

**Волинський національний університет імені Лесі Українки**

Навчально-науковий фізико-технологічний інститут

Кафедра експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій

Полетило Сергій

**ШКІЛЬНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ**

*Частина 1.*

*Методичні рекомендації*

**Луцьк – 2020**

УДК : [373.5.016 : 53] : 001.891.5 (07)

П- 49

Рекомендовано до друку науково-методичною радою  
Волинського національного університету імені Лесі Українки  
(Протокол № 2 від 21 жовтня 2020 року)

**Рецензенти:**

Муляр Вадим Петрович, доцент кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій Волинського національного університету імені Лесі Українки, кандидат педагогічних наук.

Левицька Іларія Павлівна, вчитель фізики Луцького навчально-виховного комплексу № 26.

**Полетило С.А.**

**П – 49 Шкільний фізичний експеримент. Частина 1:** методичні рекомендації / Сергій Андрійович Полетило. – Луцьк: ФОП Іванюк В.П., 2020. – 32 с.

Анотація: Видання призначене для підвищення якості виконання системи лабораторних робіт, пов'язаних із шкільним фізичним експериментом, спрямованим на формування компетентностей майбутнього вчителя фізики.

Рекомендовано студентам IV курсу спеціальності «Середня освіта (фізика)».

УДК: [373.5.016:53] : 001.891.5 (07)

© Полетило С.А., 2020

© Волинський національний

університет імені Лесі Українки, 2020

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	4
§ 1. Обладнання шкільного кабінету фізики .....	5
§ 2. Основні правила техніки безпеки та пожежної безпеки в шкільному фізичному кабінеті .....	7
§ 3. Вимоги до підготовки та оформлення лабораторних робіт із дисципліни «Шкільний фізичний експеримент – І» .....	9
§ 4. Лабораторні роботи з дисципліни «Шкільний фізичний експеримент – І» .....	11
§ 5. Перелік екзаменаційних запитань .....	28
ВИСНОВКИ .....	31
Література .....	32

## ПЕРЕДМОВА

Без навчального експерименту вивчення курсу фізики в сучасній школі неможливе. Підстав для такого висновку є кілька.

По-перше, фізика є не лише теоретична, а й експериментальна наука, тому шкільний курс фізики має відображати обидва чинники. По-друге, як в науці, так і в шкільному курсі фізики експеримент підтверджує багато наукових положень. По-третє, експеримент на уроках фізики, у більшості, постає джерелом знань. По-четверте, з допомогою експерименту вчитель фізики має можливість створювати проблемні ситуації, які мобілізують учнів на пошук істини, тим самим відбувається активізація розумової діяльності учнів. По-п'яте, з допомогою шкільного фізичного експерименту учням стає зрозумілим використання досягнень фізики в техніці, в побуті, на виробництві. По-шосте, шкільний фізичний експеримент «ставить» учня в умови, близькі до тих, в яких знаходиться відкривач певного явища чи фізичного факту; тим самим формується науковий світогляд учня. Сьоме: шкільний фізичний експеримент багато в чому відображає сучасні методи пізнання. Восьме: учні мають змогу, завдяки шкільному фізичному експерименту, встановити кількісні закономірності. Дев'яте: в експерименті уроку фізики школярі освоюють методи вимірювання і набувають вмінь користуватись вимірювальними приладами. Десяте: на уроках фізики учні помічають діалектику розвитку експерименту, усвідомлюють, що з часом фізичне обладнання удосконалюється в напрямі прогресу. Одинадцяте: без шкільного експерименту інтерес учнів до фізики був би значно нижчий.

Невдало проведений фізичний експеримент на уроці викликає в учнів негативні емоції, призводить до зниження їх цікавості до експерименту. Саме тому майбутній вчитель має набути як міцних знань з методики використання експерименту на уроці, так і бездоганну техніку його проведення.

## § 1. Обладнання шкільного кабінету фізики

Станом на сьогодні не існує однозначних вимог до планування шкільного кабінету фізики. Разом з тим, вимагається, щоб сучасний шкільний фізичний кабінет відповідав вимогам наукової організації праці, ергономіки, техніки безпеки.

Шкільний кабінет фізики – це навчальний підрозділ школи, забезпечений меблями, навчальним фізичним устаткуванням, пристроями та навчальними посібниками, в якому різноманітними методами проводяться уроки фізики та астрономії, позакласні заняття, виховна робота з учнями.

Структуру шкільного кабінету фізики доцільно продумати так, щоб він мав перспективи подальшого розвитку. Поява нового устаткування, урізноманітнення форм організації уроків фізики, проведення факультативів та гурткової роботи орієнтують вчителя фізики на постійний розвиток.

У шкільному кабінеті фізики учнівські столи розташовуються так, щоб світло від вікон падало з лівого боку.

На передній стіні (з боку учнів) розташовуються: класна дошка, над якою, як правило, екран для проектування; панель з метеорологічними приладами ( термометром, барометр-анероїд, психрометр з психрометричною таблицею); інструкція з техніки безпеки та пожежної безпеки; електророзподільний щит; порошковий вогнегасник. Під дошкою розміщують креслярські допоміжні засоби: лінійка, трикутник, транспортир.

