правило лівої руки, учні заздалегідь визначають, як повинна поводитись рамка, коли по ній піде струм. Правильність зробленого припущення перевіряють дослідом, включивши струм у коло.

Помінявши місцями кінці проводів, що йдуть від джерела струму, демонструють зміну напрямку повороту рамки залежно від напрямку струму. Потім показують, що таку ж зміну можна отримати, помінявши місцями полюси магнітів, тобто змінивши напрям силових ліній магнітного поля.

Якщо в коло включити реостат, то можна показати залежність величини кута повороту рамки від сили струму, на чому і оснований дія електровимірвальних приладів магнітоелектричної системи.

Дослід 8 (А). Отримання індукційного струму при русі провідника в магнітному полі

Обладнання: 1) вольтметр демонстраційний на 5 В; 2) магніт дугоподібний; 3) батарея акумуляторів; 4) штатив універсальний; 5) дроти сполучні; 6) моток дротяний на підставці.

У дослідах з електромагнітної індукції учні вперше зустрічаються з джерелом струму, яке не може мати постійних позначень на полюсах. Єдиною ознакою, по якій в таких випадках можна буде експериментально визначити напрямок струму в ланцюзі, є напрямок відхилення стрілки гальванометра. Звідси виникає необхідність встановити зв'язок між цими двома явищами.

До затискачів демонстраційного вольтметра приєднують батарею акумуляторів так, як це робиться при вимірюванні напруги. Визначивши напрямок струму в ланцюзі по позначенням полюсів на затискачах батареї, укладають напрямок струму в вольтметрі протилежно напрямку відхилення його стрілки. Щоб запам'ятати результат, корисно зафіксувати його на класній дошці у вигляді схеми (рис.192). Далі відключають від вольтметра додатковий опір і вставляють шкалу з нулем посередині, а стрілку ставлять на нуль. Учнім треба пояснити, що в такому вигляді приладом можна виявляти дуже слабкі струми і визначати їх напрям.

Прилад називається гальванометром. Досліди по індукції виконуються в такій послідовності:

1. Поруч з гальванометром встановлюють добре намагнічений дугоподібний магніт (рис.193). Затискачі гальванометра з'єднують довгим дротом (1–1,5 м) і, взявши провід двома руками, перетинають їм

магнітні силові лінії між полюсами магніту. Стрілка гальванометра дає дуже слабке, але все таки помітне відхилення. Стрілка відхиляється в один бік, коли провід опускають вниз, і в інший бік, коли провід піднімають вгору. Коли провід переміщують у будь-якому горизонтальному напрямку, стрілка не відхиляється.

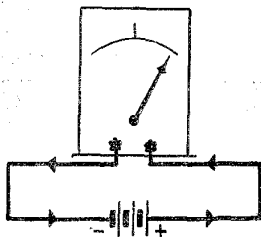


Рис.192. Напря́м струму в колі і відхилення стрілки

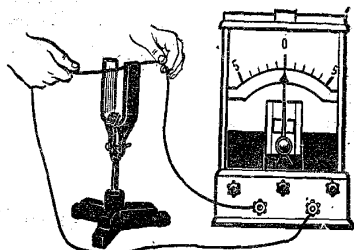


Рис. 193. Демонстрація індукції струму в прямому провіднику гальванометра

Проведені досліди дозволяють з'ясувати і зафіксувати умови, за яких у провіднику порушується індукційний струм, і ввести правило правої руки.

2. Згортають невелику ділянку проводу, приєднаного до гальванометра, у кільце і, надягши його на полюс магніту, отримують більш сильне відхилення стрілки. Потім поступово збільшують кількість витків в мотку і з кожним разом отримують все більший індукційний струм.

3. Беруть спеціальний дротяний моток на підставці зі встановленими на ній затискачами і приєднують його до затискачів гальванометра (рис.194).

