

Управління освіти і науки  
Івано-Франківської обласної державної адміністрації  
ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”

**МЕТОДИКА ТА ТЕХНІКА ШКІЛЬНОГО  
ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

**Частина 2**

Івано-Франківськ  
2020

**УДК 378:373.5.016:53:001.891.5(072)**

*Методичний посібник підготували:*

**Г. Войтків**, доцент кафедри фізики та методики викладання ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”

**В. Бойчук**, доцент кафедри фізики та методики викладання ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”

*Рецензент*

**Л. Никируй**, професор кафедри фізики і хімії твердого тіла, к.ф.-м.н. ДВНЗ “Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника”

Навчально-методичний посібник **«Методика та техніка шкільного фізичного експерименту. Частина II»** призначений для підготовки до виконання лабораторних робіт з курсу «Методика викладання фізики» студентами фізико-технічного факультету. Посібник допоможе студентам засвоїти основи техніки демонстраційного експерименту з вузлових тем шкільного курсу фізики, набути вміння використовувати його під час уроку, навчитись пояснювати учням результати експерименту.

*Рекомендовано Вченою радою  
Фізико-технічного факультету (протокол №9\_ від 24 червня 2020 р.)*

## Пояснювальна записка

Фізика – наука експериментальна. Саме тому, навчальний фізичний експеримент є невід’ємною складовою методичної системи навчання фізики. Навчальний експеримент – це відтворення з допомогою спеціальних приладів фізичного явища на уроці в умовах, найзручніших для його вивчення. Він служить одночасно джерелом знань, методом навчання і видом наочності та забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності. Засобами фізичного експерименту забезпечується діяльнісна складова навчання фізики, що є надзвичайно важливим в умовах компетентнісної спрямованості всієї освіти.

У шкільному навчанні фізичний експеримент реалізується завдяки демонстраційним і фронтальним експериментам, лабораторним роботам і короткотривалим дослідом, фізичному практикуму, навчальним проектам, позаурочним дослідом і спостереженням тощо. Головною дійовою особою в демонстраційному експерименті є вчитель, який не лише організовує навчальну роботу, але і проводить демонстрацію дослідів. Тому важливим для студентів – майбутніх вчителів фізики, є вміння проводити демонстрації для вивчення та кращого розуміння учнями науки фізики.

У програмі з фізики міститься перелік демонстраційних дослідів й лабораторних робіт, які є необхідними й достатніми щодо вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. Проте залежно від умов і наявної матеріальної бази фізичного кабінету вчитель може замінювати окремі роботи або демонстраційні дослідів рівноцінними, використовувати різні їхні можливі варіанти, доповнювати цей перелік додатковими дослідом, короткочасними експериментальними завданнями, об’єднувати кілька робіт в одну залежно від обраного плану уроку.

Посібник **«Методика та техніка шкільного фізичного експерименту»** охоплює основні демонстраційні та лабораторні дослідів з курсу фізики (розділ «Механіка» та «Молекулярна фізика»), з допомогою яких відбувається ефективно формування основних фізичних понять та уявлень. Подані у посібнику демонстрації охоплюють всі теми шкільного курсу фізики. Методичний посібник допоможе грамотно методично і технічно поставити навчальний експеримент і стане в пригоді як студентам, при підготовці до лабораторних занять, так і вчителям фізики.

# ЗМІСТ

## ЕЛЕКТРИКА

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ЕЛЕКТРОСТАТИКА</b>  |           |
| 1. Електризація тіл різними способами:  | 7         |
| а) електризація тіл тертям;   |           |
| б) електризація при ударі.  |           |
| 2. До наелектризованого тіла притягуються будь-які тіла.  | 11        |
| а) притягування легких тіл;   |           |
| б) притягування важких тіл.   |           |
| 3. Подільність електричних зарядів.   | 11        |
| 4. Розподіл зарядів по поверхні провідника .  | 12        |
| 5. Явище електростатичної індукції.   | 12        |
| 6. Виявлення існування електричного поля .  | 13        |
| 7. Силові лінії електричного поля.  | 13        |
| 8. Вимірювання різниці потенціалів. Еквіпотенціальні поверхні.  | 14        |
| 9. Енергія електричного поля.   | 15        |
| 10. Залежність електроємності провідника від його розмірів і форми.                                       | 16        |
| 11. Залежність електроємності провідника від його положення серед інших провідників. Плоский конденсатор. | 17        |
| 12. Якісна перевірка формули плоского конденсатора.   | 18        |
| 13. Будова і дія конденсатора змінної ємності.  | 19        |
| <b>2. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЯВИЩА. МАГНІТНЕ ПОЛЕ</b>  |           |
| 1. Дослід Ерстеда.  | 20        |
| 2. Магнітні спектри прямого, колового струму та соленоїда.  | 21        |
| 3. Рух прямого провідника із струмом в магнітному полі.   | 22        |
| <b>3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЯ. САМОІНДУКЦІЯ</b>  |           |
| 1. Явище електромагнітної індукції.   | 26        |
| 2. Правило Ленца.   | 26        |
| 3. Індукція в суцільних провідниках   | 27        |
| 4. Самоіндукція під час замикання електричного кола.  | 28        |
| <b>4. ЗМІННИЙ СТРУМ. ТРАНСФОРМАЦІЯ СТРУМУ</b>   | <b>30</b> |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Одержання змінного струму за допомогою магніто-електричної машини. | 30 |
| 2. | Будова і дія трансформатора.                                       | 31 |
| 3. | Фазові співвідношення в обмотках конденсатора.                     | 32 |
| 4. | Індуктивний опір.  | 33 |
| 5. | Ємнісний опір  | 34 |

## **5. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ. ВЛАСТИВОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ**

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Напрявлена дія рупорної антени.                              | 35 |
| 2. | Відбиття електромагнітних хвиль.                             | 35 |
| 3. | Явище заломлення електромагнітних хвиль у тригранній призмі. | 36 |
| 4. | Інтерференція електромагнітних хвиль.                        | 36 |
| 5. | Дифракція електромагнітних хвиль.                            | 36 |
| 6. | Поляризація електромагнітних хвиль.                          | 37 |

## **ОПТИКА**

### **6. ГЕОМЕТРИЧНА ОПТИКА**

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Відбивання світла. Закони відбивання.                  | 40 |
| 2. | Утворення зображення в сферичних дзеркалах.            | 42 |
| 3. | Заломлення світла. Закони заломлення .                 | 44 |
| 4. | Повне внутрішнє відбивання.                            | 45 |
| 5. | Хід променів через плоско-паралельну пластину, призму. | 45 |
| 6. | Лінзи. Хід променів через збірну і розсіювальну лінзи. | 48 |

### **1. ХВИЛЬОВІ ВЛАСТИВОСТІ СВІТЛА.**

|    |  |    |
|----|--|----|
| 2. | Одержання інтерференційних смуг від біпризми Френеля.                        | 51 |
| 3. | Інтерференція світла за допомогою приладу для демонстрування кілець Ньютона: | 52 |
| 4. | Поляризація  | 53 |
| 5. | Дисперсія  | 55 |

# ЕЛЕКТРОСТАТИКА

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, які поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал з підручника.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

## ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

### 1. Електризація тіл різними способами:

#### а) електризація тіл тертям;

**Обладнання:** ебонітова, скляна і пластмасова палички, пластмасова лінійка, латунна трубка з ізоляційною ручкою, клапти сукна, капронової тканини, шовку, хутра, кусок білої шерсті, дрібні клаптики паперу, столик або підставка.

На покладений підйомний столик (чи ящик - підставку) кладуть клаптики дрібно-нарізаного паперу. До паперу підносять наелектризовану ебонітову паличку. Спостерігаємо притягання до палички клаптиків паперу. Дослід повторюють із пластмасовою паличкою, натертою капроновою ниткою або папером. Нарешті, демонструють таким способом електризацію латунної трубки із ізоляційною ручкою. Зрозуміло, що натираючи трубку, її слід тримати за ручку. Роблять висновок про електризацію різних тіл при терті.

**Обладнання:** пластмасова пластина, капронова тканина або папір, вата.

Пластмасову пластину натирають капроновою тканиною або папером і взявши її рукою, піднімають і кладуть горизонтально. Другою рукою беруть за кінчик маленького шматочка вати і підносять його знизу до

пластини. На відстані 20-25см від пластини ватку відпускають і вона летить угору і прилипає до пластини. Відстань, на якій до пластини притягається шматок вати, може бути доведена до 40-50 см.

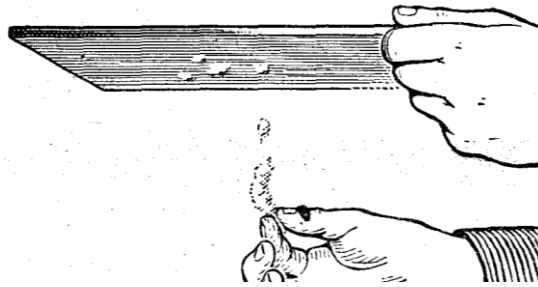


Рис.1.1. Притягання до наелектризованої пластини.

## **б) електризація при ударі.**

**Обладнання:** електрометр, капронова тканина, кусок сукна, трубка, латунна трубка з ізольованою ручкою.

Електризацію тіл при ударах можна показати кількома способами. По кулі електрометра кілька разів злегка ударяють капроною тканиною. З кожним ударом стрілка електрометра відхиляється все більше.

Латунну трубку беруть за ізоляційну ручку і кілька разів ударяють по ній куском сукна який, тримають рукою. Трубка електризується, що виявляють, доторкаючись нею до стержня електрометра, з якого для збільшення чутливості знято кулю. Латунну трубку можна замінити металевою трубкою, надітою на конечний кінець пластмасової ручки для письма. Придатний також короткий металевий стержень, нагвинчений на ебонітовий стержень з муфтами, що також входить до комплекту універсального штатива.

Складена вдвоє гумова трубка добре електризується при ударі по кришці стола. Для виявлення електризації її вводять у кулю електрометра або проводять нею по його стержні. Трубка повинна бути цілком суха і чиста. Кращі результати дає трубка з червоної гуми, добре електризується ударами капронової тканини шкільна пластмасова масштабна лінійка.

## **2. До наелектризованого тіла притягуються будь-які тіла.**

### **а) притягування легких тіл;**

**Обладнання:** паличка і тканина для електризації, нитки з прив'язаними до них тілами з різних речовин, три штативи, банка з тубусом біля дна, закритим пробкою, крізь яку пропущена трубка скляного

крана, вода, кристалізатор, дрібні мідні ошурки, азотна кислота, підйомний столик або ящик підставка.

Між двома штативами в муфтах закріплюють у горизонтальному положенні стержень третього штатива. До стержня на нитках підвішують різні легкі тіла(кусок алюмінієві фольги, деревини, картоплі, листок дерева, соломинка).

Почергово наближають до підвішених тіл наелектризовану паличку і спостерігають притягання до неї тіл.

Після цього слід показати учням електричний маятник, що складається з кульки діаметром 15-20 мм, вирізаної з добре висушеної серцевини соняшника або бузини та підвішеної до ізолюючого штатива на тоненькій шовковій або капроновій нитці; продемонструвати її притягання до наелектризованої палички.

Притягання води до наелектризованого тіла демонструють так. Банку з тубусом біля дна, закритим пробкою, крізь яку пропущено трубку скляного крана, наповнюють забарвленою водою, ставлять на підйомний столик і підставляють під кран і підносять до струменя води наелектризовану паличку. Спостерігають різке відхилення струменя в бік палички. Потім демонструють притягання газів до наелектризованого тіла.

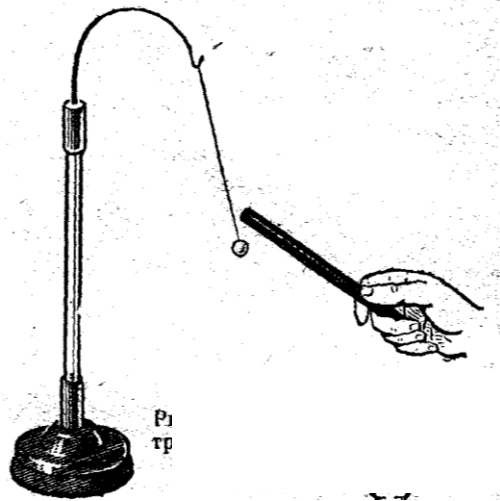
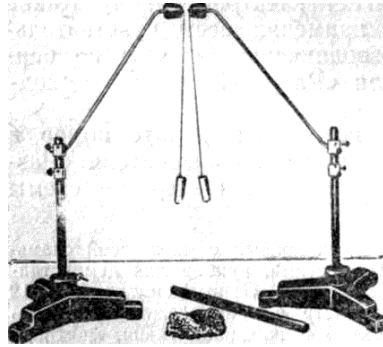


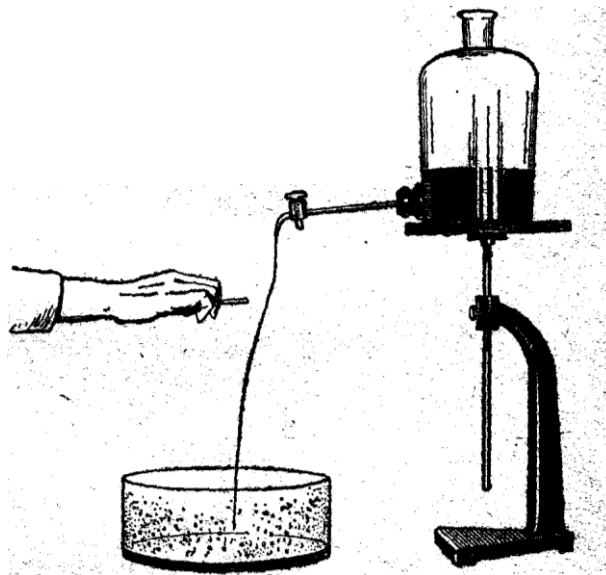
Рис. 2.1. Притягання електричного маятника до наелектризованої нитки.