Обов'язковим атрибутом шкільного кабінету фізики є наявність типового демонстраційного столу, який кріпиться жорстко до відлоги і який на 20 см вищий від учнівських столів. На демонстраційному столі розташовується пульт управління затемненням кабінету, гніздо для управління комп'ютерним проектором (зазвичай, комп'ютерний проектор кріпиться до стелі). Зручно,

коли з лівого боку демонстраційного столу є водопровідний кран та раковина. В демонстраційному столі зручно зберігати штативи, підставки до експериментів, освітлювачі дослідів, акумулятори, крейду (маркери).

У сучасних шкільних кабінетах фізики використовують джерела заниженої напруги (36/42 вольти).

Якщо столи закріплені жорстко (класичне розміщення), то напругу доцільно підводити до кожного столу. У випадку «вільного» розміщення столів або використання одномісних столів, напругу підводять до розеток, розташованих на лівій та правій стіні (можливо, і на стіні демонстраційного столу).

З лівого боку від дошки розташовується робоче місце вчителя.

Стіни шкільного фізичного кабінету оформляють на розсуд вчителя: стенди, портрети відомих вчених в галузі фізики тощо. Інколи до задньої стіни ставлять шафи для зберігання фізичного устаткування.

У більшості випадках фізичні прилади розташовують у шафах препаратурської (лаборантської). Там же зберігається професійна література вчителя, учнівські зошити для контрольних та лабораторних робіт, науково-популярна література для учнів, збірники задач, дидактичні матеріали, таблиці, плакати тощо. У препаратурській створюють куточок для проведення гурткової роботи та текучого ремонту приладів: стіл, інструменти для проведення монтажних робіт.

Астрономічний куточок, як показує практика, доцільно розташовувати в кутку лівої стіни.

Завідуючий кабінетом фізики веде облік усіх матеріальних цінностей кабінету і є відповідальним за їх збереження. Усі нові прилади, які надходять до кабінету фіксуються в інвентарній книзі встановленого зразка. Доречно,

коли в шкільному кабінеті фізики є картотека приладів; це суттєво полегшує підготовку вчителя до уроку.

## **§ 2. Основні правила техніки безпеки та пожежної безпеки в шкільному фізичному кабінеті**

Уроки фізики, на яких виконується фізичний експеримент, проводяться лише в кабінеті фізики. Це спрощує підготовку до уроку, дає змогу уникнути несправності обладнання у зв'язку із транспортуванням приладів.

Для того, щоб уникнути будь-якого травмування учнів, псування обладнання та недопущення пожежі, з першого уроку фізики вчитель зобов'язаний ознайомити учнів із правилами техніки безпеки та пожежної безпеки, які включають наступне.

1. Учні заходять до фізичного кабінету лише з дозволу вчителя або лаборанта.

2. Не дозволяється, без дозволу, користуватися приладами, які розміщені на демонстраційному столі.

3. Лабораторними приладами можна користуватись після того, як вчитель з учнями з'ясує мету роботи та алгоритм її виконання.

4. У випадку несправності фізичного приладу учень терміново звертається до вчителя.

5. У разі виникнення пожежі з устаткуванням, яке перебуває під напругою, необхідно:

- а) евакуювати присутніх з кабінету;
- б) вимкнути напругу мережі;
- в) розпочати гасіння порошковим вогнегасником.

Якщо пожежу не вдається загасити, викликають команду МНС.

*Примітка:* виклик команди МНС здійснюють за телефоном **101** для будь-якого мобільного оператора.

6. Категорично забороняється виявляти будь-які речовини на смак.

7. У випадку, коли кислота чи луг потрапили на одяг, відкрите тіло чи очі, дотримуються такого алгоритму:

а) місце ураження промивають інтенсивним струменем проточної води;

б) область ураження нейтралізують (якщо уражено кислотою, область ураження промивають 3%-м розчином харчової соди; якщо ураження лугом – 3%-м розчином борної кислоти);

в) у всіх випадках потрапляння хімічних речовин в очі, терміново звертаються до окуліста.

*Примітка:* лікарні, в яких цілодобово присутні окулісти в місті Луцьку це: Волинська обласна лікарня та Луцька міська лікарня № 2.

8. При ураженні будь-кого з присутніх електричним струмом необхідно:

а) негайно вимкнути напругу мережі;

б) звільнити потерпілого від проводів;

в) надати першу медичну допомогу.

*Примітка:* виклик карети швидкої допомоги здійснюють за телефоном **103** для будь-якого мобільного оператора.

9. Не дозволяється дивитись на джерела інтенсивного світла чи ультрафіолетового випромінювання без захисних фільтрів чи спеціальних окулярів.

10. При роботі із вакуумними приладами, їх поміщають у захисні чохли.

*Примітка:* типова інструкція з техніки безпеки та пожежної безпеки розташовується на видному місці. Ця інструкція повинна бути відповідним чином завірена.



Учнів попереджують, що винні у порушенні згаданої інструкції несуть відповідальність в дисциплінарному чи судовому порядку. Факт ознайомлення кожного учня із цією інструкцією фіксують у журналі встановленого зразка, у якому учні підписами засвідчують її дотримання.