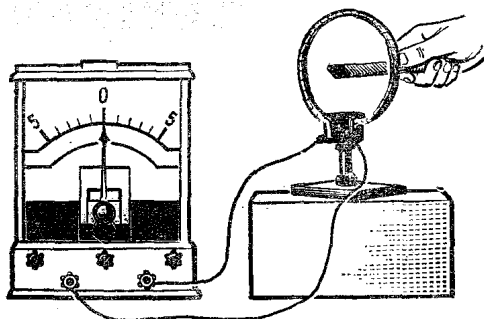


Рис. 194. Індукція струму в дротяному мотці

Учні пропонують визначити, як буде вести себе стрілка гальванометра, якщо всередину дротяного мотка ввести прямої магніт тим чи іншим полюсом. Для вирішення поставленого питання використовують правило правої руки, потім результат перевіряють дослідом. Тут же експериментально показують, що явище індукції протікає так само, якщо магніт закріпити, а переміщати щодо його полюсів моток.

Дослід 8 (Б). Отримання індукційного струму в котушці при замиканні і розмиканні струму в іншій котушці

Обладнання: 1) гальванометр від демонстраційного вольтметра; 2) електромагніт; 3) батарея акумуляторів; 4) реостат з ковзаючим контактом; 5) вимикач демонстраційний; 6) дроти сполучні; 7) ящики-підставки (2 шт.) 8) магніт прямий укорочений (з обладнання для фронтальних лабораторних робіт).

Описані нижче досліди є продовженням експерименту з електромагнітної індукції. Учні на попередніх уроках ознайомилися з явищем виникнення індукційного струму в провіднику при його переміщенні в магнітному полі. Це привело їх до вивчення будови і дії генератора змінного і постійного струму. Ознайомлення з явищем індукції струму струмом повинно підвести учнів до розуміння дії трансформатора.

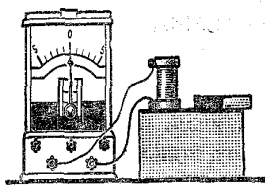


Рис.195. Демонстрування збудження індукційного електромагнітної індукції

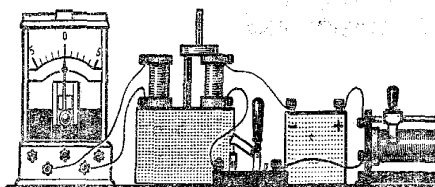


Рис.196. Установка для демонстрування струму рухом магніта

Для проведення дослідів треба скористатися демонстраційним розбірним електромагнітом. Щоб тісніше зв'язати ці досліди з проведеними раніше, беруть одну з двох котушок розбірного електромагніта і з'єднують її з гальванометром (рис.195). Вставляючи в котушку і виймаючи з неї прямий укорочений магніт, показують виникнення індукційного струму то одного, то іншого напрямку. Далі перевіряють можливість заміни в цьому досліді постійного магніту електромагнітом. Таким електромагнітом може служити П-подібне осердя розбірного електромагніта з одягненою на один з його стрижнів котушкою, яку

приєднують до акумуляторної батареї через реостат з опором близько 10 Ом (рис.196). Вставляючи осердя електромагніта в котушку, з'єднану з гальванометром, і виймаючи його з котушки, отримують більш сильний ефект, ніж з постійним магнітом.

Залишивши в ході досліду обидві котушки надітими на осердя, нагадують, в якому напрямку відхилялася стрілка гальванометра при вийманні осердя електромагніта з котушки, і вимикають струм, що живить котушку електромагніта. Учні спостерігають відхилення стрілки гальванометра у тому ж напрямку і роблять висновок, що в даному випадку вимкнення струму рівноцінно за своєю дією видалення електромагніта з котушки.

Повторюють кілька разів дослід з отриманням індукційного струму в котушці, з'єднаній з гальванометром, при включенні і виключенні струму в ланцюзі електромагніта і роблять з цього дослідів всі необхідні висновки, що доповнюють вже відомі учням умови отримання індукційного струму і способи визначення його напрямку.

Далі замикають полюси осердя якорем, як показано на рисунку 197, і повторюють дослідів. Значне посилення спостережуваного ефекту пояснюється більш повним охопленням вторинною котушкою магнітного потоку, утвореного первинною котушкою.