Кожну станиолеву гільзу заряджають зарядом одного і того ж роду – позитивно, або негативно.





*Рис.2.2. Притягання і відштовхування гільз.*

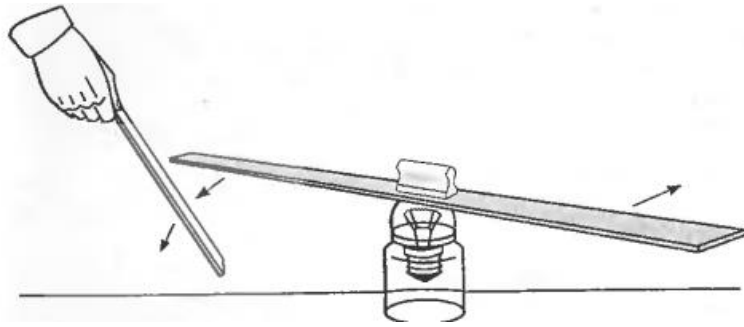


*Рис. 2.3. Притягання струменя води до наелектризованої палички.*

### **б) притягування до наелектризованого тіла важких тіл.**

**Обладнання:** паличка і тканина для електризації, дерев'яна метрова лінійка, електрична лампа, штатив, шкільні терези, два важки по 100 або 20 г кожний.

Щоб не склалося враження, ніби до наелектризованого тіла притягають тільки легкі тіла, слід показати притягання до наелектризованого тіла важких тіл. Це можна зробити, помістивши важке тіло в таке положення, при якому невеликі сили здатні вивести його із стану спокою. Цоколь електричної лампи затискають у лапці штатива. На лампу кладуть метрову дерев'яну лінійку так, щоб вона перебувала у рівновазі. До кінця лінійки збоку підносять наелектризовану паличку. Лінійка притягається до палички і повертається навколо вертикальної осі (рис.2.4).

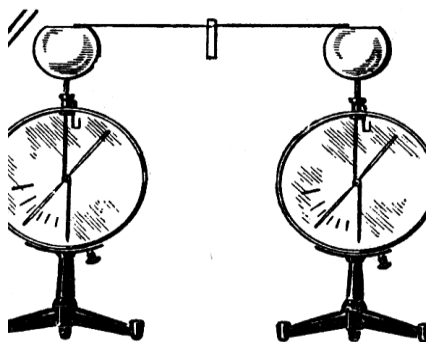


*Рис.2.4. Притягання лінійки до наелектризованої палички.*

### 3.Подільність електричних зарядів.

**Обладнання:** електрометри, розрядник, ебонітова паличка, шерсть.

Заряджають один з електрометрів, з'єднують його розрядником з другим. Звертають увагу, що покази першого електрометра зменшились на кілька поділок, а покази другого на стільки ж поділок зросли. Знявши розрядник, один з електрометрів розряджають. Повторивши дослід 2-3 рази, роблять висновок про роздільність електричного заряду і необхідність встановлення його кількісної міри.



*Рис.3.1. Подільність електричних зарядів.*

### 4.Розподіл зарядів по поверхні провідника.

**Обладнання:** сітка Кольбе, штатив ізольований, острис, колесо Франкліна, свічка на підставці, лапка з муфтою, паличка ебонітова з куском хутра (або з ограніченого скла), електрофорна машина, кондуктор конусоподібний, пробна кулька.

Сітка Кольбе (сітка з електростатики) призначена для демонстрації розподілу електричних зарядів на провіднику в залежності від форми його поверхні.

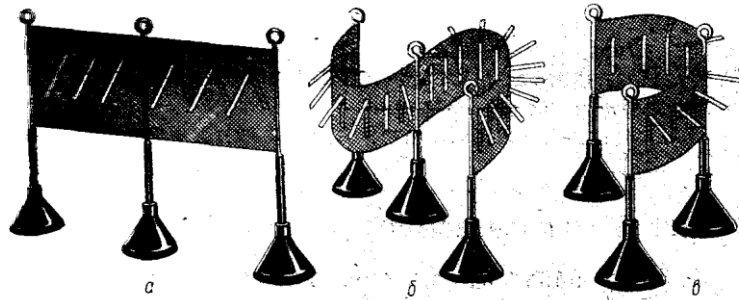


Рис.4.1. Демонстрації із сіткою Кольбе

Встановіть стійки з сіткою Кольбе в підставки. Зарядженою ебонітовою паличкою доторкніться до металевої сітки. Спостерігайте відхилення пелюсток від зарядженої сітки. Заряджену сітку згинають у вигляді незамкнутого циліндра, при цьому спостерігається: на опуклій стороні листочки розходяться більше, а на внутрішній - листочки опадають. Заряджену сітку згинають у вигляді букви S. Листочки на опуклих частинах опадають.

Циганську голку тупим кінцем вставте в корок. Із фольги зробіть смужку завдовжки 14 см і завширшки 2 см. Посередині смужки зробіть тупим кінцем голки маленьке заглиблення, а потім на кінцях смужки закріпіть дві голки, як зображено на малюнку. Встановіть смужку на голку, під'єднану до одного з полюсів електрофорної машини. Приведіть машину в дію. Смужка почне обертатись! У темряві можна побачити світіння у вигляді кільця.

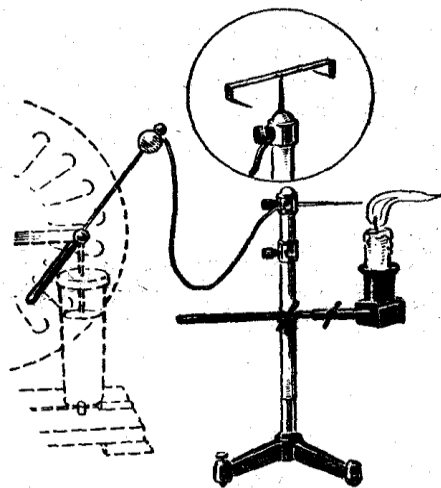


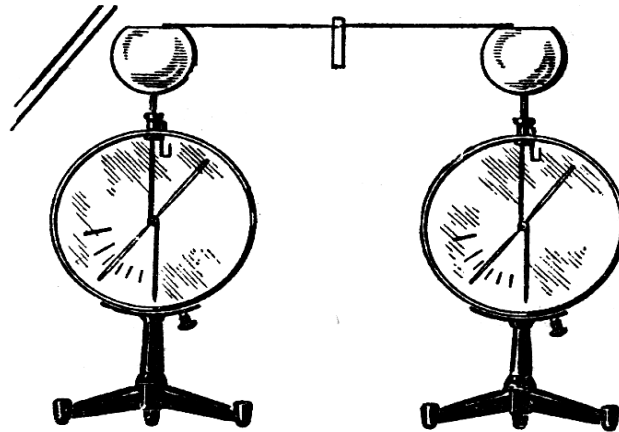
Рис. 4 2. Електричний вітер. Верху колесо Франкліна.

## 5.Явище електростатичної індукції.

**Обладнання:** електрометри з кульковими кондукторами -2 шт., палички: ебонітова, скляна і металева, куски хутра, шкіри, і листової гуми,

конденсатор розбірний (електрофор), розрядник на заглушній ручці, пружина від відерка Архімеда, штатив універсальний.

Даний дослід демонструють для того, щоб показати спосіб розділення електричних зарядів у провіднику шляхом внесення його в електричне поле і навчити учнів застосовувати це явище для визначення знака невідомого заряду.



*Рис.5.1. Зарядження електрометрів через вплив. Явище електростатичної індукції*

На стержень електрометра надівають кулю-кондуктор. Наелектризовану ебонітову (скляну) паличку підносять до кулі, не торкаючись її. Пальцем торкаються поверхні кулі-кондуктора з боку, протилежному тому, до якого піднесена заряджена паличка. Прибирають спершу палець, а потім паличку. Спостерігають явище. Визначають рід заряду, яким заряджений електрометр.

## **6.Виявлення існування електричного поля.**

**Обладнання:** електростатична машина; електрометр.

Методично важливим є введення поняття про електричне поле як про матеріальне середовище, в точці якого на електричний заряд діє сила. Слід підкреслити, що електричне поле не діє на органи чуття людини, і виявити його існування можна саме за його дією на електричний заряд, уміщений у поле.

Щоб показати існування електричного поля на значній відстані від заряду, доцільно продемонструвати такий дослід. Один з кондукторів електростатичної машини заземлюють, а кондуктори віддаляють на максимально можливу відстань один від одного. На відстані 1-1,5 м від машини ставлять електрометр. Обертають круги машини і спостерігають

відхилення стрілки електрометра. Пояснюють, що внаслідок дії сил поля, створеного зарядженим кондуктором машини, наявні в кулі і стержні електрометра вільні електрони переміщуються в певному напрямі, і електрометр заряджується.

## 7.Силві лінії електричного поля. Демонстрація електричних султанів.

**Обладнання:** султани на ізолюючих штативах, електрофорна машина або високовольтний випрямляч.

Проста демонстрація електричних силових ліній виконується за допомогою султанів, які встановлюються на ізолюючих штативах і заряджаються добре наелектризованою паличкою або від електрофорної машини. Спочатку показують дослід з одним зарядженим султаном і звертають увагу на радіальне розташування паперових смужок (рис.7.1). Потім заряджають обох султанів однойменними і різнойменними зарядами і показують викривлення смужок при відштовхуванні і притягуванні (рис.7.1).

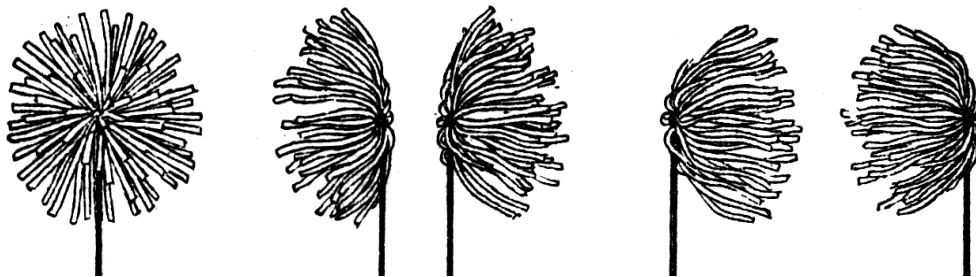


Рис.7.1. Електричне поле точкових зарядів.

## 8.Вимірювання різниці потенціалів. Еквіпотенціальні поверхні.

**Обладнання:** електростатична машина, електрометр.

Електрометр ставлять на ізолюючу пластинку. Кулю електрометра заряджають зарядом будь якого знака. Заряджають зарядом того ж знака і корпус електрометра. Відхилення стрілки зменшується, і коли потенціал стержня і корпусу зрівняти, стрілка не відхилятиметься. Якщо після цього заземлити стержень, стрілка відхилиться, бо між стержнем і корпусом утвориться певна різниця потенціалів.

Корпус електрометра з'єднують із землею, щоб захистити електрометр від зовнішнього електричного поля або від перетворювання напруги. Пробною

кулькою, з'єднаною гнучким провідником зі стержнем електromетра (рис.8.1) доторкаються до поверхні кондуктора. Стрілка електromетра відхиляється. Покази мікрометра не змінюються навіть тоді, ввести внутрішній конус, або доторкнутися нею до вістря зовнішнього конуса. Поверхня зарядженого провідника є поверхнею рівного потенціалу – еквіпотенціальною поверхнею.

Для демонстрації різної густини електричних зарядів на поверхні провідника складної форми беруть циліндричний провідник з конусоподібною виступаючою та внутрішньою ввігнутою частинами. Кульку на ізолюючій ручці сполучають провідником із стержнем електromетра. Ковзаючи по поверхні зарядженого провідника кулькою спостерігають за показами електromетра, роблять висновок.

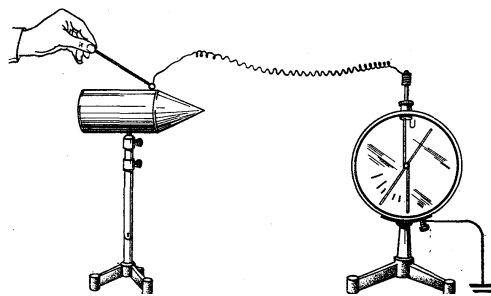
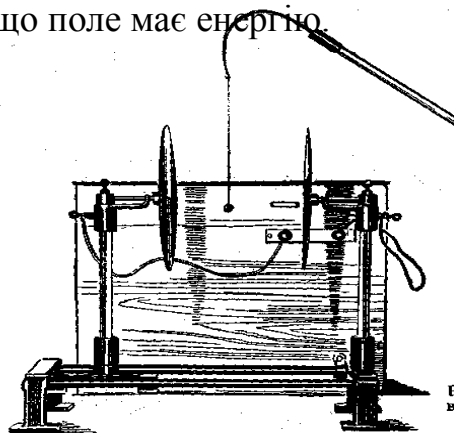


Рис. 8.1. Дослідження потенціалу зарядженого провідника.