### **§ 3. Вимоги до підготовки та оформлення лабораторних робіт із дисципліни «Шкільний фізичний експеримент – І»**

Набуття фаховості сучасного вчителя фізики потребує міцних фахових знань та бездоганної техніки проведення шкільного фізичного експерименту.

Фізика є природнича, одночасно теоретична та експериментальна наука. Нехтування експериментальним чинником фізики призведе до низької якості знань учнів, до падіння інтересу до предмету, непопулярності предмету.

Майбутні вчителі фізики (нині – студенти) вивчають дисципліну «Шкільний фізичний експеримент – І». Під час вивчення цього курсу всі студенти мають змогу проробити кожен із експериментів, які виконуються в практиці сучасного уроку фізики і передбачені чинною програмою [1]. Виконання шкільних фізичних експериментів здійснюється у формі лабораторних робіт. Роботи згаданої дисципліни укомплектовані експериментами на основі досвіду викладачів-методистів протягом кількох десятків років і є тим професійним мінімумом, достатнім для формування відповідних компетентностей вчителя фізики.

Для кожної лабораторної роботи підготовлено інструкцію (студенти можуть дотримуватись порядку, запропонованому в посібнику [2]), в кожній з яких запропоновано чіткий порядок виконання. Вимоги до підготовки полягають у наступному.

1. Студенти заводять робочі зошити з дисципліни «Шкільний фізичний експеримент – І». Їм пропонується порядок виконання (з якої починають, яка наступна і т.д.).
2. У робочих зошитах конспектується кожна робота: обов'язкові рисунки (вони можуть бути скановані та вклеєні), короткий опис особливостей конкретного шкільного фізичного експерименту чи техніка його виконання.
3. У рекомендованій в інструкціях літературних джерелах або в посібнику [2] студенти можуть уточнити параметри конкретного експерименту, техніку його проведення, ознайомитись із досвідом вчителів-практиків.
4. Обов'язковим є точне фізичне пояснення кожного з явищ, якого торкається експеримент. Це зобов'язує кожного «проникнути» в теорію явища, побачити місце експерименту на уроці фізики в конкретному класі.
5. До виконання конкретного експерименту студенти приступають лише після того, як з'ясовано їх якість підготовки керівником занять.
6. Сумарна оцінка за кожне заняття складається із суми балів за такі чинники:
  - а) знання методичних назв приладів;
  - б) техніку виконання експерименту;
  - в) фізичне тлумачення проведених експериментів;
  - г) якість конспекту.
7. Додаткові заняття із студентами, які пропустили заняття, будуть проводитись у позаурочний час.
8. Іспит із дисципліни «Шкільний фізичний експеримент – І» буде враховувати:
  - а) сумлінність студента протягом усього курсу вивчення дисципліни;

б) середній поточний бал, отриманий студентом протягом вивчення предмету;

в) публічне демонстрування перед студентами конкретних дослідів та вміння їх пояснити учням середньої школи.

#### **§ 4. Лабораторні роботи з дисципліни «Шкільний фізичний експеримент – І»**

### **Робота № 1. Початкові відомості про будову речовини**

#### ***Методичні назви приладів:***

- Пористий циліндр для демонстрування дифузії газів.
- Мікроманометр демонстраційний.
- Хімічний стакан.
- Прилад для добування водню і вуглекислого газу (апарат Кіппа).
- Механічна модель броунівського руху з проекційним ліхтарем.
- Електродинамічна модель для демонстрування хаотичного руху молекул та броунівського руху.
- Два свинцевих циліндри із пристроєм для їх зачищення.
- Насос Комовського.
- Гумова надувна куля.
- Тарілка з ковпаком до насосу Комовського.
- Скляна пластинка з пристроєм для підвішування.
- Кристалізатор.
- Скляні пластинки однакових розмірів.
- Мікроскоп.
- Водяний розчин клею ПВА.

- Освітлювач до мікроскопа.
- Динамометр ДПН.
- Підйомний столик.
- Динамометр Бакушинського.

### ***Теоретичні коментарі до окремих експериментів***

Експерименти цієї роботи набувають системності, якщо їх виконання базується на основних положеннях молекулярно-кінетичної теорії:

- а) усі тіла складаються з частинок;
- б) частинки безперервно рухаються;
- в) частинки взаємодіють між собою.

У цьому випадку експерименти роботи слугують підтвердженням одного з трьох положень.

Експеримент із свинцевими циліндрами доцільно проводити так. Спочатку на циліндр «одягають» муфту, потім вставляють різак (пристрій для зачищення циліндрів). Його обертають (притискаючи до циліндра), доки свинцева частина циліндра не набере однорідного блиску. Цим же різакom зчищають периметр дзеркальної поверхні. Аналогічну операцію проробляють з другим циліндром. Після цього обидва циліндри стискають і легенько повертають.

Дослід, який ілюструє броунівський рух, проводять з допомогою мікроскопа: на його опорний столик кладуть протерту скляну пластинку, наносять маленьку краплину розчиненого у воді клею ПВА, накривають краплинку слюдяної пластинки і домагаються чіткого зображення переміщенням тубусу мікроскопа. При цьому використовують ліхтар, який спрямовують на дзеркало мікроскопа. Важливою умовою досліду є забезпечення горизонтальності опорного столика мікроскопа.