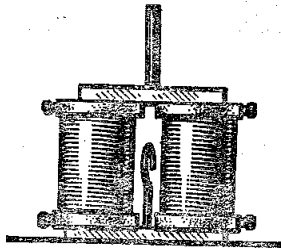


Рис.197. Для установки електромагніту в вертикальному положенні гак якоря обернений в середину

Особливу увагу учнів при поясненнях спостережуваних явищ треба звернути на відсутність дротяного зв'язку між двома котушками і дія їх одна на одну тільки за допомогою магнітного поля.

Перед проведенням описаних дослідів треба підібрати експериментально такий опір реостата, при якому гальванометр давав би відхилення майже на всю шкалу, коли обидві котушки надіті на осердя і останній замкнутий якорем. Після цього опір реостата в ході дослідів змінювати не слід. Цим буде забезпечено поетапний розвиток дослідів: введення в котушку осердя електромагніта дасть відхилення стрілки на кілька поділок; замикання і розмикання струму при вставленому осерді дасть приблизно таке ж, але більш різке відхилення, а при вста-

вленому і замкнутому якорем осердю відхилення стрілки досягне межі.

18. Фізичний практикум з теми «Атомне ядро. Ядерна енергетика».

Завдання 1. Підготувати й продемонструвати модель дослідів Резерфорда.

Мета: навчитися готувати, демонструвати й пояснювати досліди з теми.

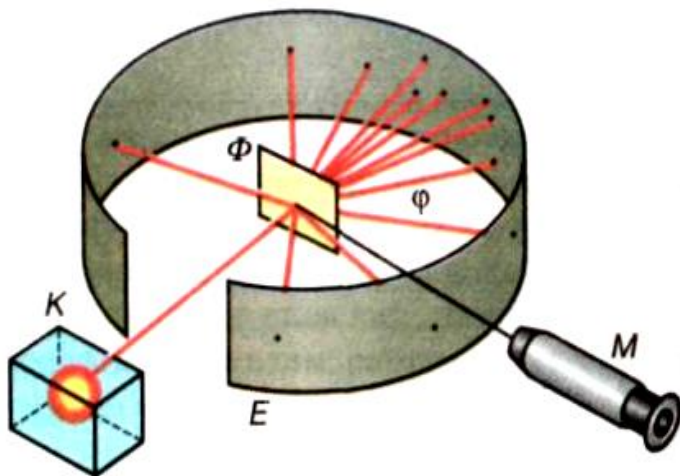


Рис.198. Модель дослідів Резерфорда

У досліді Е. Резерфорда (рис.198) вузький пучок позитивно заряджених частинок спрямовувався на тонку золоту чи платинову фольгу (Φ), навколо якої розміщувався екран (E). При потраплянні частинки на нього в цьому місці фіксувалися спалахи. За допомогою оптичного пристрою (M) можна було спостерігати за спалахами і вимірювати кути відхилення (φ) заряджених частинок.

Більшість із них рухалася майже прямолінійно (кут відхилення φ становив $1-2^\circ$). Проте незначна їх частина відхилялася на більші кути (понад 30°). Були зафіксовані навіть такі частинки (одна з десяти тисяч), які після розсіювання змінювали напрям руху на протилежний ($\varphi > 90^\circ$).

Обладнання: 1) машина електрофорна або перетворювач високовольтний «Розряд-1»; 2) бюретка звичайна з краном; 3) куля металева порожня діаметром 50 мм від електрометра; 4) штатив ізолюючий; 5) штатив лабораторний; 6) фото кювета; 7) освітлювач для тіньової проєкції; 8) екран проєкційний.

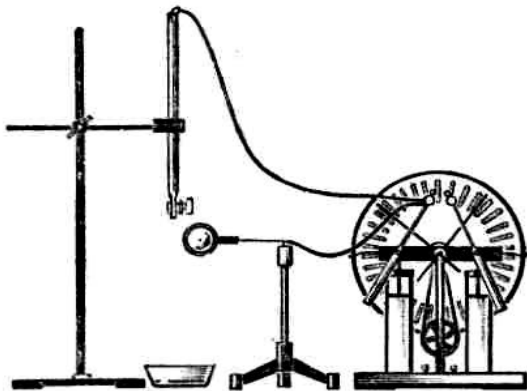


Рис.199. Установка для тіньової проєкції моделі Резерфорда

Модель атома Резерфорда по розсіянню альфа-частинок ядрами атомів демонструють в тіньовій проєкції. Для цього збирають установку за малюнком. В бюретку, закріплену в лапці штатива, вставляють кінець дроту, з'єданого з кондуктором електрофорної машини.