## 9. Енергія електричного поля.

**Обладнання:** кулька електричного маятника на підставці, електростатична машина.

На пластину подають напругу від високовольтного генератора і спостерігають коливання кульки між пластинами. Кулька притягнувшись до однієї з пластин дістає від неї однойменний заряд відштовхується і притягується до другої пластини, яка перезаряджає кульки і відштовхує її. Кулька знову притягується до першої пластини і процес повторюється. Частота коливань кульки збільшується із зменшенням віддачі між пластинами, що свідчить, що поле має енергію.

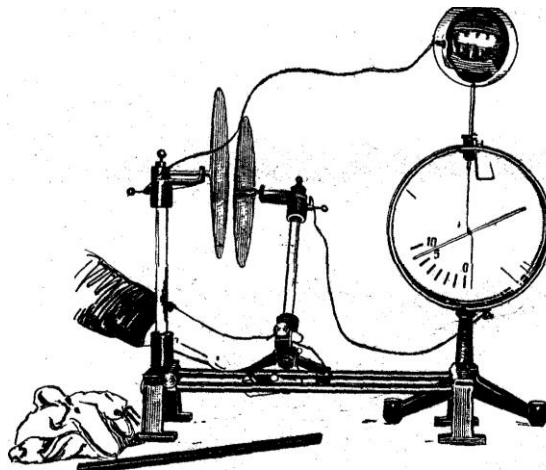


*Рис.9.1. Демонстрування енергії електричного поля.*

## **10.Залежність електроємності провідника від його розмірів і форми.**

**Обладнання:** прилад для демонстрування залежності електроємності провідника, електрометр, паличка ебонітова, шерсть.

Для демонстрування прилад закріплюють на стержні електрометра і заряджають з таким розрахунком, щоб стрілка електрометра відхилилась на 4-5 поділок (*рис.10.1*). Потенціал приладу зменшується. Це свідчить про те, що його електроємність збільшується. Опускають пластини і



спостерігають відновлення попереднього значення потенціалу.

*Рис. 10.1. Демонстрування залежності електроємності провідника від площі взаємодіючих пластин та відстані між пластинами.*

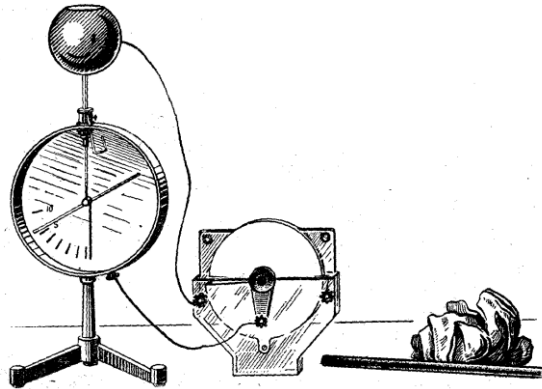
Кулю одного електрометра наповнюють піском або водою, змінюючи таким способом її масу. Електрометрам пробною кулькою надають однакові заряди, знімаючи їх з кондуктора високовольтного генератора. Однакові заряди надані тілам різної маси, змінюють їх потенціали однаково. Отже, електроємність однакових за розміром не залежить від їх маси.

## **11.Залежність електроємності провідника від його положення серед інших провідників. Плоский конденсатор.**

**Обладнання:** електрометр з приладдям, електрофорна машина.

Заряджають електрометр до відхилення стрілки на 3-4 поділки. Поступово наближають до кулі електрометра долоні рук з трохи зігнутими

пальцями, стежачи за тим, щоб руки не доторкалися до куля. Віддаляють руки і демонструють відновлення початкової величини потенціалу. З досліду роблять висновок про залежність електроємності провідника від його положення серед інших провідників.



*Рис.11.1 . Залежність електроємності провідника від його положення серед інших провідників.*

Потім демонструють плоский конденсатор. На електрометр надівають конденсаторну пластину і заряджають її. До пластини наближають другу кульку, яку тримають за металеву муфту. Пластини повинні бути паралельні. Спостерігають зменшення різниці потенціалів між пластинами. При віддаленні пластини різниця потенціалів збільшується. Ставлять пластини одна на одну, зауваживши, що їх поверхні покриті ізолюючим лаком, через що пластини не мають електричного контакту.

Електроємність конденсатора стає такою великою, а різниця потенціалів пластин такою малою, що стрілка електрометра зовсім падає. Піднімають верхню пластину і демонструють збільшення різниці потенціалів.

### **13.Якісна перевірка формули плоского конденсатора.**

**Обладнання:** електрометр з приладдям, плоский конденсатор.

Для досліду пластини конденсатора розсувають на відстань 10-15 см. Одну з пластин сполучають із заземленим корпусом електрометра, а другу – з його кулею. Пластину, сполучену з електрометром, заряджають. Зближають пластини і спостерігають спадання стрілки електрометра – зменшення різниці потенціалів його пластин. Віддаляють пластини і демонструють збільшення різниці потенціалів пластин. Роблять висновок



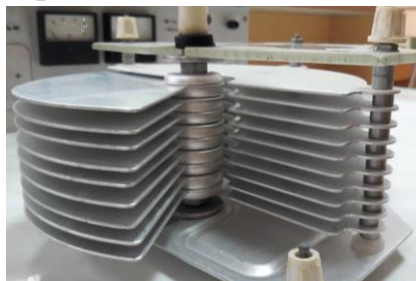
про збільшення електроємності конденсатора при зменшенні відстані між пластинами.

Залежність електроємності плоского конденсатора від площі пластин найпростіше продемонструвати так. Пластини зближують на відстань близько 1 см. Заряджають пластину, сполучену з електрометром на 2–3 поділки. Беруть рукою підставку, не змінюючи відстані між пластинами. Електроємність конденсатора внаслідок зменшення площі взаємодії пластин зменшується, доказом чого є спостережуване. Залежність електроємності конденсатора від діелектричної проникності діелектрика між його пластинами показує максимально. Пластини збільшують на відстань 1-2 см і заряджають ту з них яка сполучена з електрометром. Вводять між пластини ебонітову паличку. Різниця потенціалів між пластинами зменшиться. Отже, електроємність конденсатора збільшується. Ці досліди дають можливість експериментально обґрунтувати формулу.

#### **14.Будова і дія конденсатора змінної ємності.**

**Обладнання:** електрометр з приладдям, плоский конденсатор.

Прилад зображений на *рис. 13.1*. Залежність ємності цього конденсатора від положення його пластини. Виводять рухомі пластини, заземлюють їх і сполучають з корпусом, а нерухомі з кулею електрометра. Заряджають нерухомі пластини до відхилення стрілки електрометра на 5-10 поділок, вводять рухомі пластини. Стрілка електрометра повертається ближче до нуля, що свідчить про зменшення різниці потенціалів між нерухомими і рухомими пластинами. Оскільки заряд пластини при цьому не змінюються, то електроємність конденсатора збільшується. Виводять рухомі пластини і спостерігають збільшення різниці потенціалів.



*Рис.13.1 Демонстраційний конденсатор змінної ємності.*

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Види електризації

2. Закон Кулона
3. Закон збереження електричного заряду.
4. Від чого залежить розподіл заряду по поверхні провідника ?
5. Характеристики електростатичного поля: напруженість і потенціал.
6. Зв'язок між напруженістю і потенціалом.
7. Силві лінії електростатичного поля. Еквіпотенціальні поверхні.
8. Поляризація діелектриків.
9. Електроємність відокремленого провідника.
10. Конденсатори. З'єднання конденсаторів.
11. Електроємність плоского конденсатора.
12. Енергія електростатичного поля.
13. Електростатичний захист.

## ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЯВИЩА. МАГНІТНЕ ПОЛЕ

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, які поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал по підручнику.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

### ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

#### 1. Дослід Ерстеда.

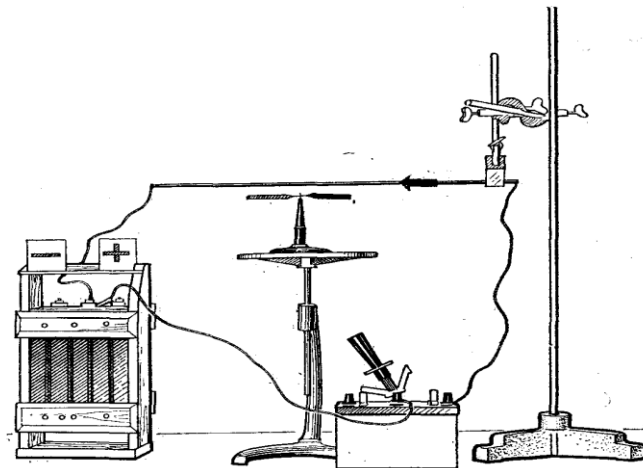
**Обладнання:** Демонстраційна магнітна стрілка, джерело постійного струму на 2-4 В, товстий провідник, штатив з лапкою і муфтою, ключ, столик, з'єднувальні проводи.

Над магнітною стрілкою, яка встановлена в площині магнітного меридіана, натягують товстий провідник, кінці якого через ключ з'єднують з джерелом струму. Провідник і стрілка мають бути в одній площині, а відстань між ними близько 5 мм. Як провідник краще використовувати латунну або мідну трубку. Напрямок струму в провіднику позначають стрілкою. Звертають увагу учнів на орієнтацію стрілки і вмикають струм. Стрілка повертається, встановлюється в площині магнітного меридіана. Змінюють напрямок струму в провіднику, і стрілка знову стає перпендикулярна до провідника.

Пояснюючи дослід, слід підкреслити, що незалежно від того, в якому середовищі проходить струм (метал, рідкий чи газоподібний провідники), завжди навколо провідника виникає магнітне поле. На тій самій установці слід виконати такий самий дослід.

Відрізок провідника ізольованого складають у двоє і скручують. Середину провідника затискають у лапці штатива, а його кінці через ключ

з'єднують з полюсами джерела струму. Розташували скручені провідники над стрілкою, як і в попередньому досліді вмикають струм і переконуються, що стрілка залишається нерухомою. Дослід слід повторити 2-3 рази, змінюючи напрям струму в скрученому провіднику.



*Рис.1.1. Установка для демонстрування досліду Ерстеда.*

Звичайно учні швидко знаходять відповіді на запитання: чому в цьому випадку стрілка не реагує на струм.

## **2. Магнітні спектри прямого, колового струму та соленоїда.**

**Обладнання:** комплект приладів для демонстрування магнітних полів струмів, проекційний ліхтар, джерело постійного або змінного струму на 2-4 В, залізні ошурки, ключ, з'єднувальні проводи.

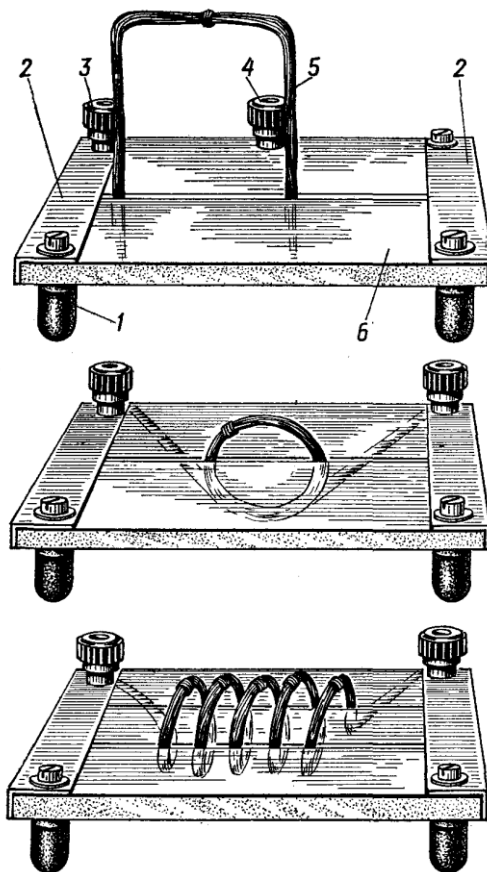
Комплект приладів для демонстрування магнітних полів струмів дає змогу продемонструвати в проекції на екран поле прямого, колового, соленоїдального струмів.

Прилад являє собою пластмасову пластинку розрізану для зручності ставлення провідника. Пластина опирається на чотири ізоляційні ніжки і з'єднують в одне ціле за допомогою латунних шпаяжок, на кінцях яких встановлено клеми, для вмикання провідника у вигляді кількох витків тонкого дроту в емалевій ізоляції, кінці провідника відведено до клем.

Для виконання досліду прилад встановлюють на другу конденсорну лінзу проекційного ліхтаря настроєного на горизонтальне проектування. Клеми приладу, через ключ, з'єднують з джерелом постійного або змінного струму, яке забезпечує напругу 2 або 3 В. На пластину приладу насипають, користуючись дрібним ситом залізні ошурки. Шар ошурків має

бути не товстим і рівномірним. Розташування ошурків до вмикання струму демонструють учням, потім не вмикаючи лампи проєктора, вмикають струм і спостерігають зміну розташування ошурків у магнітному полі струму. Щоб полегшити пересування ошурків на пластинці приладу треба легенько постукати по ній олівцем. Вигляд розташування ошурків у полі соленоїда показано на рис 140.