Наявність поверхневого натягу доводять з допомогою динамометра ДПН. Цей прилад є лабораторний, але коли, з допомогою освітлювача, проектувати його (разом із кристалізатором) на великий екран, ДПН стає демонстраційним.

## **Робота № 2. Тиск. Передавання тиску в рідинах і газах.**

### **Закон Архімеда**

#### *Методичні назви приладів:*

- Куля Паскаля. Склянка із забарвленою водою. Зубний порошок.
- Саморобний прилад для демонстрування закону Паскаля.
- Скляна трубка із пришліфованим відкидним дном.
- Прилад Паскаля (з трьома скляними трубками різної форми).
- Манометр рідинний, відкритий, демонстраційний.
- Манометрична капсула (прилад для демонстрування тиску всередині рідини).
- Манометр металевий, демонстраційний.
- Прилад «Картезіанський водолаз».
- Відливна посудина.
- Прилад «Відерце Архімеда».
- Цеглина з гачком.
- Металева пружина.
- Терези торговельні (Бенарже).
- Два однакові стакани.
- Дерев'яний брусок із прикріпленим нитковим підвісом.
- Кристалізатор.
- Металевий циліндр із 3 отворами для демонстрування залежності тиску від висоти стовпчика рідини.

- Гідравлічний демонстраційний прес із набором пристроїв для згинання.
- Штатив універсальний.

### *Теоретичні коментарі до окремих експериментів*

Зубний порошок використовують як модель газу: розкручують кулясту частину трубки Паскаля, на сухий поршень насипають трошки зубного порошку, закручують кулю і рухають поршень приладу. Із отворів кулі «виходять» в усі боки білі струмені, які і підтверджують закон Паскаля для газів.

Явище «картезіанський водолаз» пояснюють з допомогою потрійного використання закону Паскаля:

1. Із натисканням на капронову кришку тиск передається в кожную точку повітря між кришкою і рідиною, а, значить, передається на поверхню рідини.
2. Тиск на поверхню рідини передається в кожную точку рідини, а, значить, і в кожную точку рідини «водолаза». Цей тиск передається до повітря, яке є у «водолазі».
3. Тиск на повітря у «водолазі» зумовлює стискання газу, у «водолаз» заходить більше води, він стає важчим, тому і тоне.

Умови плавання тіл з'ясовують з допомогою такого алгоритму:

1. Зрівноважують два однакові стакани на торговельних терезах.
2. Дерев'яний циліндр на тонкій нитці опускають у відливну посудину, попередньо заповнену водою до зливного отвору.
3. Витіснену брусом воду «збирають» в один із зрівноважених стаканів.
4. Повертають на терези стакан з водою.
5. Виймають із відливної посудини дерев'яний брусок, витирають його сухою серветкою і кладуть на другий стакан на терезах.

## **Робота № 3. Кінематика матеріальної точки**

### ***Методичні назви приладів:***

- Платформа з візком та дитячим автомобілем.
- Стрілка-показчик.
- Скляна трубка довжиною 1,2 м з корком.
- Забарвлена рідина.
- Метроном механічний.
- Метроном електричний.
- Крапельниця.
- Розчин марганцевокислого калію.
- Установа для демонстрування прямолінійного і рівномірного руху.
- Смужка з плексигласу.
- Склянка.
- Кювета.
- Прилад для демонстрування законів механіки (ПДЗМ).
- Штатив універсальний.

### ***Теоретичні коментарі до окремих експериментів***

Експеримент, який доводить, що рух повітряної бульбашки у воді є рівномірний і прямолінійний, проводять класично (описано в Інструкції до роботи або в [2]). Пояснення цьому фізичному факту наступне.

Повітряна бульбашка спливає завдяки архімедовій силі, яка перевищує силу тяжіння, що діє на бульбашку. Рух бульбашки призводить до появи сили опору, спрямованої в бік, протилежний руху (в сторону сили тяжіння). Коли архімедова сила буде рівна сумі сил тяжіння та опору, рух буде рівномірний і прямолінійний. Отже, на початку переміщення бульбашки рух не є

рівномірним, а в міру зростання швидкості (зростає сила опору), стає рівномірним.

## **Робота № 4. Взаємодія тіл. Сила. Маса. Закони динаміки**

### ***Методичні назви приладів:***

- Прилад для демонстрування законів Ньютона (прилад І.М. Румянцева).
- Прилад з двома легко рухомими візками (для демонстрування дослідів з кінематики і динаміки).
- Стрілка-показчик.
- Платформа з легко рухомими візками.
- Легка пружина, нитка, сірники.
- Динамометр демонстраційний з круглою шкалою.
- Динамометр демонстраційний трубчастий.
- Динамометр Бакушинського.
- Гиря масою 1 кг із страховим шнуром.
- Нитки.
- Штатив універсальний.
- Прилад для демонстрування інерції спокою.
- Дерев'яна лінійка довжиною 80-100 см.
- Бруски.
- Набір тягарців.