Біля кінця бюретки встановлюють на ізолюючому штативі малу кулю від електрометра. Кулю з'єднують з тим же кондуктором електрофорної машини, що і дріт до бюретки. Положення бюретки регулюють так, щоб її нижній кінець знаходився над кулею на відстані 5–6 см, а вертикаль, яка проходить через кінець бюретки, була від кулі на 1–1,5 см. В бюретку наливають воду, відкривають кран так, щоб вода витікала малими кра-

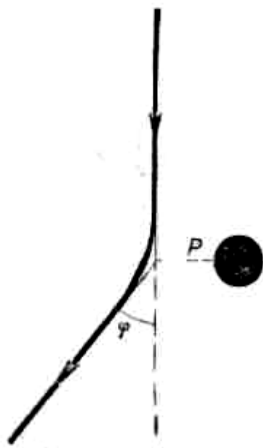


Рис.200. Траєкторія краплі в електричному полі зарядженого шару

плями в підставлену на столі кювету.

Спостереження за падінням крапель відбувається за допомогою тіньової проєкції. Спочатку на екрані спостерігають вертикальне падіння незаряджених крапель. Потім кулю і воду в бюретці заряджають позитивним зарядом від електрофорної машини. Спостерігають рух заряджених крапель в електричному полі зарядженої кулі. Відмічають, що траєкторії падіння крапель викривляються.

Учні пояснюють, що куля в досліді моделює ядро атома, а заряджені краплі води – альфа-частинки.

Кут розсіяння ϕ крапель залежить від їх прицільного розсіяння r , тобто відстані від центра кулі до прямої, вздовж якої спочатку падають краплі (див.рисунок 200).

Показують цю залежність. Переконуються, що при зменшенні прицільної відстані кут розсіяння збільшується і навпаки.

Завдання 2. Підготувати й продемонструвати іонізуючу дію радіоактивного випромінювання.

Іонізуюча дія радіоактивного випромінювання.

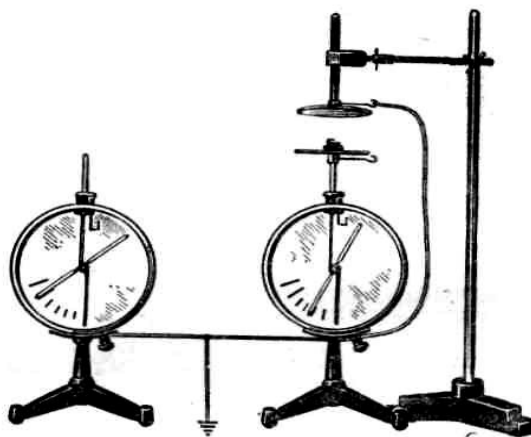


Рис.201. Демонстрація іонізуючої дії радіоактивного випромінювання

Обладнання: 1) джерело радіоактивного випромінювання; 2) електрометри з двома дисками (2 шт.); 3) паличка ебонітова з хутром; 4) штатив універсальний; 5) з'єднувальні дроти.

Для демонстрації досліду беруть два однакових електрометра, на стрижень одного з них надівають металевий диск діаметром 10 см. На

висоті 4–5 см від диска закріплюють в лапці штатива другий диск такого ж розміру. Верхній диск з'єднують дротом з корпусами обох електрометрів і заземлюють. Одержують найпростішу іонізаційну камеру, яка являє собою плоский конденсатор, з'єднаний з електрометром.

В конденсатор вносять радіоактивний препарат від спінтарископа, розташовуючи його в середині нижнього диска. Обидва електрометра заряджають за допомогою наелектризованої палички так, щоб їх стрілки відхилились на однакові кути.