Прилади розраховані на струм не більше 1-1,2 А, і тому не слід перевищувати цієї норми або тримати прилади під струмом довгий час. Корисно послідовно з провідником розладу ввімкнути в коло реостат на кілька Омів, щоб обмежити силу струму в полі.



*Рис. 2.1. Комплект приладів для демонстрування магнітних полів струмів різної конфігурації.*

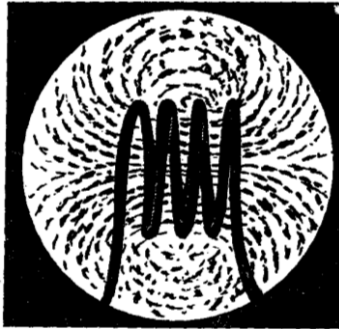


Рис.2.2.Магнітне поле соленоїда в проекції на екран.

### 3. Рух прямого провідника із струмом в магнітному полі.

**Обладнання:** прилад Ампера, дугоподібний магніт, джерело струму на 2-4 В., підйомний столик, штатив з муфтою, ключ, з'єднуювальні проводи.

Класичним демонструванням сили, що діє на провідник зі струмом, вміщеним у магнітне поле, є дослід з приладом Ампера. Останній (рис.3.1) являє собою легкий провідник (металева трубка), який може котитися по напрямляючих (теж металеві трубки), що є водночас і струмоводами. Внаслідок малої сили тертя між трубками прилад дуже чутливий і може бути використаний не тільки для демонстрування сили, що діє на провідник, а й для виявлення факторів від яких залежить ця сила.

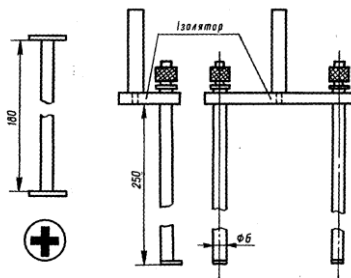
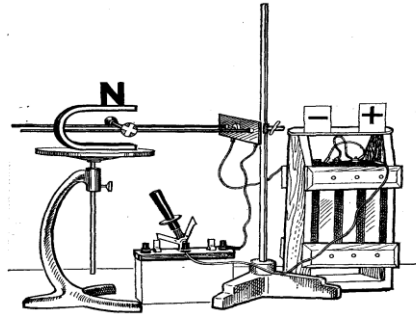


Рис. 3.1.Схема будови приладу Ампера.

Установку для дослідів складають за рис. 3.2. Тут треба звернути увагу на горизонтальність рейок, по яких котиться легкорухомий провідник. Для виставлення рейок краще всього використати шарнірну муфту. Рейки з'єднують з джерелом струму, на підйомному столику встановлюють дугоподібний магніт, а потім на рейки кладуть рухомий провідник. На початку дослідів він повинен перебувати в зоні однорідного поля магніту. Полюси магніту і напрям струму треба чітко позначати. Вмикають струм і спостерігають рух провідника. Змінюють напрям струму в провіднику на

обернений і спостерігають рух провідника в протилежний бік. Двічі (напряму струму в провіднику незмінний) змінюють напрям індукції поля, кожного разу відмічаючи напрям руху провідника і, отже, напрям сили, яка діє на провідник. Зіставляючи наслідки досліду формулюють правило для визначення напрямку сили, яка діє на провідник.



*Рис. 3.1. Установка з приладом Ампера.*

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Що спільного і відмінного у вивченні магнітних явищ у 9 та 11 класах.
2. Що спільного і відмінного у вимогах до знань та вмінь учнів у 9 та 11 класах ?
3. Як формулюються поняття магнітного поля у 9 та 11 класах ?
4. Індукція магнітного поля.
5. Лінії індукції магнітного поля.
6. Сила Ампера та сила Лоренца.

# ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЯ. САМОІНДУКЦІЯ

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, які поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал з підручника.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

## ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

### 1. Явище електромагнітної індукції.

*Обладнання:* Демонстраційний гальваномітер (від вольтметра), два прямих магніти, моток ізолюваного дроту (25 витків;  $D=1,5\text{мм}$ ), універсальний трансформатор, випрямляч ВС4-12, універсальний штатив з муфтою і лапкою, з'єднувальні проводи.

Досліди з електромагнітної індукції повинні нагадати учням, що за будь-якої зміни магнітного поля виникає електричне поле. Виявити його можна за допомогою замкнутого контуру (котушки), в якому воно збуджує електричний струм. Кінець мотка ізолюваного дроту приєднують до демонстраційного гальванометра. Магніти вводять у середину мотка (*рис. 1.1а*). Стрілка гальванометра відхиляється. Звертають увагу на те, що коли магніт не рухомий відносно мотка, магнітна стрілка гальванометра залишається у спокої. Виймають магніт з мотка. У ньому збуджується індукційний струм зворотнього напрямку. Дослід видозмінюють переміщують моток відносно магніту (*рис. 1.1б*). Відхилення стрілки гальванометра в цих дослідах свідчить про виникнення в мотку струму. Підводять учнів до розуміння того, що зміни силу струму в котушці спричиняють до зміни магнітного потоку, який пронизує контур (моток),



отже, дослід підтверджує припущення, що причиною виникнення індукованого електричного поля є зміна магнітного поля.

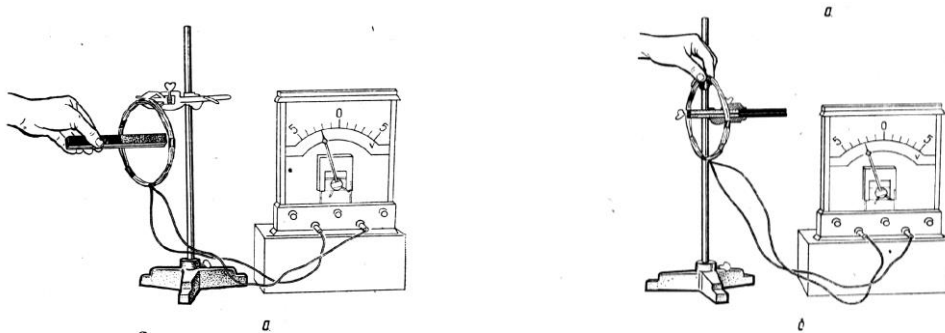


Рис.1.1. Демонстрування індукції струму в мотку дроту, коли рухається: а) магніт, б) моток.

## 2. Правило Ленца.

Обладнання: прилад Петровського для демонстрування правила Ленца, два прямих магніти, підйомний столик.

Прилад Петровського для демонстрування правила Ленца, складається з двох алюмінієвих кілець, одне з яких має поперечний розріз. Кільця приклеєні до алюмінієвої пластинки в центрі якої закріплено опорний підшипник для надівання їх на вістря голки в підставці. Для демонстрування прилад установлюють на підйомному столику. У суцільне кільце швидко вставляють постійний магніт. Кільце відштовхується від магніту. Притримують кільце рукою і встановлюють в нього магніт. Потім швидко виймають магніт, спостерігаючи, як кільця притягуються до магніту. Повторюють дослід з розрізаним кільцем і переконуються, що кільце не реагує на рух магніту.

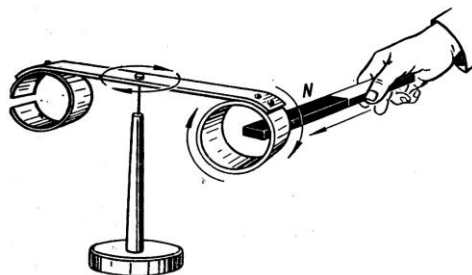


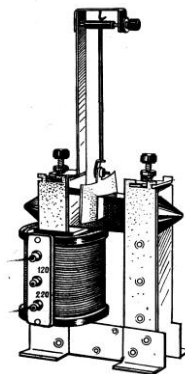
Рис. 2.1. Взаємодія кільця і магніту.

### 3. Індукція в суцільних провідниках.

*Обладнання:* трансформатор універсальний, випрямляч ВС-24М, з'єднувальні проводи.

На осердя учнівського трансформатора надівають котушку 220-120 В., на кінець осердя наклеюють плоскі наконечники плоскими кінцями один до одного. Під гайку одного з гвинтів якими кріпляться наконечники, притискують стояк з магнітом у вигляді суцільної алюмінієвої пластини, так щоб зазори між осердям та стояком були якомога менші, але маятник міг вільно коливатися (*рис. 3.1*). Обмотку котушки на 220 В приєднують до клем постійного струму на випрямлячі ВС-24М, на якому регулятором встановлюють максимальну вихідну напругу (30 В). Маятник приводять у рух, у момент вмикання струму, спостерігають різке гальмування коливань. Замінивши суцільну пластинку маятника пластинкою з поперечними розрізами, спостерігають, що маятник коливається із затуханням. Гальмування суцільного маятника пояснюють виникненням у ньому індукційного струму, який за правилом Ленца своїм магнітним полем перешкоджає руху маятника.

Це явище використовують у деяких типах електровимірювальних приладах для швидкого припинення коливань стрілок.



*Рис. 3.1. Установка для демонстрування гальмівної дії вихрових струмів.*

### 2. Самоіндукція під час замикання електричного кола.

*Обладнання:* осердя від універсального трансформатора, дросельна котушка, реостат на 50 Ом, дві маловольтні лампочки на підставках,

вимикач демонстраційний, батарея акумуляторів (12 В, 15 В) або випрямляч, з'єднувальні проводи.

Виникнення ЕРС самоіндукції під час замикання електричного кола може спостерігатися на досліді, який запропонував винахідник радіо О. С. Попов. Для досліду збирають установку (рис. 4.1) за схемою, показаною на (рис. 4.1). Як видно із схеми, електричні кола складаються з двох паралельних ділянок. В одній з них лампочку увімкнено послідовно з котушкою на осерді, а в другій – послідовно з реостатом. Опір реостата заздалегідь треба підібрати так (він повинен допомагати активному опору котушки), щоб розжарити лампочки Н1 і Н2 на напругу 3,5 В і силу струму 0,26 А. Умикають живлення і спостерігають, що лампочка Н1 засвічується приблизно на 1 с. пізніше, ніж лампочка Н2. В момент замикання кола в обох ділянках кола (з котушкою і реостатом) виникають вихрові електромагнітні поля, які характеризуються ЕРС самоіндукції. Початкові значення цих ЕРС самоіндукції однакові і рівні напрузі (з оберненим знаком), прикладеній до ділянки кола. Напруженості вихрів електричних полів, протилежні за напрямком напруженості поля, яке створює джерело постійного струму, а тому перешкоджає його наростанню. На ділянці кола з котушкою цей процес значно триваліший (за теорією електричних кіл, інтервал часу, протягом якого в колі з індуктивністю встановлюється постійний струм і дорівнює  $\approx 3L/R$ . Це відношення для ділянки з котушкою значно більше, ніж для ділянки з реостатом). Тому лампа Н1 засвічується пізніше за лампу Н2.

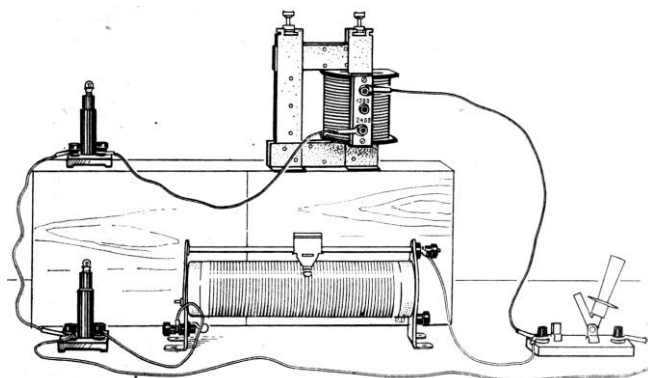


Рис.4.1. Установка для демонстрування самоіндукції при замиканні кола.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. В чому суть явища електромагнітної індукції ?

2. Сформулюйте закон електромагнітної індукції. Чому в законі говориться про електрорушійну силу, а не силу струму? Якими способами можна змінювати магнітний потік.

3. Правило Ленца. Що в цьому правилі найчастіше пропускають учні? Сформулюйте алгоритм для знаходження напрямку індукційного струму, користуючись правилом Ленца. Використайте цей алгоритм для пояснення досліду.

4. Як працюють індукційні демпфери (заспокоювачі) у електровимірвальних приладах? Де на практиці використовують спосіб зменшення індукційних струмів у суцільних провідниках?

5. В чому суть явища самоіндукції? Коли воно виникає? Від чого залежить ЕРС самоіндукції? Яке це явище: корисне чи шкідливе (навести приклади)? Від чого залежить індуктивність котушки?

