

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики та методики її навчання

«Допущено до захисту»

Реєстраційний номер №__

В.о завідувача кафедри

_____ Слюсаренко М.А.

«__» _____ 2020 р.

«__» _____ 2020 р.

ТЕМА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ
ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У ШКІЛЬНОМУ
КУРСІ ФІЗИКИ ПРИ ВИВЧЕННІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЯВИЩ

Магістерська робота студентки
групи ФІм-15

Освітньо-кваліфікаційний рівень:
другий рівень вищої освіти

Спеціальність:

014.08 Середня освіта (Фізика)

Додаткова спеціальність:

014.09 Середня освіта (Інформатика)

Удовиченко Дарії Миколаївни

Керівник: канд.пед. наук,

доцент кафедри фізики та методики її
навчання Бурак Володимир Іванович

Оцінка:

Національна шкала _____

Шкала ECTS _____

Кількість балів _____

Члени комісії:

Кривий Ріг 2020 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. Демонстраційний фізичний експеримент і його роль у шкільному курсі фізики.....	7
1.1. Демонстраційний фізичний експеримент як метод навчання.....	7
1.2. Особливості організації і проведення демонстраційного фізичного експерименту.....	13
1.3. Аналіз демонстраційного фізичного експерименту з електромагнетизму згідно навчальних програм і підручників.....	19
1.3.1. Демонстрації з електромагнетизму в основній школі.....	19
1.3.2. Демонстрації з електромагнетизму в старшій школі.....	22
Висновки до розділу 1.....	25
РОЗДІЛ 2. Упорядкування та вдосконалення демонстраційних робіт з електромагнетизму.....	27
2.1. Демонстраційні дослідження з розділу «Електричні явища».....	27
2.2. Демонстраційні дослідження з розділу «Електричний струм».....	39
2.3. Демонстраційні дослідження з розділу «Магнітні явища».....	46
2.4. Демонстраційні дослідження з теми «Електромагнітна індукція».....	52
2.5. Демонстраційні дослідження з теми «Електромагнітне поле».....	54
Висновки до розділу 2.....	56
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	58

ВСТУП

Актуальність проблеми.

Фізика відіграє провідну роль у сучасному природознавстві. Це обумовлено тим, що фізичні закони, теорії та методи дослідження мають вирішальне значення для всіх природничих наук. Фізика – наукова основа сучасної техніки. Електротехніка, автоматика і багато інших галузей техніки розвинулися з відповідних розділів фізики. Подальший розвиток науки і техніки призведе до ще більш глибокого проникнення досягнень фізики в різні галузі техніки і виробництва.

Нині в розвитку освіти нового змісту набувають психолого-педагогічні аспекти та визначення важливості ролі експерименту у навчанні фізики в школі.

Під час викладання фізики є можливість ознайомлення учнів з найважливішими застосуваннями фізики в таких сферах діяльності як промисловість та сільське господарство, транспорт та медицина; ознайомити з поняттям про автоматизацію; формувати навички в роботі з вимірювальними приладами та інструментами, широко застосованими на практиці.

Фізика – наука експериментально-теоретична. Усі висновки її та досягнення спираються на ретельно поставлений дослід, вимірювання і глибоке теоретичне дослідження. Тому й навчання фізики в школі тісно пов'язане з використанням експерименту.

А.В. Усова та А.А. Бобров вважають, що змістом навчального експерименту є [1]: а) вивчення явищ, особливостей їх протікання в певних умовах; б) вивчення причинно-наслідкових зв'язків між явищами; в) вивчення функціональної залежності між величинами, що характеризують явища і властивості; г) вивчення і порівняння властивостей речовини в різних станах; д) перевірка справедливості законів, сформульованих на основі дослідів, що демонструються вчителем, або в результаті логічних висновків, що спираються на загальнотеоретичні положення або метод індукції; е) визначення констант; ж) вивчення будови і випробування приладів. При цьому вони вказують, що всі

зазначені види експерименту мають безпосереднє відношення до формування понять.

Т.Н. Шамало [2] , аналізуючи експеримент з точки зору його ролі в процесі формування фізичних понять, вказує, що критерії відбору експерименту, перш за все, визначаються функціями експерименту в даній навчальній ситуації.

Таких функцій вона виділяє дві. Перша полягає в створенні чуттєво-наглядних образів, які є матеріалом для подальшого узагальнення. Друга полягає в створенні практичних проблемних ситуацій, при яких учні могли б здійснити більш-менш самостійно процес сходження від абстрактного до конкретного.