Учнім говорять, що під час дії радіоактивного випромінювання відбувається іонізація повітря між пластинами конденсатора. Іонізація відбувається головним чином під дією альфа-частинок. Виниклі іони, рухаючись в електричному полі, утворюють електричний струм, за рахунок якого конденсатор поступово розряджується. Швидкість розряду відносно невелика; стрілка електрометра переміщується на одну поділку шкали приблизно за 23 хвилини. За цей же час кут відхилення стрілки у другого (контрольного) електрометра практично не змінився.

Дослід повторюють з радіоактивним препаратом, приготованим, наприклад із солей калію і, порівнюючи швидкість розряду електрометра в першому і в другому випадках, роблять висновок про відносну активність застосованих джерел.

Учнім повідомляють, що більшість методів виявлення та вимірювання активності радіоактивних препаратів оснований на іонізуючій дії випромінювання.

Після демонстрації досліду радіоактивні препарати треба одразу ж прибрати на місце.

В цьому та наступних дослідах в якості джерел радіоактивних випромінювань можна брати стрілки приладів, які світяться, солі калію, попіл рослин. Джерело β -випромінювання можна приготувати із 300 мг висушеного, хімічно чистого хлориду калію, поклавши його на алюмінієву тарілочку площею $2,5 \text{ см}^2$. Таке джерело має активність приблизно 250 β -розпадів за хвилину, а з урахуванням поглинання частки в-частинок в самому препараті – приблизно 160 β -розпадів за хвилину.

Завдання 3. Підготувати й продемонструвати будову і дію лічильника Гейгера.

Вивчаємо конструкцію та принцип дії йонізаційного дозиметра

Для вимірювання дози йонізуючого випромінювання та її потужності використовують *дозиметри*. Основною складовою будь-якого дозиметра є *детектор* — пристрій, що слугує для реєстрації йонізуючого випромінювання. Залежно від типу детектора розрізняють йонізацій-

ний, люмінесцентний та інші види дозиметрів. Так, у йонізаційних дозиметрах детектором є *лічильник Гейгера-Мюллера*, дія якого ґрунтується на властивості радіоактивного випромінювання значно збільшувати провідність газів.

Датчик лічильника Гейгера-Мюллера являє собою скляний циліндр, який зазвичай заповнюють розрідженим інертним газом (рис.202). Стінки циліндра вкриті металевою плівкою, що є катодом. У середині циліндра натягнуто металевий дріт – анод. Між дротом і стінками циліндра існує сильне електричне поле.

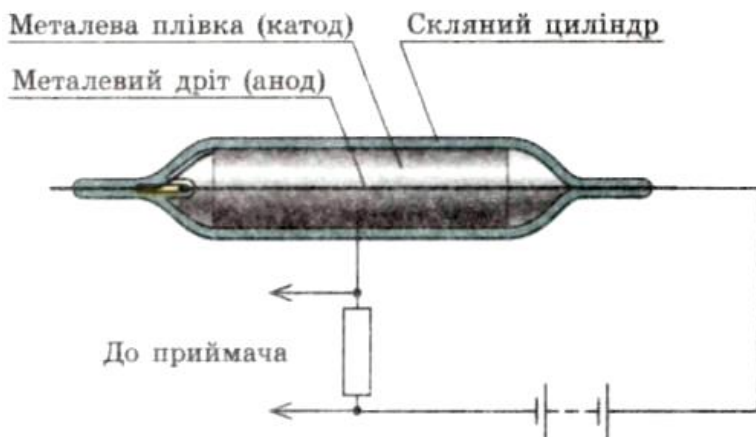


Рис.202. Принципова схема лічильника Гейгера

Коли радіоактивне випромінювання потрапляє всередину циліндра, відбувається йонізація атомів газу. Вільні електрони та йони, що виникають унаслідок йонізації, розганяються електричним полем і після ударів об нейтральні атоми розбивають їх на електрони та йони. У результаті в об'ємі циліндра кількість електронів та йонів лавиноподібно зростає. Під дією електричного поля електрони спрямовуються до дроту — через коло проходить імпульс струму, який підсилюється й передається на *приймач*. Якщо приймачем є, наприклад, динамік, то з приладу лунає характерне клацання: чим сильніше радіоактивне випромінювання, тим частіше клацання. Зазвичай приймачем слугує цифровий випромінювальний пристрій. У такому випадку на дисплеї дозиметра з'являється числове значення дози йонізуючого випромінювання.