# ЗМІННИЙ СТРУМ. ТРАНСФОРМАЦІЯ СТРУМУ

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

## ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

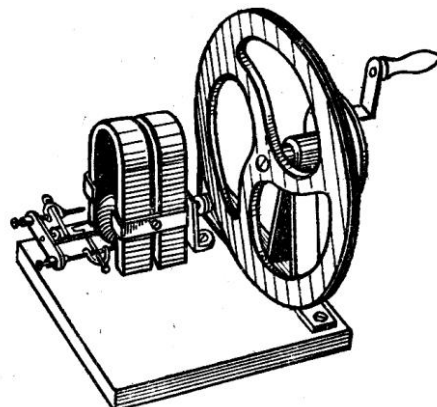
1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, як поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал з підручника.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

## ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

### 1. Одержання змінного струму за допомогою магнітоелектричної машини.

*Обладнання:* шкільна магнітоелектрична машина, гальванометр, лампочка(3,5 В, 0,28 А) на підставці.

Щітки від магнітоелектричної машини встановлюють у положення для вироблення змінного струму. Машину з'єднують з демонстраційним гальванометром. Повільно обертають якір машини, звертаючи увагу учнів на почергове відхилення стрілки в обидва боки від нульового положення. Із збільшенням частоти обертання якоря демонструють збільшення частоти змінного струму (стрілка гальванометра починає дрижати). На закінчення досліду демонструють свічення лампочки.



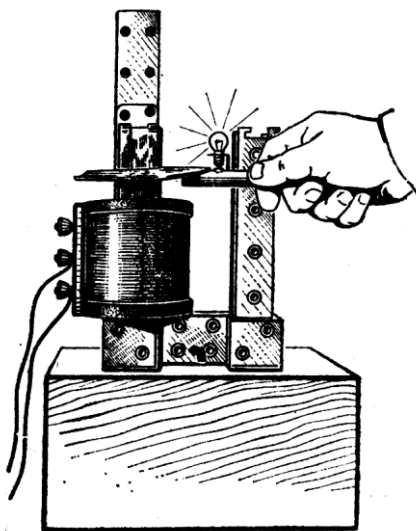
*Рис. 1.1. Шкільна магнітоелектрична машина.*

## **2. Будова і дія трансформатора.**

*Обладнання:* трансформатор універсальний, плоска котушка з лампочкою, лампочка (6,3 В).

Щоб довести, що дія трансформатора ґрунтується на електромагнітній індукції, котушку 120/220 В ставлять на незамкнуте осердя і вмикають в мережу живлення. Одну з віток осердя подовжують, ставлячи на неї ярмо трансформатора. Повільно підносять до осердя зверху плоску котушку з лампочкою, спостерігаючи поступове зростання розжарювання лампочки, що пояснюється збільшенням частини магнітного потоку, який схоплюється котушкою. Якщо замкнути осердя ярмом, розжарення лампочки буде максимальним, бо в цьому випадку майже весь магнітний потік буде зосереджений в осерді. Звертають увагу на те, що обидві котушки ізолювані одна від одної і зв'язок між ними здійснюється між змінним магнітним полем, зміни якого і зумовлюють виникнення індукційного струму в котушці з лампочкою.

Далі на осердя котушки ставлять котушку 616 В вмикають живлення і демонструють свічення лампочки. Зазначають, що напруга на затискачах не дорівнює напрузі в стержні, до якої приєднується одна із котушок, тобто трансформатор дає змогу перетворювати змінний струм. Називають його основні частини і пояснюють призначення.

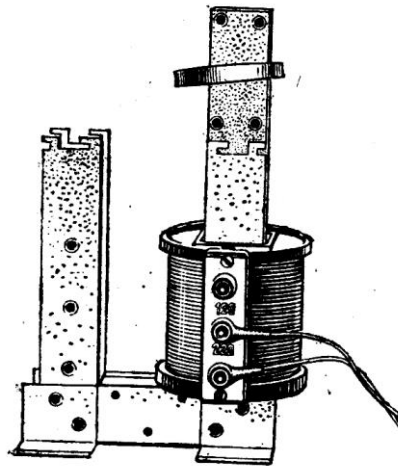


*Рис. 2.1. Демонстрування принципу дії трансформатора.*

### 3. Фазові співвідношення в обмотках конденсатора.

*Обладнання:* трансформатор, алюмінієве або мідне кільце, з'єднувальні проводи.

Струм в первинній і вторинній обмотках трансформатора зсунутий за фазою на кут  $\pi$ , тому обмотки відштовхуються одна від одної. На осердя трансформатора ставлять котушку 120/220 В. Ярмо осердя ставлять вертикально над котушкою і ставлять кільце, що відіграє роль короткозамкненої вторинної обмотки трансформатора. Напругу від мережі (127 В або 220 В) через ключ подають на клеми котушки. Коли вмикають струм, кільце злітає з осердя. Під час повторного надівання кільця, воно зависає на деякій висоті над котушкою.



*Рис. 3.1. Фазові співвідношення в обмотках трансформатора.*

### 3. Індуктивний опір.

*Обладнання:* трансформатор, лампа на 100-500 Вт, котушка на 120 В на, з'єднувальні проводи.

Навантаження, в якому електрична енергія перетворюється безповоротно в інші види називається реактивним. Розрізняють два види: індуктивне і ємнісне. З'єднати послідовно лампу на 100-500 Вт, котушку на 120 В на розімкнене осердя і подати до цього кола змінну напругу(100 В). Спостерігаючи за світінням лампи, замкнути осердя трансформатора, збільшуючи тим самим індукцію котушки. При цьому світіння лампи зменшиться, що свідчить про зростання опору в колі.

Далі подаємо постійну напругу і розмикаємо ярно. Світіння лампи при цьому не зміниться. Із збільшенням частоти змінного струму значення індуктивного опору також зростає.

#### **4. Ємнісний опір.**

*Обладнання:* трансформатор, конденсатор, лампа на 100-500 Вт, котушка на 120 В на, з'єднувальні проводи.

У колі з конденсатором постійний струм не проходить, а змінний проходить. Скласти коло, увімкнути генератор і встановити у колі певної сили струм при ємності батареї конденсатора 2-4 МкФ. Змінити ємність батареї і спостерігати за змінами сили струму в колі. Із збільшенням ємності батареї конденсаторів у колі зростає сила струму, а отже опір зменшується. Із зменшенням частоти сила струму в колі зменшується, а опір - збільшується.

**Повний опір кола змінного струму.** З'єднати послідовно електричну лампочку(100 Вт), котушку(120 В) та батарею конденсаторів і подати до дослідження кола змінну напругу з мережі за допомогою батареї конденсаторів встановити в полі максимальний струм. Загальний опір кола змінного струму не дорівнюватиме сумі активного, індуктивного і ємнісного. Закоротити провідником батарею конденсаторів. Сила струму при цьому зменшиться. Після цього, розімкнувши батарею конденсаторів, закоротити котушку. Струм при цьому також.

**Резонанс у послідовному колі.** Скласти електричне коло послідовно з котушкою увімкнувши батарею конденсаторів. Увімкнувши генератор звукової частоти і поступово збільшивши ємність батареї конденсаторів. Спочатку струм в колі зростає, при певній ємності досягає максимального, а при дальшому збільшенні ємності починає спадати. Коли сила струму досягає максимального, тоді в колі спостерігається резонанс. Тепер ємність батареї конденсаторів котушки, плавно вносячи в неї ярно від трансформатора. Спочатку при збільшенні індуктивності, струм в колі зростає і, досягнувши при певній індуктивності максимуму, почне спадати. Отже, резонанс в колі можна досягти зміною ємності або індуктивності в ньому. Слід також показати, що резонанс в колі можна досягти і зміною частоти струму. При цьому  $C = \text{const}$ ,  $L = \text{const}$ . Під час вивчення резонансі в послідовному колі важливо також показати, що при резонансі напруги на котушці і батареї конденсаторів практично рівні між



собою і можуть значно перевищувати значення прикладеної до кола напруги.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Чому генератор змінного струму повинен складатися з індуктора і якоря, ротора і статора.
2. Чому генератор струму має контактні кільця або колектор ?
3. Чому осердя трансформатора виготовляють з окремих пластин ? Що буде, коли осердя не замкнуте, тобто має повітряний зазор ? Як діє трансформатор при навантаженні ?
4. При якій умові трансформатор буде понижуючим, підвищувальним ?
5. Чому електроенергію передають на віддаль при високій напрузі ?
6. Що таке активне і реактивне навантаження ? Чим вони подібні і чим відрізняються ?
7. Від чого і як залежить активний, індуктивний і ємнісний опір ?
8. Як знайти повний опір кола при змінному струмові ?
9. Який зсув фаз між  $I$  та  $U$  на різних навантаженнях ?

# ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ. ВЛАСТИВОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

## ЗАВДАННЯ ПО ПІДГОТОВЦІ ДО РОБОТИ

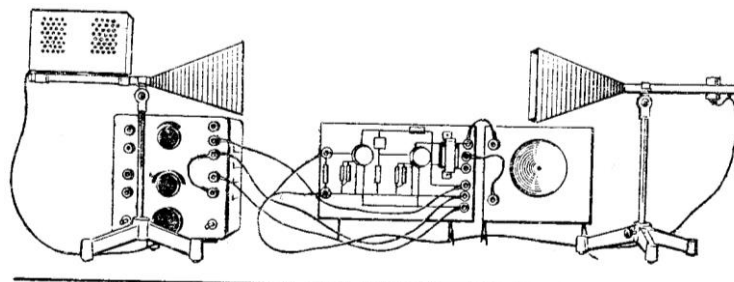
1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, які поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал з підручника.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

## ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

### 1. Напрявлена дія рупорної антени.

*Обладнання:* генератор сантиметрових електромагнітних хвиль з набором приладдя, підсилювач коливань низької частоти, динамічний гучномовець, випрямляч ВУП-2, штатив універсальний, з'єднувальні проводи.

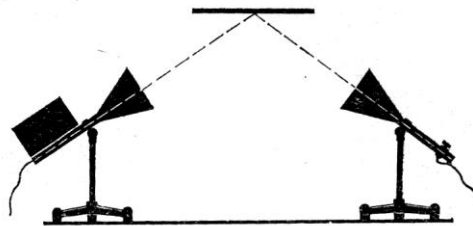
Скласти установку за рис 1. 1., рупорні антени розміщують одна навпроти одної на відстані 1-1,5 метри. Увімкнувши живлення, чекають, поки зазвучить гучномовець. Обертаючи антену навколо вертикальної осі, спостерігають спочатку послаблення а потім повне зникання прийому. Повторюють дослід з антеною приймача.



## **2. Відбиття електромагнітних хвиль.**

*Обладання:* генератор сантиметрових електромагнітних хвиль з набором приладдя, підсилювач коливань низької частоти, динамічний гучномовець, випрямляч ВУП-2, штатив універсальний, з'єднувальні проводи.

Генератор і приймач повертають так, як показано на *рис 2.1.*, при цьому прийом припиняється. У лапці штатива замінюють пластинку на пластинку з ізолюваного матеріалу.

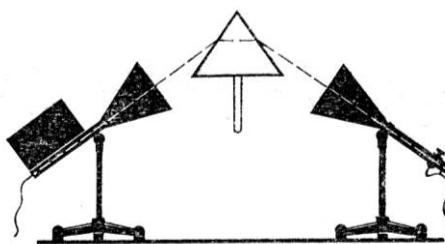


*Рис.3.1. Відбиття електромагнітних хвиль.*

## **3. Явище заломлення електромагнітних хвиль у тригранній призмі.**

*Обладання:* генератор сантиметрових електромагнітних хвиль з набором приладдя, підсилювач коливань низької частоти, динамічний гучномовець, випрямляч ВУП-2, штатив універсальний, з'єднувальні проводи.

В установці з попереднього дослідю відбиваючу пластину замінюють тригранною призмою. При цьому спостерігають відновлення прийому, що дає змогу зробити висновок про заломлення ЕМХ.

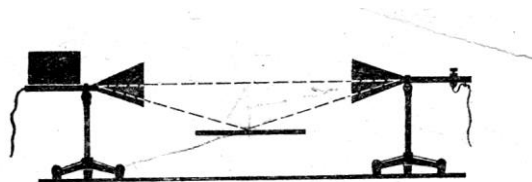


*Рис.3.2. Заломлення електромагнітних хвиль.*

#### 4. Інтерференція електромагнітних хвиль.

*Обладання:* генератор сантиметрових електромагнітних хвиль з набором приладдя, підсилювач коливань низької частоти, динамічний гучномовець, випрямляч ВУП-2, штатив універсальний, з'єднувальні проводи.

Генератор і приймач розміщують один навпроти одного (рис 4.1.), потім знизу підносять металеву пластину в горизонтальному напрямі. Поступово піднімаючи пластину, виявляють почергове послаблення і



посилення сигналу.

*Рис. 4.1. Інтерференція електромагнітних хвиль.*

#### 5. Дифракція електромагнітних хвиль.

*Обладання:* генератор сантиметрових електромагнітних хвиль з набором приладдя, підсилювач коливань низької частоти, динамічний гучномовець, випрямляч ВУП-2, штатив універсальний, з'єднувальні проводи.

Скласти установку, розмістивши антени на відстані 1 метр одна від одної. У простір між антенами вносять алюмінієвий екран. Прийом припиняється. Напрявивши приймальну антену на край екрану виявляють ЕМХ. У простір між антенами вносять другий екран так, щоб між ними утворилась щілина завширшки 4-5 см. Просуваючи за щілину приймальну антену по дузі кола, центрою якої міститься посередині щілини виявляють центр і бічні максимуми.