Шкільний фізичний експеримент відображає науковий метод дослідження фізики. Для ознайомлення учнів із суттю експериментального методу та його роллю в дослідженнях, а також для озброєння школярів практичними навичками важливим є проведення дослідів і спостережень. Вивчаючи фізичні явища, з використанням фізичного експерименту це допомагає формуванню наукового світогляду учнів, більш глибоко засвоїти та зрозуміти фізичні закони, підвищити інтерес школярів до вивчення предмета. Демонстраційні досліді становлять велику і дуже важливу частину шкільного фізичного експерименту. Вони мають специфічні дидактичні завдання і методику проведення, тому є предметом спеціального розгляду в методиці навчання фізики.

Зміст і характер навчального експерименту визначається метою і завданнями навчання фізики в школі. Він створюється, розвивається і удосконалюється в зв'язку з розвитком змісту навчання і методики викладання фізики.

Об'єкт магістерської роботи: демонстраційний фізичний експеримент у шкільному курсі фізики.

Предмет магістерської роботи: демонстраційний фізичний експеримент з електромагнітних явищ у шкільному курсі фізики.

Мета магістерської роботи: теоретично проаналізувати та упорядкувати і вдосконалити демонстраційний фізичний експеримент з

електромагнетизму.

У відповідності з поставленою метою визначено наступні **завдання магістерської роботи:**

1) проаналізувати методичну літературу та визначити сутність і особливості демонстраційний фізичний експеримент у цілому та з електромагнетизму зокрема;

2) вибрати найважливіші демонстрації з електромагнетизму та упорядкувати їх;

3) відпрацювати і вдосконалити демонстраційний фізичний експеримент з електромагнетизму.

Усі завдання виконані.

РОЗДІЛ І. ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ І ЙОГО РОЛЬ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

1.1. Демонстраційний фізичний експеримент як метод навчання

У системі методів вивчення фізики особливе місце займає демонстраційний експеримент. Якщо говорити про демонстраційний експеримент як про метод, важливо розуміти, що ж таке метод. Відомо вже давно, що методи у науковому пізнанні є надзвичайно важливими. У філософії навіть, виокремлюють великий розділ – філософія науки та методологія. Цей розділ вивчає науку та різні наукові методи пізнання. Проте поняттям та значенням методів, цікавить не тільки філософів. Наприклад, лауреат Нобелівської премії, фізик – Р.Фейнман, вважає [4], що метод "живого" дослідження такий же індивідуальний, особливий і неповторний, як і його предмет, особа дослідника. Визначень поняття "метод дослідження" існує декілька. В різних сферах діяльності, методам надається своє особливе значення і вони не суперечать один одному. По визначенню Г.І. Рузавіна [3], метод пізнання, або метод дослідження – це деяка специфічна процедура, що складається з певних дій або операцій, за допомогою яких здобувається й обґрунтовується нове знання в науці.

Отже зрозуміло, що метод ніби певний спосіб, який допомагає дійти до необхідної цілі. Очевидно, метод для кожного випадку свій, наприклад для наукових досліджень, вченні намагаються обрати, такі методи які будуть максимально точно давати повну картину певного, досліджуваного явища. Якщо брати психологію, то психолог має підібрати, той метод роботи з людиною, який би підходив їй за всіма її особливостями психіки. В педагогіці ж метод відіграє дуже важливу роль. Можна навіть сказати, що саме метод є одним з найголовніших інструментів для вчителя на уроці. І чим, більшою кількістю методів володіє вчитель, тим легше йому знайти необхідний формат проведення уроку для кожного класу окремо. Проте знання методів не завжди гарантує успіх на уроці, так як без вміння застосовувати та адаптувати відомі методи під дану ситуацію - урок може бути провальним. Тому, можна говорити

про те, що насправді існуючі методи є універсальними, а людина яка ними користується в більшості своїй, знаходячи якісь нові деталі та особливості використання й унікальності ситуації в якій використовується даний метод, або група методів – трансформує та створює для себе ніби новий метод на основі всезагального. Тому для вчителя важливо не тільки знати методи, а й розуміти їх сутність для того, щоб вміти організувати урок таким чином, щоб він був цікавий учням та робота на уроці принесла максимальний результат, тих запланованих цілей та завдань, що ставив вчитель на початку уроку.

Тобто, із сутність поняття методу все зрозуміло. Також очевидним є те, що для вчителя важливо вміти об'єднувати методи з різних галузей. Наприклад, вчитель фізики має володіти не тільки методами психології, педагогіки, філософії, а й науковими методами дослідження. Це пов'язано саме зі специфікою даного предмету, тому що фізика наука і теоретична, і експериментальна. Для подання та гарного розуміння повної, розгорнутої фізичної картини світу, вчитель має врахувати всі аспекти та особливості не тільки роботи з класом, а й свого предмету загалом. Вчителю необхідно розуміти, які методи краще застосовувати для подання теорії, а які для ознайомлення з експериментальною частиною даної теми.