### ***Теоретичні коментарі до окремих експериментів***

1. Використовуючи прилад І.М. Румянцева для введення поняття «маса», варто пам'ятати, що маса ударника з гумовим присосом така ж як кожної кулі. Спочатку проводять дослід з ударником та однією кулькою. Відстань, яку пройде одна кулька, фіксують стрілкою-показчиком. Другий



дослід проводять з ударником і двома кульками. Помічають зменшення пройденого двома кульками шляху. Аналогічно – з трьома. Акцентують увагу на тому, що пройдені шляхи характеризують зміну швидкості. Помічають, де менша зміна швидкості, пройдений шлях є меншим. Обґрунтовують потребу введення поняття маси як міри інертності, попередньо встановивши, що про тіла, які в русі менше змінюють свою швидкість, кажуть – масивніші.

2. Експеримент з двома легко рухомими візками проводять аналогічно: спочатку з ненавантаженими візками, потім один з візків навантажують кілограмовою гирею.

## **Робота № 5. Механічна робота. Енергія. Прості механізми**

### ***Методичні назви приладів:***

- Установа для визначення потужності електродвигуна.
- Важіль рівноплечий демонстраційний.
- Штатив універсальний.
- Трибометр.
- Набір тягарців (із двома гачками вагою 1 Н).
- Динамометр демонстраційний із круглою шкалою.
- Динамометр демонстраційний трубчастий.
- Динамометр лабораторний (Бакушинського).
- Рухомий і нерухомий блоки.
- Поліспас.
- Модель коловороту.
- Сегнерове колесо.
- Модель турбіни (Пельтона).
- Призма на шарнірах.

- Маятник Максвелла.
- Подвійний конус, що котиться вгору.

### *Теоретичні коментарі до окремих експериментів*

1. Потужність електродвигуна знаходять, прирівнюючи дві роботи:

$$A = mgh \text{ та } A = Nt, \text{ де } m - \text{ маса вантажу, який піднімає двигун;}$$

$t$  – час піднімання;  $h$  – висота підняття тягарця;  $N$  – потужність двигуна.

2. Умову рівноваги важеля доцільно розглядати у формулюванні: «Важіль перебуває в рівновазі, коли сума моментів сил, які обертають важіль за годинниковою стрілкою, дорівнює сумі моментів сил, які обертають важіль проти годинникової стрілки».

Момент сили – це добуток сили на плече:  $M = F\ell$ ; плече сили  $\ell$  – це найкоротша відстань (або довжина перпендикуляра) від точки обертання важеля до лінії дії сили.

3. Для розуміння використання рухомого, нерухомого блоків та коловороту, необхідно вбачати в них аналогію з важелем: нерухомий блок є не що інше, як рівноплечий важіль; рухомий блок має одне плече в 2 рази більше, ніж інше; в коловороту – одне плече стало, інше – може змінюватися в конкретному випадку.

4. В досліді з подвійним конусом, що котиться вгору, важливо з'ясувати причину цього руху: центр ваги подвійного конуса знаходиться вище двох шарнірно з'єднаних похилих дощечок. Центр ваги, опускаючись вниз, примушує подвійний конус рухатись вгору.

5. Призма на шарнірах дає змогу з'ясувати умови її рівноваги. Якщо висок показує на основу – рівновага стійка; якщо висок спрямований за межі основи призми – рівновага не стійка; коли ж висок показує на ребро основи – рівновага байдужа.

Висок завжди вказує на напрям сили тяжіння.

## **Робота № 6. Теплові явища. Вимірювання кількості теплоти**

### ***Методичні назви приладів:***

- Куля металева з кільцем (куля Гравезанда).
- Скляна куля з трубкою для демонстрування розширення повітря (термоскоп).
- Прилад для демонстрування розширення рідин при нагріванні.
- Пірометр.
- Прилад для порівняння теплопровідності трьох різних металів.
- Пластилін, сірники, спиртівка.
- Колба з круглим дном.
- Штатив універсальний (з кільцем і муфтою).
- Довга тоненька скляна трубка.
- Марганцевокислий калій.
- Теплоприймач.
- Мікроманометр демонстраційний.
- Прилад Д. Тіндаля.
- Електричний чайник.
- Три циліндрика з гачками (з різних металів) однакової форми.
- Електрична плитка.
- Сухий спирт.
- Кип'ятильник Франкліна.
- Кріофор.

## *Теоретичні коментарі до окремих експериментів*

1. Експеримент із розглядуваної теми набуває чіткої логіки, коли повторити, що існує два способи зміни внутрішньої енергії тіла: виконання роботи і теплопередача. Теплопередача може здійснюватись трьома способами: теплопровідністю, конвекцією та випромінюванням. Саме тому доцільно розпочинати експерименти із теплопровідності твердих тіл (прилад для демонстрування теплопровідності трьох металів, потім – пірометр). Далі логічно показати розширення при нагріванні рідин (вода) і газів (повітря). Наступні експерименти проводять такі: конвекція; випромінювання.

2. Експеримент на конвекцію проводять із допомогою колби з круглим дном, сферичну частину якої заповнюють водою і фіксують у штативі (колба ставиться на кільце універсального штатива, а її горловина легенько утримується муфтою штатива). В центр дна (через горловину) вставляють тоненьку довгу трубку, в яку засипають 2-3 кришталіка марганцевокислого калію. Коли кришталіки попадають у центр дна колби, трубку швидко виймають. Через 1 хвилину на дні колби помічають слід від кришталіків. Далі – нагрівають колбу сухим спиртом у центрі її дна. Спостерігають червоно-рожеві конвекційні потоки.