#### 6. Поляризація електромагнітних хвиль.

*Обладання:* генератор сантиметрових електромагнітних хвиль з набором приладдя, підсилювач коливань низької частоти, динамічний гучномовець, випрямляч ВУП-2, штатив універсальний, з'єднувальні проводи.

Скласти установку між антенами розмістити решітки так, щоб ЕМХ крізь них проходило. Потім одну із решіток повільно обертають і

спостерігають послаблення прийому. При взаємно перпендикулярно розміщенні решіток прийом зовсім припиняється. Прийняти одну із решіток і повторити дослід.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що розуміємо під електромагнітними хвилями ? Як вони поширюються ?
2. В чому суть явища інтерференції ЕМХ ? Як воно відбувається ? При яких умовах ?
3. Які умови максимуму, мінімуму інтерференційної картини ? Яка буде картина, якщо різниця ходу рівна 3 см, 4 см, 4,5 см ?
4. Чи можна одержати інтерференцію ЕМХ від двох джерел ? При якій умові ?
5. В чому суть явища дифракції ЕМХ ? Як воно відбувається ?
6. Що таке явище поляризації ? Про що воно свідчить ?
7. Закон Малюса і як він проявляється при поляризації ЕМХ ?

# ГЕОМЕТРИЧНА ОПТИКА

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

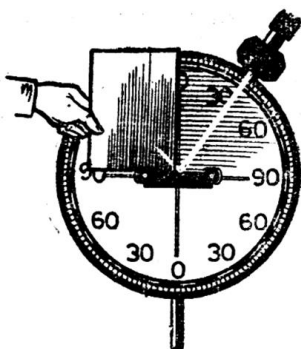
## ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, які поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал з підручника.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

## ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

### 1. Відбивання світла. Закони відбивання.

*Обладнання:* диск оптичний з плоским дзеркалом; батарея акумуляторів 3-НКН-10 -2 шт.(або трансформатор універсальний); вимикач однополюсний демонстраційний; дроти з'єднувальні з



наконечниками; лист білого щільного паперу розміром 160/200 мм.

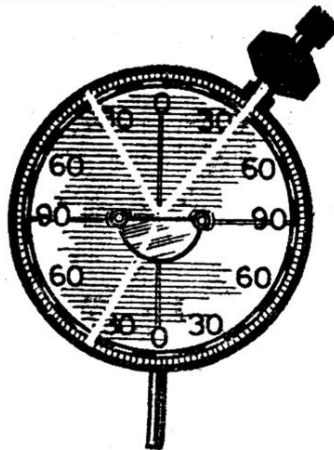
*Рис. 1.1. Демонстрація закону відбивання світла.*

Складають установку за рисунком. В центрі оптичного диска закріплюють плоске дзеркало так, щоб його поверхня відбивання співпадала з радіусом диска, що має на кінцях поділки  $90-90^\circ$ . Лампу освітлювача підключають

через однополюсний демонстраційний вимикач до батареї акумуляторів(чи трансформатора) напругою 6-8 В. Попередньо перевіряють рівність кутів падіння та відбивання пучків світла при різних положеннях освітлювача. Після цього легко затемнюють клас і приступають до демонстрації досліду.

Освітлювач встановлюють в правій верхній частині диска и спостерігають падаючий і відбитий промені світла. Для встановленні законів відбивання світла послідовно змінюють напрям падаючого променя і через кожні 10-20° змінюють кути падіння і відбивання відраховуючи їх за кутовими поділками диску від верхнього кінця нульового діаметру. Результати вимірювань записуємо на класній дошці. Звертають увагу учнів на рівність цих кутів.

Потім показують, що падаючий і відбитий пучки світла лежать в одній



площині. Для цього листом щільного паперу закривають ту четвертину диску, де проходить відбитий промінь. Якщо лист трохи повернути навколо діаметру диску з поділками 0-0° як показано на рисунку 2 то на папері буде видно тільки початок відбитого променя.

*Рис.1.2. Демонстрування одночасного відбивання і заломлення світла на межі поділу двох середовищ.*

На закінчення освітлювач переводять в ліву сторону диску і дослід повторюють, демонструючи властивість оборотності світлових променів.

## **2. Утворення зображення в сферичних дзеркалах. Застосування сферичних дзеркал.**

**Обладнання:** дзеркало ввігнуто - опукле з набору лінз і дзеркал на підставці, проєкційний апарат, оптичний диск з ввігнутим і випуклим

сферичними дзеркалами, трансформатор універсальний вимикач однополюсний демонстраційний, дроти сполучні з наконечниками.

В проєкційного апарату забирають об'єктив та передню лінзу. За допомогою лінзи що залишилася отримують паралельний промінь світла. В паралельний промінь світла вносять ввігнуте сферичне дзеркало. Спостерігають, як відбитий пучок змінює свій напрям, поступово звужується, а потім розширяється. Потім в промінь світла вносять опукле дзеркало. Спостерігають, як світло від дзеркала розповсюджується розбіжним променем. Подальший дослід демонструють з оптичним диском. Освітлювач диска підключають до батареї акумуляторів (або трансформаторів) з напругою 6-8 В. та встановлюють в найвище положення щоб центральний промінь світла був напрямлений вздовж діаметру  $0-0^\circ$ . В щілину освітлювача вставляють червоно-зелений світлофільтр. В центрі диска закріплюють ввігнуте дзеркало, показавши його перед цим учням (рис 2.1). З підготовленою установкою і в затемненому класі показують наступні досліди:

Відкривають середню щілину освітлювача і отримують на екрані білу смугу, яка зображає головну оптичну вісь дзеркала. Бокові промені напрямляють так, щоб вони проходили через геометричний центр дзеркала. Звертають увагу на те, що промінь світла які проходять через геометричний центр дзеркала після відбивання ідуть в протилежному напрямку (рис. 2.1, а).

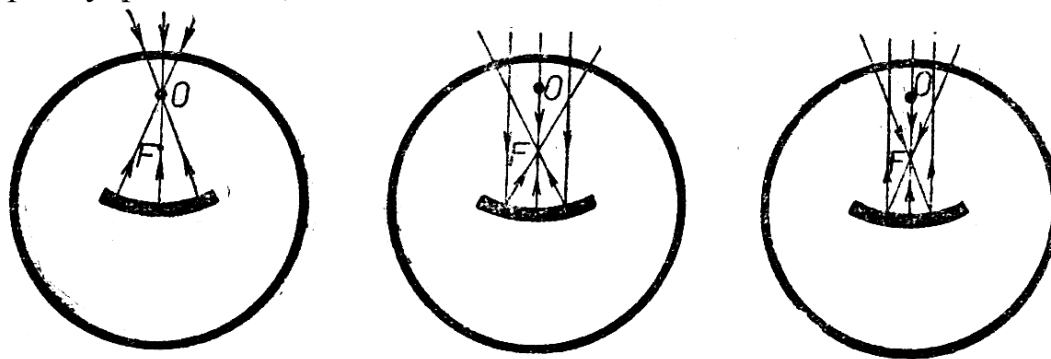


Рис.2.1. Утворення зображення в сферичних дзеркалах.

а

б

в

На ввігнуте дзеркало напрямляють три промені (червоний, білий та зелений), паралельні головній оптичній осі. Після відбивання від дзеркала промені перетинаються в одній точці головному фокусі дзеркала (рис.2.1, б). Цю точку потрібно відзначити і показати, що головна фокусна відстань дзеркала рівна половині його радіусу.

Після цього бокові промені світла роблять трішки збіжними, а потім розбіжними. В першому випадку точки перетину променів опиняються нижче, а в другому- вище головного фокусу.



Бокові промені напрямляють на дзеркало так, щоб вони попередньо перетинали головну оптичну вісь в точці яка лежить перед дзеркалом. Якщо ця точка співпадає з головним фокусом дзеркала, то відображення променів ідуть паралельно(рис2-21, В). В протилежному випадку відображені промені виходять збіжними або розбіжними. Ввігнуте дзеркало замінюють опуклим та демонструють аналогічну серію дослідів, розділивши їх на три випадки. Центральний промінь світла напрямляють вздовж головної оптичної осі дзеркала. Відбитий промінь іде в зворотньому напрямку (рис.2.2., а). Повертаючи освітлювач вправо та вліво напрямляють падаючий промінь так, щоб відображення співпадало з падаючим. Переконаються, що продовження падаючих променів за дзеркалом кожен раз проходить через одну і туж точку – геометричний центр дзеркала.

На випукле дзеркало напрямляють три промені (червоний, зелений та білий), паралельні до головної оптичної осі. Відбиті промені розходяться в різні боки (рис. 2.2, б). Якщо відображені промені продовжити за дзеркалом, то вони перетнуться в уявному фокусі дзеркала, який лежить за дзеркалом(на головній оптичній осі) на середині радіусу. Бокові промені світла напрямляють на дзеркало так, щоб їх положення за дзеркалом походило через уявний головний фокус. Після відбиття від дзеркала промені ідуть паралельно головній оптичній осі (рис. 2.3., в).

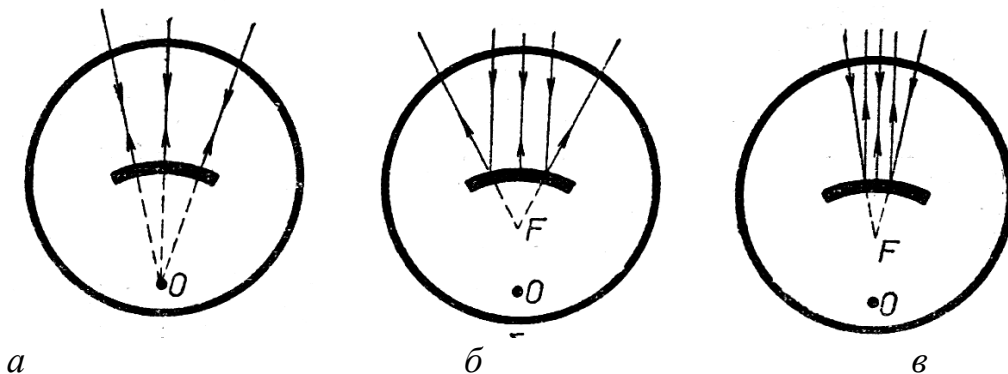


Рис.2.3. Відбивання світлових промені від опуклого сферичного дзеркала.

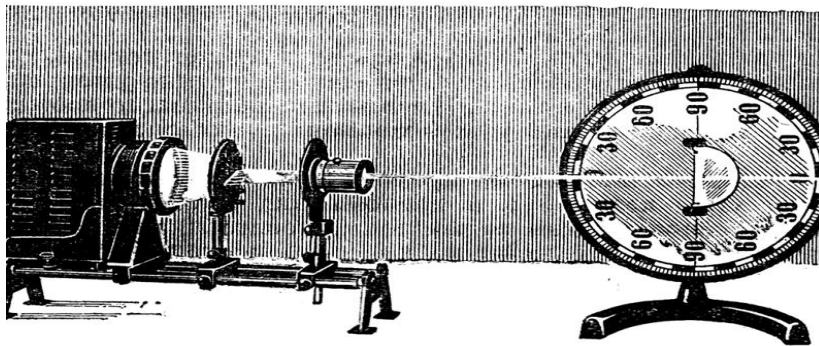
### 3. Заломлення світла. Закони заломлення.

*.Обладнання:* дзеркало ввігнуте – опукле на підставці, освітлювач від проєкційного апарату, настільний екран, метр демонстраційний.

Лампу відсувають від дзеркала на можливу велику відстань (на край демонстраційного столу), що співпадає з віддаленим предметом.

Наближуючи екран до дзеркала отримують дійсне, зворотнє, зменшене зображення лампи. Щоб учні добре бачили зображення екран варто розвернути (приблизно на  $45^\circ$ ) в сторону класу.

За допомогою демонстраційного метра вимірюють відстань від дзеркала до зображення. Спостерігають, що воно розташоване приблизно в головній фокальній площині дзеркала. Лампу встановлюють на подвійній



фокусній відстані від зеркала (в геометричному центрі дзеркала). Екран розташовують з боку лампи і спостерігають справді зворотнє зображення, рівне за розмірами з предметом і розташоване на такій же відстані що і предмет. Цей випадок дає швидкий спосіб вимірювання радіусу (а отже і фокусної відстані) дзеркала.

Лампу розташовують між головним фокусом і центром дзеркала. Відсуваючи екран далі від дзеркала, отримують чітке, дійсне, зворотнє і збільшене зображення. Воно виявляється розташованим за подвійною фокусною відстанню від дзеркала.

Показують, що чим ближче лампа розташована до головного фокусу, тим зображення більше і знаходиться воно далі від дзеркала. При великих розмірах зображення його проєктують на стіни або проєкційний екран. Лампу встановлюють в головному фокусі дзеркала. Переміщуючи екран, переконуються у відсутності дійсного зображення, оскільки світло після відбивання від дзеркала поширюється паралельними променем. Щоб розпізнати паралельність світлового променю, потрібно розташувати екран так, щоб промінь «ковзав» по екрану.

*Рис.3.1. Установка для демонстрування заломлення світла.*

Нарешті лампу розташовують перед дзеркалом на відстані меншій за фокусну відстань. Отримати дійсне зображення в такому випадку не можливо, оскільки після відбиття від дзеркала світло іде розсіяним променем.