Література: підручник фізики для 9 класу.

Завдання 4. Підготувати, продемонструвати й пояснити будову і принцип дії ядерного реактора.

Знайомимося з будовою і принципом дії ядерного реактора

Ланцюгова реакція, яка відбувається в урані й деяких інших речовинах, є основою для перетворення ядерної енергії на інші види енергії (теплову, електричну). Під час цієї реакції безперервно з'являються нові й нові осколки ядер, які летять із великою швидкістю. Якщо шматок урану занурити в холодну воду, то осколки гальмуватимуться у воді й нагріватимуть її. У результаті холодна вода стане гарячою або навіть перетвориться на пару. Саме так працює ядерний реактор, у якому відбувається процес перетворення ядерної енергії на теплову.

У реальних *ядерних реакторах* (рис.203) ядерне паливо (уран або плутоній) розміщують усередині так званих *тепловидільних елементів (ТВЕЛів)*. Продукти поділу нагрівають оболонки ТВЕЛів, і ті передають теплову енергію воді, яку в даному випадку ще називають *теплоносієм*. Отримана теплова енергія перетворюється далі на електричну (рис.204) подібно до того, як це відбувається на звичайних теплових електростанціях.

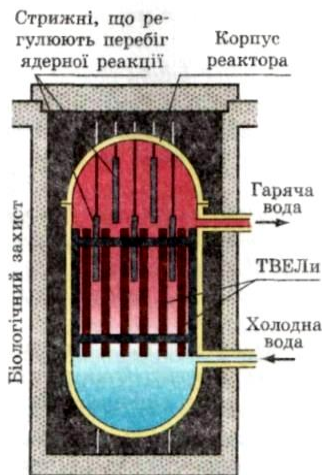


Рис. 203. Схема будови ядерного реактора

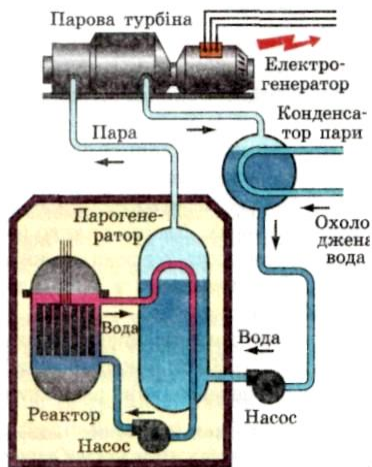


Рис. 204. Принцип роботи атомної електростанції

Література: підручник фізики для 9 класу.

Завдання 5. Вивчити конструкцію та принцип дії іонізаційного дозиметра.

Література: підручник фізики для 9 класу, інструкція до приладу.

Завдання 6. Підготувати й виконати лабораторну роботу «Вивчення роботи побутового дозиметра й проведення дозиметричних вимірювань».

Мета: Ознайомитися з принципом дії дозиметрів-радіометрів і за їх допомогою здійснити дозиметричні вимірювання радіаційного фону у кімнаті і на місцевості.

**Вивчення будови дозиметра і проведення
дозиметричних вимірювань.**

Вказівки до роботи

Радіоактивне випромінювання, яке часто також називають йонізуючим випромінюванням, – це природне явище, властиве оточуючому середовищу. На людину постійно впливає випромінювання радіаційного фону Землі та космосу, природних радіоактивних матеріалів, що знаходяться у ґрунті тощо. Має місце також вплив випромінювання техногенного походження, наприклад внаслідок забруднення території радіоактивними викидами.

Для проведення дозиметричних вимірювань радіоактивного випромінювання використовують прилади, які називаються радіометрами (для вимірювання поглинутої або еквівалентної дози радіоактивного випромінювання) і дозиметрами (для вимірювання потужності дози випромінювання та активності радіонуклідів). Оскільки в обох цих приладах датчиком є йонізаційний лічильник Гейгера, інколи їх роблять комбінованими і тоді називають дозиметрами-радіометрами.