3. Використовуючи теплоприймач для демонстрації випромінювання варто пам'ятати, що теплоприймач, з'єднаний з демонстраційним мікроманометром, розташовують з боку джерела тепла.

4. Перед початком експерименту із кип'ятильником Франкліна доцільно наголосити, що «робочою» рідиною у ньому є спирт, температура кипіння якого  $85^{\circ}\text{C}$ , а з резервуару кип'ятильника повітря викачане.

5. При роботі з кріофором істотно наголосити, що «робочою» рідиною є вода, а повітря із резервуару викачане.

## **Робота № 7. Електричний заряд. Електричне поле**

### ***Методичні назви приладів:***

- Електрофорна машина.
- Перетворювач напруги «Розряд-1».
- Провідники із затискачами типу «крокодил».
- Два електрометри демонстраційні.
- Дротинка, закріплена на ізоляційній ручці.
- Скляна та ебонітова палички.
- Папір та хутро для натирання.
- Лінійка дерев'яна довжиною 1 м.
- Колесо Франкліна.
- Гумовий шланг.
- Султани на ізоляційних штативах.
- Електроскоп.
- Сітка Кольбе.
- Конденсатор розбірний (електрофор).
- Три універсальних штатива.
- Металева куля на нитці.
- Конусоподібний кондуктор на ізоляційному штативі.
- Неонова лампочка на ізоляційній ручці.
- Конденсатор змінної ємності демонстраційний.
- Комплект гільз із фольги.
- Гачок для підвішування електричних паличок.

### ***Теоретичні коментарі до окремих експериментів***

Роботу доцільно починати із трьох способів електризації тіл: тертям, ударом та через вплив.

1. Надзвичайно важливо домогтися вмінь наелектризувати тіло (кулю електрометра) позитивно та негативно. Це забезпечить правильне розуміння електризації диска електрофора.

2. Електризацію диска електрофора пояснюють так. Спочатку натирають хутром плексигласову пластину (вона заряджається). На неї кладуть диск електрофора. На ближчій до пластини частині будуть заряди протилежного знаку до заряду пластини, а на дальній – такого ж знаку, як заряд пластини (диск, в цілому, нейтральний). Коли за ізоляційну ручку підняти диск і торкнутись пальцем до внутрішньої її частини (проскочить іскра), На диску лишаться заряди того ж знаку, що й на пластині.

3. Дуже важливо в роботі показати розподіл у просторі напруженості електричного поля. З цією метою один із кондукторів електрофорної машини з'єднують провідником із колесом Франкліна. На відстанях 1 та 1,5 метри від колеса Франкліна розташовують електрометри. Їх покази вказують на зменшення напруженості електричного поля з відстанню.

## **Робота № 8. Електричний струм у металах.**

### **Електровимірювальні прилади і реостати**

#### ***Методичні назви приладів:***

- Випрямляч постійного струму.
- Акумулятор.
- Амперметр демонстраційний.
- Вольтметр демонстраційний.
- Ватметр демонстраційний.
- Лічильник електричної енергії.
- Автотрансформатор.

- Електрична лампа на 220 В.
- Захисний екран.
- Реостат із ковзним контактом.
- Реостат важільний.
- Магазин опорів демонстраційний.
- Амперметр і вольтметр лабораторні.
- Електрична лампочка на підставці (низьковольтна).
- Термостовпчик.
- Джерело світла.
- Дзеркальний демонстраційний гальванометр з термопарою.

### *Теоретичні коментарі до окремих експериментів*

Досвід показує, що перед вмиканням в електричне коло демонстраційного амперметра (чи вольтметра), доцільно скласти коло з лабораторним амперметром (чи вольтметром). Ймовірність помилкового увімкнення названих демонстраційних приладів зменшиться до нуля.

1. Глибокого розуміння використання реостата вдається домогтися, якщо усвідомити, що реостат можна вмикати в електричне коло як для регулювання сили струму (власне, як реостат), так і для регулювання напруги (як потенціометр).

2. Перед увімкненням демонстраційного ватметра важливо усвідомити, що цей прилад синтезує амперметр і вольтметр. На електричній схемі ватметра необхідно знайти котушку струму і котушку напруги. Важливо підкреслити, що додатковий опір приєднується до котушки вольтметра. Демонстраційний ватметр вмикають в коло з навантаженням, використовуючи напругу малої (регульованої) величини. З цією метою живлення електричного кола здійснюють з допомогою автотрансформатора.

## Робота № 9. Магнітне поле

### *Методичні назви приладів:*

- Штатив універсальний.
- Дві станіолеві смужки.
- Діюча модель електричного дзвінка.
- Діюча модель електромагнітного телеграфу.
- Акумулятор.
- Випрямляч.
- З'єднувальні провідники.
- Діюча модель електричного двигуна.
- Прилад для демонстрування спектра магнітного поля прямого струму.
- Залізні ошурки.
- Стрілка магнітна демонстраційна на підставці.
- Вимикач.
- Телеграфний ключ.
- Прилад для демонстрування спектра магнітного поля колового струму.
- Прилад для демонстрування спектра магнітного поля соленоїда.
- Підковоподібний і кільцевий електромагніти.
- Прилад для демонстрування взаємодії провідника із струмом та постійного магніту.
- Рамка в магнітному полі підковоподібного магніту.