Щоб побачити зображення, дзеркало повертають в сторону учнів і просять їх подивитися на уявне, пряме зображення в дзеркалі. Приближуючи зеркало до лампи, а потім відсуваючи його, показують як в першому випадку зображення зменшується, а в другому - збільшується. Ввігнуте дзеркало замінюють опуклим і на дослідах переконуються в тому, що при будь-якому положенні лампи опукле дзеркало дає зображення уявне, пряме, зменшене і розташоване за дзеркалом.

#### 4. Повне внутрішнє відбивання.

*Обладнання:* диск оптичний зі скляним півциліндром, проекційний апарат, скляна ванна (або акваріум) розміром 35\*16\*20 см, екран для ванни, білий розміром 34\*25 см, скляна U-образна склянка, підйомний столик, червоний світлофільтр, куля металева закопчена, ящики-підставки- 2 шт., вода або гас.

Демонструючи заломлення світла, яке іде з більш щільного оптичного середовища в оптично менш щільне середовище, можна побачити, що зі збільшенням кута падіння частина відбитого світла від плоскої поверхні скла збільшується, а заломленого - зменшується. Як тільки кут падіння досягає деякого граничного значення ( $45^\circ$ ), заломлений пучок ковзає вздовж плоскої границі півциліндра та при незначному збільшенні кута падіння зникне зовсім. При цьому яскравість відбитого променя різко зростає і стає рівною з яскравістю падаючого променя.

При подальшому збільшенні кута падіння спостерігається тільки відбитий промінь. Він виходить зі скла без приломлення і залишається на поверхні диска добре видимий слід (рис.4.1). Це явище називають повним відбиттям світла.

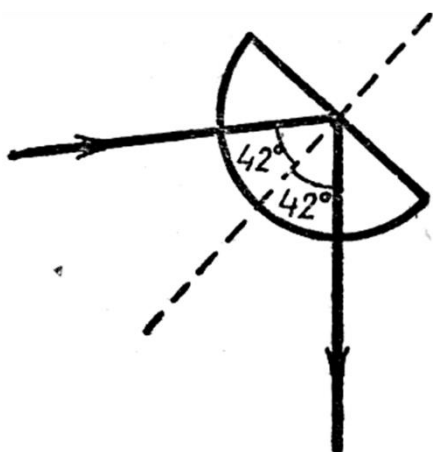


Рис.4.1. Повне відбивання пучка світла в скляному півциліндрі

Учні повідомляють, що повне відбивання широко використовується в різних оптичних приладах, в тому числі світловодах.

Поруч з проекційним апаратом на підйомному столику розміщують скляну ванну з листового органічного скла або акваріум. В ванну наливають шар води товщиною 7-8 см. Напрямають вузький промінь світла на бокову стінку ванни. В воді промінь заломлюється, після чого повністю відбивається від поверхні води і виходить з ванни з протилежної сторони, ще раз

заломлюючись. Щоб краще бачити слід променя в ванну вносять білий екран або поливають розчином флуоресцеїну.

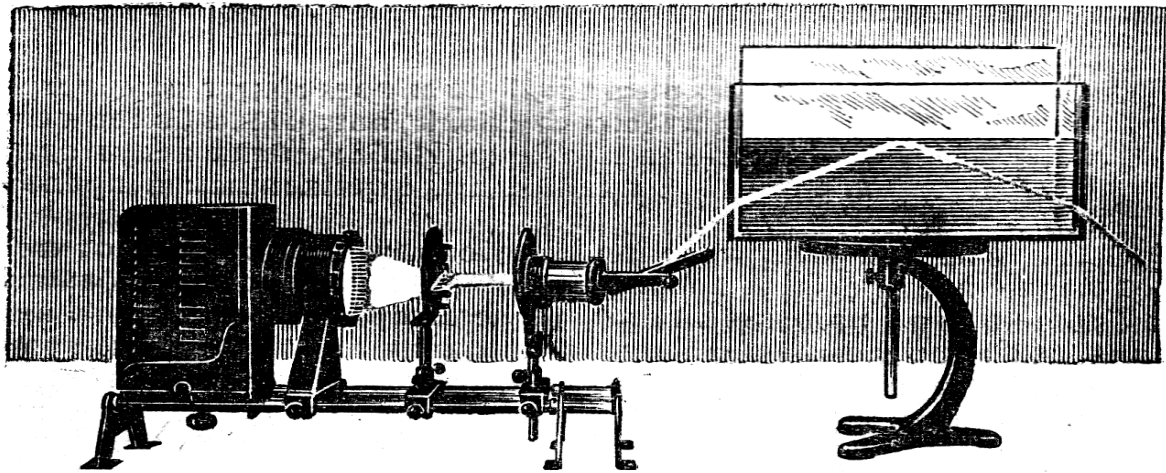


Рис.4.2. Установка для демонстрування повного відбивання світла в воді.

## 5. Хід променів через плоско-паралельну пластину, призму.

**Обладнання:** оптичний диск, апарат проєкційний, діафрагма з однією роземною і з двома щілинами, пластинка і призма склянні, світлофільтр, діапозитив

На оптичному диску закріплюють скляну пластинку яка має форму трапеції. Вершини гострогокута  $45^\circ$  повинні трішки виступати за центр диску(рис. 5.1). На ребро пластинки, яка виконує роль призми напрямляють вузький горизонтальний промінь світла, як це робили в попередніх дослідах. Промінь світла двічі приломившись виходить в повітря, значно відхилившись від початкового напрямку. Кут відхилення приблизно відраховують за градусними поділками диск.

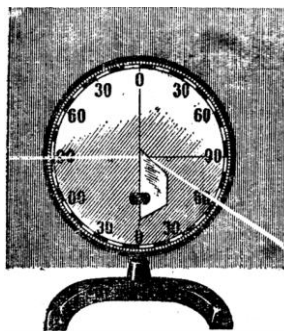


Рис. 5.1. Демонстрування світлового пучка в призмі.

Повільно повертаючи диск з призмою навколо горизонтальної осі, показують, що кут відхилення заломленого променя змінює свою величину. Він досягає мінімального значення в тому випадку, коли кут входу променя рівний куту виходу.

Після чого в центрі диска встановлюють пластинку гострим кутом  $60^\circ$  і повторюють дослід. Виявляється чим більший кут заломлення призми, тим більший кут найменшого відхилення променя. Для призми з кутами заломлення  $45^\circ$  та  $60^\circ$  кути найменшого відхилення  $25^\circ$  або  $40^\circ$ .

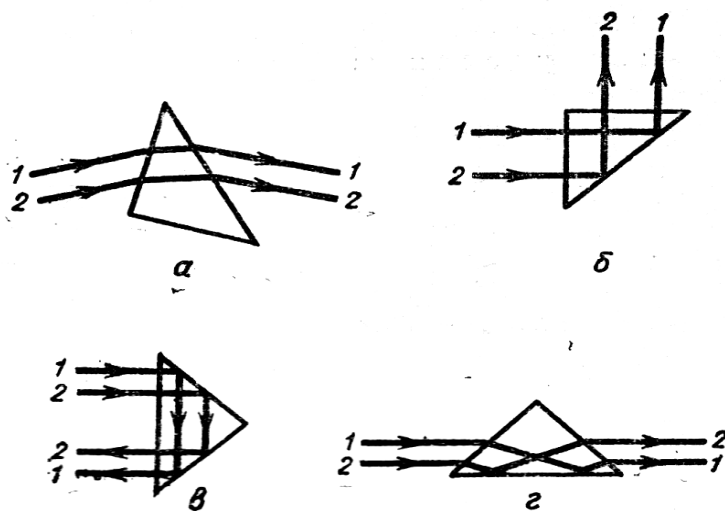


Рис. 5.2. Заломлення і повне відбивання світлових пучків у призмі.

Пластинку в вигляді трапеції замінюють рівнобедреною прямокутною призмою. Її закріплюють на диск так, щоб грань, яка лежить навпроти прямого кута співпадала з діаметром диска. Роз'ємну щілину в проєкційному апараті замінюють саморобною діафрагмою з двома щілинами закріпленої в рамці для діапозитивів.

Відстань між щілинами повинна бути приблизно 15 мм.

Два вузьких горизонтальних промені світла напрямляють на призму, причому на шляху одного променя ставлять червоний світлофільтр.

Спочатку промені світла напрямляють на катет призми під деяким гострим кутом і спостерігають звичайне заломлення світла. Заломлені промені відхиляються в сторону основи призми (рис. 5.2, а).

Після чого промені напрямляють перпендикулярно до одного з катетів. Ввійшовши в призму без заломлення промені падають на гіпотенузу під кутом  $45^\circ$ . Тут відбувається повне відбивання так як кут відбивання більший граничного. Відбиті промені виходять з призми перпендикулярно другому катету і потім не змінюють свого напрямку(рис. 5.2, б). Таким чином призма повертає промені світла на  $90^\circ$ .

Після цього промені направляють перпендикулярно грані яка лежить навпроти прямого кута( гіпотенузи призми). Промені проходять цю грань без зміни напрямку, двічі відбиваються і виходять з призми, як показано на

рисунку 5. 3 в , причому промені міняються місцями: верхній пучок стає нижнім.

Нарешті, промені напрямляють паралельно до основи (гіпотенузи) призми на один з її катетів. Після подвійного заломлення і одного повного відбивання пучки виходять з призми за тим ж напрямком, але помінявшись місцями ( рис. 5.3, з).

## **6. Лінзи. Хід променів через збірну і розсіювальну лінзи.**

*Обладнання:* прилад для вивчення законів оптики, апарат проєкційний, двовипукла і двоввігнута лінзи, склянна ванна або акваріум розміром 35\*16\*20 см, штатив універсальний, насичений розчин кухонної солі.

За допомогою лінзи отримують паралельний промінь світла, який напрямляють на щілину приладу. Екран приладу розміщують в промені так, щоб світло пройшовши через відкриті щілини давав на екрані по всій довжині чіткі паралельні вузькі смуги.

Середня смуга повинна проходити через позначку нанесену на кінці екрану. На практиці цього можна досягнути обертаючи екран навколо вертикальної і горизонтальної осей та переміщуючи лінзу конденсора відносно джерела світла.

Через те, що нитка проєкційної лампи має значні розміри, світлові смуги на екрані виходять трішки розбіжними. Щоб усунути цей недолік, після конденсора встановлюють прямокутну діафрагму- рамку для склянних діапозитивів розміром 45\*60 мм.

В щілину приладу вставляють плоскі дзеркала і світлофільтр. На екрані приладу під четвертою позначкою встановлюють модель збиральної лінзи з фокусною відстанню 140 мм<sup>1</sup>. З підготовленою установкою в затемненому класі демонструють наступні досліди:

1. Відкривають середню щілину і отримують на екрані білу смугу, що зображує головну оптичну вісь лінзи. Потім відкривають дві сусідні щілини і за допомогою плоских дзеркал напрямляють кольорові( червоний і зелений ) промені вздовж протилежних оптичних осей лінзи (рис. 6.1, а). Звертають увагу на те, що всі три промені проходять оптичний центр лінзи майже без зміни своїх напрямків.

2. На лінзу напрямляють три промені, які паралельні до головної оптичної осі. Пройшовши лінзу, промені перетинаються в одній точці-

головному фокусі лінзи (рис. 6.1, б). За допомогою демонстраційного метра вимірюють головну фокусну відстань лінзи; воно виявляється рівним приблизно 14 см або двом поділкам шкали екрану. Після цього промені роблять трішки збіжними, а потім розбіжними. В першому випадку точка перетину поменів виявляється правіше, а в другому – лівіше головного фокусу.

3. Бокові промені напрямляють на лінзу так, щоб вони попередньо перетнули головну оптичну вісь в точці яка лежить перед лінзою. Якщо ця точка співпадає з другим головним фокусом, то після лінзи пучки ідуть паралельно (рис. 6.3, в). В іншому випадку промені виходять збіжними або розбіжними.

Другий дослід повторюють з двовипуклою лінзою, яка має фокусну відстань 70 мм і встановлює зв'язок між радіусом кривизни заломних поверхонь лінзи і її фокусною відстанню.

Двовипуклу лінзу замінюють двоввігнутою і демонструють аналогічні досліди розділивши їх на три випадки:

1. Спочатку промені світла напрямляють через оптичний центр лінзи. Промені проходять лінзу зберігаючи початковий напрямок (рис. 6.1 г). Бокові зсуви в крайніх променів виявляються заледве помітними. Останнє пояснюється тим, що середина в розсіювальних лінз тонша ніж в збиральних.

2. На лінзу напрямляють три паралельних пучки. Пройшовши крізь лінзу вони розходяться в різні сторони, при чому кожен промінь поступово розширюється і при цьому швидко зменшується його яскравість (рис. 6.1 д). Велика ширина пучків ускладнює визначення їх напрямку. Щоб визначити положення головного фокусу доводиться за напрямні промені приймати середню лінію смуг на екрані. Точка перетину цих ліній з головною оптичною віссю лінзи буде першим уявним фокусом лінзи. Вимірюють розмір головної фокусної відстані.

3. Промені світла напрямляють на лінзу так, щоб їхнє продовження за лінзою проходило через головний фокус лінзи. Після лінзи промені ідуть паралельно до головної оптичної осі (рис. 6.1, е). Учні повинні запам'ятати хід цих променів через лінзи оскільки їх зазвичай застосовують для побудови зображення.