Методи навчання в цілому для всіх навчальних дисциплін є загальними, проте кожен предмет має деякі особливості. Розглянемо методи навчання саме фізики, їх розподіляють за такими ознаками [5]:

- за способом передачі інформації від вчителя до учнів;
- за характером діяльності вчителя;
- за характером діяльності учнів.

За цими ознаками Бугайов виділяє методи навчання на такі три великі групи: словесні, наглядові і практичні [6]. Словесні називають ті методи, застосовуючи які вчитель знайомить учнів з новим навчальним матеріалом за допомоги слова. До цих методів можна віднести бесіду, лекцію, розповідь, роботу з підручником тощо. При використанні даних методів діяльність учнів полягає в уважному слуханні, осмисленні та надалі в усних й письмових

відповідях з даної теми. Можна сказати, що використовувати лише словесні методи в 7-8 та навіть в 9 класах не буде доцільним. Тому, що дана вікова група, важко сприйматиме фізичні теми без допоміжної візуалізації. Тоді доречними будуть наглядові (наочні) методи, за допомогою яких вчитель демонструє фізичні явища та закони, слово лише допомагає направляти логіку мислення учнів у потрібному напрямі. Ці методи корисні для кращого розуміння суті певного явища, фізичної теорії та законів. Учні спостерігають, осмислюють спостережуване та роблять висновки. До цієї групи можна віднести: демонстраційний фізичний експеримент, схеми, малюнки, фотографії, відео фрагменти тощо. До практичних методів відносять: лабораторні роботи, фізичні практикуми, позакласні досліди та спостереження, розв'язування задач. Ці методи допомагають закріпити вивчений матеріал, отримати експериментальне підтвердження теорії, набути вмій та навичок.

Очевидно, труднощі в сприйнятті фізичної теорії, не розумінні застосування теорії на практиці, недовіра теоретичним даним та теорії в цілому тощо, які виникають під час вивчення фізичних явищ та законів можна подолати шляхом проведення фізичного експерименту та демонстрацій. Фізичний експеримент, який є джерелом первинних знань учнів про нові для них фізичні явища і властивості, називається фундаментальним демонстраційним фізичним експериментом [7]. До фундаментальних можна віднести такі досліди: демонстрація механічного руху, конвекції, кипіння, нагрівання провідника струмом та інші. Групу демонстраційних дослідів, призначених для з'ясування суті фізичного явища і його зв'язків з відомими явищами, називають дослідницьким демонстраційним експериментом. Демонстраційний експеримент сприяє успішному засвоєнню навчального матеріалу в тих випадках, коли реальні досліди не можуть бути поставлені на уроці.

Демонстраційний фізичний експеримент в поєднанні зі словесними методами дають гарне уявлення про зміст фізичних понять та законів. Як допоміжний засіб демонстраційний експеримент застосовується в практичних

методах навчання. Необхідність поєднання слова вчителя з показом фізичних явищ і закономірностей пояснюється тим, що в демонстраційному експерименті навіть показ одного з явищ природи завжди супроводжується великою кількістю деталей, що чуттєво сприймаються. При вивченні теоретичного матеріалу перед учнем з'являється багато питань, що є важливим та основним, а що являє собою допоміжні деталі. Теж саме стосується лише демонстрацій, учень не розуміє, що відбувається при спостереженні демонстрацій. Тому потрібно при демонстраційному фізичному експерименті направляюче слово вчителя, яке концентрує увагу на головному та основному в спостережуваному досліді. Слово вчителя не тільки керує зоровим сприйняттям, але і допомагає учням робити висновки.

Демонстраційні досліді дозволяють цілеспрямовано спостерігати фізичні явища, які вивчаються, дають уяву про нові фізичні явища і процеси, знайомлять з методами досліджень, показують дію деяких фізичних приладів, готують учнів для рішення експериментальних завдань.

Головна дійова особа в демонстраційному експерименті – вчитель, який не лише організовує навчальну роботу, але і проводить демонстрацію дослідів. Одним з найголовніших недоліків фізичного демонстраційного експерименту є те, що учні не залучені до досліді і являються лише спостерігачами. Проте, іноді вчитель має можливість залучати деяких учнів в допомозі під час проведення експерименту. Постановка цих дослідів повинна бути максимально чіткою, а пояснення продуманим і відображати не лише фізичну суть експерименту, а й його місце в системі фізичної науки. Демонстраційний фізичний експеримент має структуру, яка наведена на рис.1 [8].



Рис.1.1. Структура демонстраційного фізичного експерименту.