### *Теоретичні коментарі до окремих експериментів*

Експерименти даної роботи розпочинають із взаємодії двох станіолевих смуг, по яким проходить електричний струм.



1. Якщо електричне коло складене так, що по паралельним станіолевим смужкам струм має однаковий напрям, то вони притягуватимуться. Для запам'ятовування наводять приклад з двома велосипедистами, які їдуть в одну сторону: бажають порозмовляти, тому й зближаються.

2. У випадку різного напрямку струму у цих же смужках, вони відштовхуються (ніби велосипедисти, які їдуть назустріч і, щоб не було аварії, роз'їжджаються в протилежні боки).

3. Перед демонструванням досліду Ерстеда важливо зрозуміти природу магнітної стрілки. Магнітна стрілка синім кольором показує на північ (хоча в стрілки – це південний полюс). Стрілку пофарбовано так, щоб її південний полюс був синього кольору, а північний – червоного. Саме явище відштовхування магнітів, коли їх зближають однойменними полюсами, і лежить в основі визначення географічних полюсів Землі.

## **Робота № 10. Електромагнітна індукція. Самоіндукція**

### ***Методичні назви приладів:***

- Гальванометр демонстраційний.
- Котушка індукційна.
- З'єднувальні провідники.
- Два штабові магніти.
- Котушка малого діаметра.
- Акумулятор.
- Електрична машина. Діюча модель магнітоелектричної машини.
- Дві однакові лампочки на підставках.
- Вимикач демонстраційний.
- Котушка від розбірного трансформатора.
- Прилад для демонстрування правила Ленца.

## *Теоретичні коментарі до окремих експериментів*

Експеримент цієї роботи набуває системності і логічності, якщо:

- 1) встановити, що для виникнення індукційного струму необхідно, щоб:
  - а) електричне коло було замкнуте;
  - б) магнітне поле було змінне.
- 2) встановити фактори, від яких залежить індукційний струм:
  - а) напряму магнітного поля (штабовий магніт вводять у котушку один раз північним полюсом, інший раз – південним);
  - б) величини магнітного поля (спочатку в котушку вводять один магніт, потім – два);
  - в) швидкості зміни магнітного поля (спочатку штабовий магніт вводять у котушку повільно, потім – швидко);
  - г) кількості витків котушки (при внесенні штабового магніту стрілка гальванометра показує одне відхилення; для котушки з іншим числом витків – інше відхилення).

Виконуючи експеримент з електричною машиною з'ясовують те, чому саме пристрій іменують «машиною»:

- а) якщо машину з'єднати з джерелом постійного струму, вона виконує роль двигуна;
- б) якщо машину з'єднати з лампочкою і обертати маховик рукою, лампочка почне світитись (машина працює як генератор).

Варто пам'ятати, що в електричній машині є пара обмоток: обмотка ротора і обмотка статора. Ці обмотки можна з'єднувати паралельно (тоді машина з паралельним збудженням), а можна послідовно (тоді машина з послідовним збудженням).

## **Робота № 11. Механічні коливання і хвилі. Звук.**

### ***Методичні назви приладів:***

- Хвильова машина конструкції Зворикіна.
- Сирена дискова. Колесо Савара.
- Металева кулька на нитці. Штатив універсальний.
- Опорний столик.
- Три однакові камертони з резонаторними ящиками.
- Гучномовець.
- Звуковий генератор.
- Осцилограф.
- З'єднувальні провідники.
- Набір тягарців.
- Модель маятника Фуко.
- Пружина.
- Відцентрова машина.
- Лінійка учнівська.
- Модель годинникового механізму.
- Стрілка-показчик.

### ***Теоретичні коментарі до окремих експериментів***

Перші експерименти з даної роботи варто присвятити прикладам коливань: пружинний та математичний маятники, камертон, гучномовець. Далі – з'ясувати і продемонструвати поняття амплітуди, періоду, частоти. Як приклад використання коливань використовують демонстраційну модель механічного годинника, камертон, роботу гучномовця, модель маятника Фуко (з допомогою маятника Фуко довів факт обертання Землі).

Використовуючи модель годинникового механізму суттєво звернути увагу на тому, що механічний годинниковий механізм є автоколивальною системою:

- а) джерелом енергії є піднята над землею гиря;
- б) коливальною системою – маятник годинника;
- в) клапаном – анкерна вилка;
- г) зворотній зв'язок забезпечує храпове колесо.

Важливо освоїти використання хвильової машини Зворикіна для демонстрування поздовжніх хвиль (одна конструкція) і для демонстрування поперечних хвиль (інша конструкція).

## **§ 5. Перелік екзаменаційних запитань**

1. З допомогою яких фізичних експериментів вводиться поняття «маса» на уроці? У чому полягає методика і техніка їх проведення?
2. Які шкільні фізичні експерименти сприяють розумінню поняття «інерція»? Яка методика і техніка їх проведення?
3. Фізичні експерименти, з допомогою яких на уроці ілюструють роботу простих механізмів. Методика і техніка їх проведення.
4. Фізичні експерименти, з допомогою яких на уроці демонструють перетворення механічної енергії. Методика їх проведення.
5. Шкільні експерименти, які дозволяють на уроці підтвердити закон Архімеда та умови плавання тіл. Методика і техніка їх проведення.
6. Шкільні фізичні експерименти, які ілюструють закон Паскаля. Методика і техніка їх проведення.