Після цього демонструють досліди які пояснюють залежність головної фокусної відстані лінзи від відносного показника заломлення

речовини з якої зроблена лінза. Беруть дві наливні лінзи- двовипуклу і двоопуклу. Пусті лінзи по чергово вносять в паралельний промінь світла, отриманий за допомогою освітлювача від проекційного апарату. Світло проходить обидві лінзи без зміни напрямку.

Лінзи заливають водою і спостерігають дію обох лінз. У збиральній лінзи вимірюють фокусну відстань приблизно рівну 16 см.

Після чого в двовипуклу лінзу наливають насичений розчин кухонної солі і знову вимірюють головну фокусну відстань. Вона виявляється меншою за початкову.

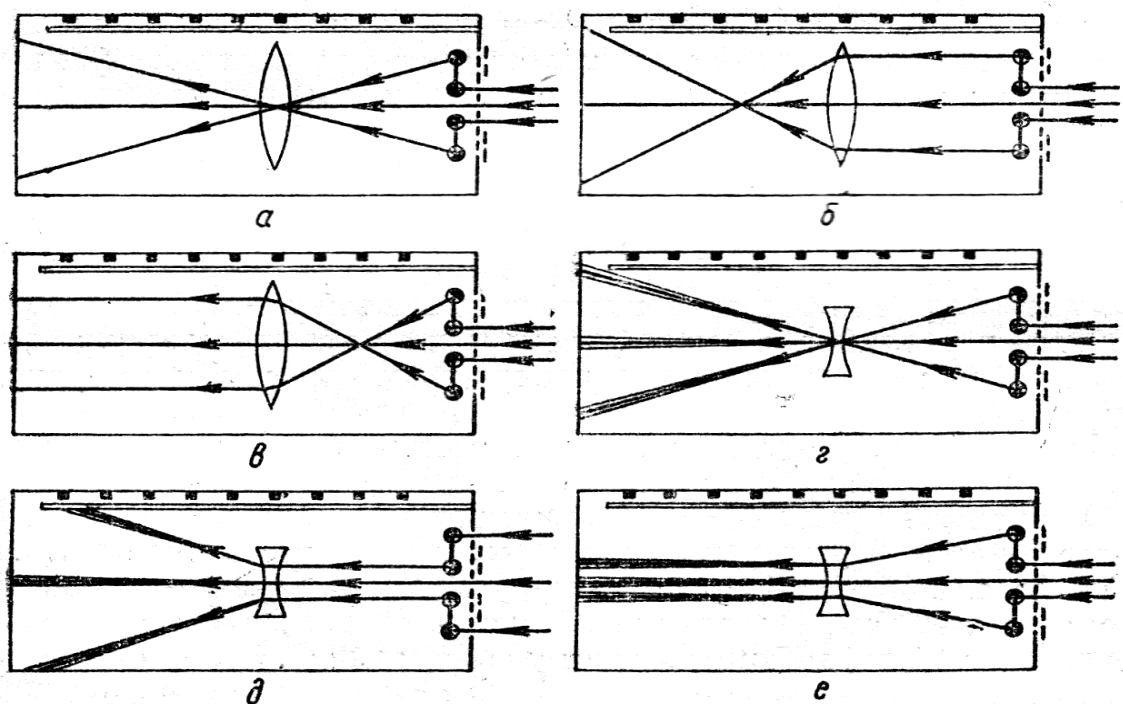


Рис. 6.1. Заломлення світлових пучків в збиральній і розсіювальній лінзах.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Чому з вулиці вдень важко розглянути через шибки вікна предмети в кімнаті ?
2. Фізичний зміст показника заломлення.
3. Умови повного внутрішнього відбивання.
4. Побудова зображень в лінзах.



## 5. Хід променів у мікроскопі.

## ХВИЛЬОВІ ВЛАСТИВОСТІ СВІТЛА.

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, які поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал з підручника.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

### ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

#### 1. Одержання інтерференційних смуг від біпризми Френеля.

*Обладнання:* універсальний проєкційний апарат, мильний розчин, набір з інтерференції і дифракції світла, екран, набір світлофільтрів, кільцевий каркас для мильної плівки.

Складають установку згідно рисунку.

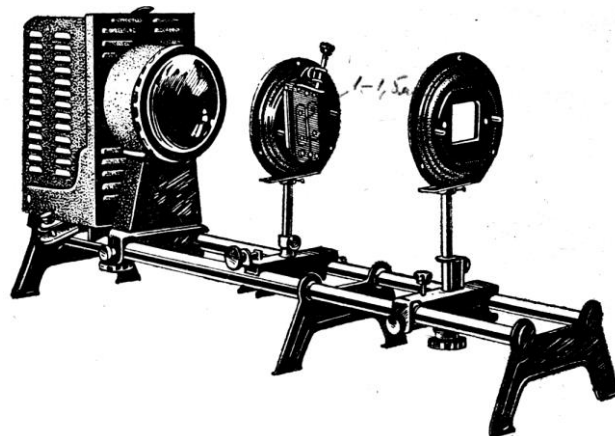


Рис.1.1. Установка для демонстрування інтерференції світла від біпризми Френеля.

Ширму з щілиною, розсунутою на 1-1,5мм, закріплюють у рейтері оптичної лави апарата і встановлюють у такому місці, щоб вона була рівномірно освітлена пучком світла, який виходить з конденсатора.

Ширму з біпризмою встановлюють на відстані приблизно 40см від щілини

Для успішного проведення досліду ребро біпризми повинно бути розміщено паралельно щілині і перебувати з нею в одній вертикальній площині, що проходить уздовж головної оптичної осі конденсатора. Перевіряють це так. Біля біпризми ставлять настільний екран і повільно повертають щілину або біпризму навколо осі конденсатора в той чи інший бік доти, поки на екрані не з'явиться вузька яскрава смужка з чіткими паралельними краями. Після цього екран ставлять на місце, а ширину зменшують до утворення на екрані чіткої інтерференційної картини.

Розмістіть за біпризмою світлофільтр(червоний, зелений, синій). Простежте, як змінюється інтерференційна картина при зміні фільтрів.

## **2. Інтерференція світла за допомогою приладу для демонстрування кілець Ньютона.**

*Обладнання:* універсальний проєкційний апарат, мильний розчин, набір з інтерференції і дифракції світла, екран, набір світлофільтрів, кільцевий каркас для мильної плівки. Основний прилад, застосовуваний в цьому досліді, складається з плоско-опуклою лінзи та плоскої пластини, ув'язнених в оправу так, що плоска пластина торкається до випуклої частини лінзи. На оправі є три регуляторні гвинта. Поверхність приладу ставлять під кутом 45 градусів до головної оптичної віссі конденсатора. Потім переміщують пристрій вздовж оптичної віссі и отримують на поверхні лінзи освітлену круглу пляму. Розмір даної плями має бути трохи більша ясно видимих інтерференційних кілець.

Щоб запобігти відбиття світла від другорядних частин пристрою, що призводить появлення відблисків на проєкційний екран, між конденсатором и пристроєм встановлюють діафрагму з отвором 30мм, а по напрямку конуса світла, відбитого від поверхності пристрою, встановлюють на тринозі об'єктив.

Переміщаючи об'єктив вздовж пучка променів, получають на екрані чітке зображення інтерференційних кілець в відбитому світлі. При

відстані від апарата до екрана, рівно 3 м, велике кільце на екрані буде мати розмір приблизно 50 см. Кільця зручніше спостерігати в монохроматичному світлі. Тому на шляху пучка променів, падаючих на пристрій, треба поставити світлофільтр.

Потрібно спроектувати на екран одночасно два зображення кілець – в відбитому і прямому світлі. Для цього рекомендується до установки додати ще одну лінзу замість другого об'єктива. Лінзу з головним фокусом  $F=25$  см беруть з набору лінз і дзеркал і закріплюють в дискуширмі.

Звертають увагу на те, що при наявності повного оптичного контакту в місці доторкання лінзи та пластини в відбитому світлі спостерігається темна пляма в центрі темних концентричних кілець.

Два промені відбиті від поверхностей лінзи та пластини, інтерферують, утворюючи на нижній частині лінзи картину в вигляді концентричних кілець, відповідний рівній товщині повітряного слоя.

Потрібно мати на увазі, що в місці дотику між лінзою і плоскою поверхністю скла можуть попасти пилінки і спотворити картину інтерференції. Тому перед дослідом потрібно скло протерти. Використовуючи регулятори можна показати як зміна повітряного зазора впливає на форму кілець.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Які хвилі називають когерентними? Чи будуть когерентні пучки світла від двох теплових джерел світла, від різних частин одного і того ж джерела світла?
2. Що таке явище інтерференції? Який вигляд інтерференційної картини. Яка умова максимуму (мінімуму) інтерференційної картини?
3. Як утворюється інтерференційна картина за допомогою біпризми Френеля? В яких місцях буде інтерференція, в яких її не буде? Чому?
4. Як утворюється інтерференційна картина від кілець Ньютона у відбитому і прохідному світлі? В білому і монохроматичному?
5. Чи можна одержати дифракційну картину від авторучки. Обґрунтуйте.
6. Дифракційна ґратка. Яка умова головних максимумів? Розміщення кольорів. Чому центральний максимум білий?
7. Як одержується просвітлена оптика?

## **ХВИЛЬОВІ ВЛАСТИВОСТІ СВІТЛА. ПОЛЯРИЗАЦІЯ**

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

### **ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ**

1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, які поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал з підручника.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

### **ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ**

1. Поляризація світла поляроїдами.
2. Поляризація світла при відбитті.
3. Поляризація світла при заломленні.
4. Показати спосіб використання явища поляризації світла для дослідження деформацій .
5. Явище подвійного променезаломлення .

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Які хвилі можна поляризувати: повздовжні чи поперечні ?
2. Яке світло буде природним, плоскополяризованим, частково поляризованим ?
3. В чому суть закону Малюса ? Про який кут іде мова в цьому законі ?
4. В чому суть закону Брюстера ? Якими будуть відбитий і заломлений промені при куті Брюстера ?
5. Яким буде світло, відбите від звичайного дзеркала ?
6. В чому суть подвійного променезаломлення ? Якими будуть звичайні і не звичайні промені ?

7. Як застосувати явище поляризації для визначення механічних напруг ?

## СВІТЛОВІ КВАНТИ. ДІЯ СВІТЛА

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, які поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал з підручника.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

### ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

1. Зовнішній фотоефект:
  - а) існування фотоефекту, наявність фотоелектронів / інструкція до приладу, с. 6, досл. а) /.
  - б) робота виходу електронів з металу / інструкція до приладу, с. 6, досл. б) /.
  - в) червона межа фотоефекту / інструкція до приладу, с. 7, досл. в) /.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. В чому суть явища зовнішнього і внутрішнього фотоефекту ?
2. Закони зовнішнього фотоефекту.
3. Залежність струму зовнішнього фотоефекту від напруги при сталій частоті і різній інтенсивності світла. Залежність фотоструму від напруги при різних частотах світла і однакової інтенсивності.
4. Пояснення законів фотоефекту на основі квантової теорії.
5. Що визначає запірна напруга? Як її виміряти ?
6. Приклади застосування явища фотоефекту.

## ДИСПЕРСІЯ СВІТЛА

**МЕТА:** Оволодіти методикою і технікою шкільного експерименту при вивченні теми.

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1. Проаналізувати програму середньої школи: місце вивчення теми, які поняття і закони узагальнюються, розширюються, кількість відведених годин і їх розподіл.
2. Основні програмні вимоги до умінь учнів при вивченні теми.
3. Повторити відповідний матеріал з підручника.
4. Ознайомитись з обладнанням, будовою приладів і методикою їх використання.

### ЗАВДАННЯ ДО РОБОТИ

1. Отримання суцільного спектру на екрані.
2. Додавання спектральних кольорів.
3. Спостереження лінійчастих спектрів газів:
  - а) гелію;
  - б) ксенону;
  - в) неону

/Інструкція до набору «Спектральний набір з джерелом живлення»/.

### КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. В чому суть явища дисперсії світла? При яких умовах воно проходить, з якими явищами зв'язане?
2. Які основні ділянки спектра? Яка довжина хвилі видимої і невидимої частин спектра? Що таке біле світло, монохроматичне світло?
3. В якому стані речовина випромінює суцільний, смугастий, лінійчастий спектри? Як їх одержати?
4. Як одержати спектр випромінювання, поглинання? Що між ними спільного, відмінного?
5. Чому прозорі та непрозорі тіла мають певний колір?
6. Властивості світла невидимих ділянок спектра. Як їх виявляють?



7. В чому суть якісного і кількісного спектрального аналізу ?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Програми для середніх загальноосвітніх шкіл, ліцеїв, гімназій.
2. Підручник з фізики.
3. Коршак Є.В., Миргородський Б.Б. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту.-К.: Рад.школа.
4. Буров Б.А. и др. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе.-М.: Просвещение, 1979.
5. Миргородський Ю.Б., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. –К.: Рад.школа, 1980.
6. Шахмаєв Н.М., Шилов Б.Ф. Физический эксперимент в средней школе.- М.: Просвещение, 1989.
7. Бондаровський М.М. Фізичний експеримент в середній школі.-К.: Рад школа, 1964.
8. Марголис А.А. Практикум по школьному физическому эксперименту.-М.: Просвещение, 1977.