У повсякденному житті людина найчастіше зустрічається з небезпекою β - та γ -випромінювання. Тому більшість приладів для контролю радіаційного випромінювання вимірює вплив саме цих видів випромінювання.

За допомогою дозиметрів і радіометрів можна оцінити радіаційну ситуацію на місцевості чи в приміщеннях і контролювати радіаційну безпеку населення. З цією метою вимірюють природний радіаційний фон, тобто потужність дози випромінювання для даної місцевості. Щоб вірогідніше його оцінити, необхідно зробити не менше 5 вимірювань потужності дози на відкритій місцевості і обчислити її середнє значення. Безпечним вважається радіаційний фон менше 0,30 мкЗв/год.

При оцінюванні радіаційної безпеки в приміщенні слід порівняти природний радіаційний фон зі значеннями потужності дози радіоакти-

вного випромінювання в кімнаті. Якщо вони приблизно збігаються, то це означає, що додаткових джерел радіаційного забруднення в приміщенні немає. Якщо ж вони суттєво відрізняються, необхідно шукати місце, де значення потужності дози завищене, і проводити там профілактичні заходи (наприклад, витерти пил і зробити вологе прибирання кімнати з миючими засобами).

Виконання роботи

Обладнання: комбінований прилад для вимірювання йонізуючого випромінювання з інструкцією, зразки ґрунту або інших об'єктів.

1. Ознайомтеся з інструкцією дозиметричного приладу і відповідно до неї з'ясуйте, які дозиметричні величини можна виміряти за його допомогою;

2. Зробіть пробне вмикання приладу і підготуйте його до роботи;

3. Виміряйте природний радіаційний фон місцевості і обчисліть приблизну річну дозу опромінення, яку отримує місцеве населення за рік. Порівняйте її з гранично допустимою і зробіть висновки;

4. Виміряйте середню потужність дози випромінювання у класній кімнаті або іншому робочому приміщенні за 10–20 показами приладу в різних місцях і порівняйте це значення з природним радіаційним фоном;

5. У разі необхідності знайдіть місце радіоактивного забруднення, повідомте про це вчителя.

Список використаних джерел

1. «Фізика» підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхіна О. О.; Харків : ТОВ Видавництво «Ранок», 2021. 240 с.
2. «Фізика» підручник для 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів Авт. Бар'яхтар В., Довгий С. Харків: : Ранок, 2017. 272 с.
3. «Фізика» підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я., Горобець Ю.І., Ненашев І.Ю., Кірюхіна О.О.; за редакцією Бар'яхтара В.Г., Довгого С.О. Харків : Ранок, 2024. 272 с.
4. «Фізика 7 клас» підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Бойко М.П., Венгер Є.Ф., Мельничук О.В. ТОВ «Наукова думка», 2014. 323 с.
5. «Фізика» підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Головка М.В., Засекін Д.О., Засекіна Т.М., Коваль В.С., Крячко І.П., Непорожня Л.В., Сіпій В.В. Київ: КП Видавництво «Педагогічна думка», 2015. – 248 с.
6. Модельна навчальна програма «Фізика. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН від 16.08.2023 №1001. (Автори: Головка М. В., Засекін Д. О., Засекіна Т. М., Крячко І. П., Ляшенко О. І., Мацюк В. М., Мельник Ю. С., Непорожня Л. В., Сіпій В. В.) 20 с.
7. «Фізика» підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Головка М.В., Непорожня Л.В. КП Київ «Видавництво: «Педагогічна думка», 2016. 279 с.
8. «Фізика» підручн. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / М. В. Головка, Л. В. Непорожня, В. С. Коваль, Ю. С. Мельник, В. В. Сіпій – К. : Видавничий дім «Сам», 2017. 322 с.
9. Дінжос Р. В., Манькусь І. В., Недбаєвська Л. С. Підготовка вчителя: сучасний вимір. Миколаїв: Іліон, 2021. 291 с.
10. «Фізика» підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Засекіна Т.М., Засекін Д.О. Київ : ТОВ Видавництво «Світ», 2015. 221 с.
11. «Фізика» підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням фізики. Засекіна Т.М., Засекін Д.О. ТОВ «Український освітянський видавничий центр Київ : Орion, 2016. 272 с.
12. «Фізика» підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів Засекіна Т.М., Засекін Д.О. Київ : ТОВ «Український освітянський видавничий центр «Орion», 2021. 255 с.