7. З допомогою яких експериментів вчитель фізики може показати залежність тиску від висоти стовпа рідини ? Методика і техніка їх проведення.
8. Шкільні фізичні експерименти, які підтверджують основні положення молекулярно-кінетичної теорії. Методика і техніка їх проведення.
9. Фізичні експерименти, з допомогою яких на уроці вводять поняття амплітуди, періоду та частоти механічних коливань. Які експерименти, проведені на уроці, ілюструють джерела звуку ?
10. Фізичні експерименти з маятниками на уроці. Методика і техніка їх проведення.
11. Шкільні фізичні експерименти, які ілюструють явище механічного резонансу. Методика і техніка їх проведення.
12. Особливості використання хвильової машини. Методика і техніка експериментів з хвилевою машиною.
13. Шкільні фізичні експерименти, які ілюструють способи теплопередачі. Методика і техніка їх проведення.
14. Фізичні експерименти, які ілюструють на уроці розширення тіл при нагріванні та кипіння рідин. Методика і техніка їх проведення.
15. Фізичні експерименти, які ілюструють на уроці способи електризації тіл. Методика і техніка їх проведення.
16. Які фізичні експерименти, проведені на уроці, ілюструють взаємодію електричних зарядів ?
17. Фізичні експерименти, з допомогою яких на уроці з'ясовується дискретність електричного заряду. Методика і техніка їх проведення.
18. Які фізичні експерименти, проведені на уроці, дають змогу описати напруженість електричного поля в просторі ? Методика і техніка їх проведення.
19. Як переконатись, що тіло заряджене ? З допомогою яких експериментів у цьому можна переконатись на уроці фізики ?

20. Як електричний заряд розподіляється на тілах ? Який зв'язок між електричним зарядом та ємністю тіла ? Наведіть шкільні експерименти, які це підтверджують.
21. Як, в умовах уроку, провести дослід Ерстеда ? Які шкільні фізичні експерименти підтверджують встановлений факт ?
22. Шкільні фізичні експерименти, які ілюструють взаємодію провідників із струмом. Які експерименти дозволяють змоделювати магнітне поле різних провідників із струмом ? Методика і техніка їх проведення.
23. Особливості експериментів із демонстраційними амперметром, вольтметром та ватметром на уроці фізики.
24. Магазили опорів і реостати в шкільному експерименті. Використання дзеркального гальванометра на уроці фізики.
25. Фізичні експерименти, які ілюструють виникнення індукційного струму. Методика і техніка їх проведення.
26. Фізичні експерименти, які ілюструють явище самоіндукції на уроці. Електрична машина постійного струму. Методика і техніка згаданих експериментів.

## ВИСНОВКИ

Автор покладає надію на те, що студенти-бакалаври спеціальності «Середня освіта (фізика)» набудуть фахових знань та умінь завдяки розроблених кафедрою інструкцій, навчальному посібнику [2], пропонованих методичних рекомендацій і сумлінному ставленню до підготовки та оволодіння технікою проведення тих експериментів, які передбачені дисципліною «Шкільний фізичний експеримент – I». Ці знання та уміння стануть базовими і слугуватимуть основою вивчення в магістратурі дисципліни «Шкільний фізичний експеримент – II».

Майбутні вчителі повинні пам'ятати, що шкільний фізичний експеримент не є усталеним на багато років: він удосконалюється (як сама наука «фізика»), поповнюється абсолютно новим устаткуванням та саморобними приладами. Останні з'являються завдяки роботі фізичного гуртка, тісної співпраці вчителя фізики з роботою навчальних майстерень школи. Спрямовуючою ідеєю використання фізичного устаткування на уроці має бути висока якість знань учнів з фізики та їх незгасаючий інтерес до предмету.

*Сергій Полетило*

## Література

1. Фізика.7 – 9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017, № 804. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/>.
2. Калапуша Л.Р., Муляр В.П. Основи методики і техніки навчального фізичного експерименту: Навчальний посібник. Луцьк. 2009. 428 с.
3. Божинова Ф.Я., Кірюхін М.М., Кірюхіна О.О. Фізика. 7 клас: Підручник. Харків. 2007.192 с.
4. Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О. Фізика. 8 клас: Підручник. Харків. 2016. 240 с. URL: <http://interactive.ranok.com.ua/>.
5. Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я. Фізика. 9 клас: Підручник. Харків.2017. URL: <https://4book.org/uchebniki-ukraina/9-klass/pidruchnik-fizika-9-klas-baryahtar-2017>.
6. Коршак Є. В., Миргородський Б.Ю. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту. К. 1981. 280 с.
7. Миргородський Б. Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Коливання і хвилі. К.1985. 168 с.
8. Миргородський Б. Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Електродинаміка. К.1983.176 с.
9. Миргородський Б. Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Механіка. К.1980. 144 с.
10. Миргородський Б. Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Молекулярна фізика. К.1982.140 с.