13. «Фізика» підручник для 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Авт.: Засєкіна Т., Засєкін Д. Київ : «Оріон», 2017. 272 с.

14. «Фізика» підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Полтава : «Довкілля-К», 2015. 197 с

15. Модельна навчальна програма «Фізика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. (автори Кремінський Б. Г., Гельфгат І. М., Божинова Ф. Я., Ненашев І. Ю., Кірюхіна О. О.) Наказ МОН від 24.12.2024 №1787. 46 с.

16. Модельна навчальна програма «Фізика. 7-9 класи». Наказ МОН від 20.02.2023 №184. 83 с. (автори: Максимович З. Ю., Білик М. М., Варениця Л. В., Коваль Г. С., Микитеск О. М., Ординович М. Б., Созанський А. В., Шевців В.Ф.)

17. Недбаєвська Л. С., Манькусь І. В., Дінжос Р. В. Інноваційне освітнє середовище : технології створення : монографія. Миколаїв: Іліон, 2019. 250 с.

18. Недбаєвська Л. С., Сущенко С. С. Розвиток творчого потенціалу учнів на уроках фізики. Харків : Основа, 2005. 96 с.

19. Пехота О. М. Освітні технології : вчитель фізики : навчальний посібник. Пехота О. М., Манькусь І. В. Миколаїв : Іліон, 2010. 228 с.

20. Освітні технології : навч.-метод. посіб. / [Пехота О.М., Кіктенко А.З., Любарська О.М. та ін.] ; за заг. ред. О. М. Пехоти. – К. : АСК, 2002. – 255 с.

21. «Фізика» підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Пістун П.Ф., Добровольський В.В. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2015. 220 с.

22. Пістун П. Ф., Добровольський В. В., Чопик П. І. «Фізика» підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2016. 208 с.

23. Пшенічка П. Ф., Мельничук С. В. «Фізика» підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Чернівці : Букрек, 2015. 248 с.

24. «Фізика» підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Сиротюк В.Д. Київ : ТОВ «Видавництво Генеза, 2015. 240 с.

25. «Фізика» підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Сиротюк В.Д. Київ : ТОВ «Видавництво «Генеза» 2021. 192 с.

26. Сущенко С. С. Формування пізнавальної активності учнів на уроках фізики. – Миколаїв : Атол, 2008. – 408 с.

27. Шарко В. Д. Сучасний урок фізики: технологічний аспект. – Київ, 2005. – 220 с.

Лабораторний практикум з методики навчання фізики.
Частина 1. Фізичний експеримент в контексті НУШ

28. «Фізика 7 клас» підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю. Київ, Ірпінь :ТОВ «ВТФ Перун», 2014. 256 с.

29. «Фізика» підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю.. Київ, Ірпінь : ТОВ «ВТФ «Перун», 2016. 295 с.

Навчальне видання

***Ірина Володимирівна МАНЬКУСЬ,
Людмила Степанівна НЕДБАЄВСЬКА,
Роман Володимирович ДІНЖОС***

**Лабораторний практикум з
методики навчання фізики
Фізичний експеримент в контексті
НУШ**

Частина 1

Навчальний посібник

Редактор *О. Михайлова*

Комп'ютерна верстка, дизайн обкладинки *К. Гросу-Грабарчук*
Друк *С. Волинець*. Фальцювально-палітурні роботи *О. Мішалкіна*.

Фото для обкладинки надали студенти факультету комп'ютерних наук:
П. Козлова, В. Андрієвський, В. Овчаренко, С. Кухарський

Підп. до друку 05.05.2025.

Формат 60х84 ¹/₁₆. Папір офсет.

Гарнітура «Times New Roman». Друк різнограф.

Ум. друк. арк. 14.4. Обл.-вид. арк. 8,4.

Тираж 100 пр. Зам. № 6955.

Видавець і виготовлювач: ЧНУ ім. Петра Могили.

54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.

Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2020.