З точки зору педагогіки саме спостереження демонстрацій на уроці дозволяє вирішити наступні завдання [9]:

1. Для ілюстрації пояснень учителя. Практика свідчить, що ефективність засвоєння навчального матеріалу значно підвищується, якщо пояснення вчителя супроводжується демонстрацією дослідів. Адже в ході демонстрації вчитель має можливість керувати пізнавальною діяльністю учнів, акцентувати увагу на обставинах найбільш важливих для розуміння суті навчального матеріалу. Демонстрацій такого типу більш усього в обов'язковому мінімумі, передбаченому програмою.

2. Для ілюстрації застосування вивчених фізичних явищ та теорій в техніці, технологіях та побуті. Демонстрація таких дослідів є необхідною не лише для ілюстрації зв'язків фізики з технікою, а й для підготовки учнів до життя в умовах сучасного технізованого суспільства. Ознайомлення з об'єктами техніко-технологічного характеру сприяє формуванню мотивації учіння фізики, дозволяє поглибити та систематизувати знання учнів про раніше вивчені фізичні явища.

3. Для збудження та активізації пізнавального інтересу до фізичних явищ та теорій. Ефективний демонстраційний експеримент може бути своєрідним поштовхом до активної пізнавальної діяльності учнів, особливо, якщо він носить проблемний характер. (Наприклад, демонстрація плавання сталеві голки на поверхні води створює проблемну ситуацію, яка може бути покладена в основу вивчення властивостей поверхневого шару рідини).

4. Для перевірки припущень, висунутих учнями в ході обговорення навчальних проблем.

Таким чином демонстрування забезпечує розв'язування таких дидактичних завдань з фізики [10]:

- з'ясування фізичної суті фізичних явищ, процесів, зокрема, демонстрування властивостей фізичних тіл, механічних рухів, дії струму, світла тощо;
- формування фізичних понять, суджень, законів, теорій;

дослідження залежностей між фізичними величинами: пройденим шляхом та часом, залежності сили струму від напруги на ділянці кола, опору провідників від температури тощо;

- створення та усвідомлення учнями системи традиційних та сучасних фізичних методів дослідження: місткових схем, фотометричних, оптичних методів, спектрального, рентгенівського аналізу, статистичного підходу та інших;
- практичного застосування фізичних закономірностей в інших науках і техніці, розкриття принципів технологічних процесів електроіскрова обробка матеріалів, міднення та ін.;
- формування практичних умінь і навичок перетворення знань у безпосередню продуктивну силу;
- здійснення віртуальних дослідів, які проводять суб'єкти навчання та викладачі;
- реалізацію дидактичних принципів щодо засобів унаочнення;
- формування умінь та навичок демонстрування учнями;
- запровадження системи творчих завдань експериментального складу та формування здатності до спостережень за фізичними явищами та процесами в природі.

Особливо істотна роль демонстраційного експерименту в розвитку в учнів спостережливості, образного мислення, уміння робити узагальнення на основі фактів, що спостерігаються, передбачувати хід течії процесу, що спостерігається і т. д. Необхідною умовою успішності навчання є зосередженість учня. Нерідко нерозуміння, погане запам'ятовування пояснюються не поганою кмітливістю, не поганою пам'яттю, а недоліками уваги. Демонстраційний експеримент у викладанні фізики спричиняє включення всіх чинників залучення уваги. Значна частина хлопчиків має інтерес, що рано прокинувся до техніки, тому поява на робочому столі будь-яких технічних пристроїв у вигляді приладів експерименту привертає їх увагу. Практично кожний учень при відповіді на поставлене питання починає з опису досвіду, який він бачив на уроці. Зорові образи демонстраційних дослідів

зберігаються в пам'яті краще, ніж теоретичний матеріал і виконують функції опори, на яких формується учбовий матеріал.

1.2. Особливості організації і проведення демонстраційного фізичного експерименту

Демонстраційні досліди включають в себе раніше відомі учням фізичні поняття, явища тощо. Вчителю важливо пам'ятати про те, що рівень сприйняття теоретичної частини матеріалу для кожного учня буде свій. Різні цілі, умови проведення та вимоги змушують строго відрізнити демонстраційні досліди від лабораторних. Не можна допускати того, що лабораторні роботи підмінювалися демонстраціями на обладнанні для лабораторних робіт і навпаки. Так, як ці два види навчального експерименту мають різні цілі та завдання.

Однією з особливостей демонстраційного фізичного експерименту є саме його результати. Як і лабораторні роботи, демонстраційні досліди можуть мати як якісний, так і кількісний характер. З якісним все зрозуміло, його результат має максимально точно розкрити та підтвердити теоретичну суть, певне фізичне явище та закон, або ж якщо це проблемний урок, тоді підштовхнути учнів до правильної відповіді на поставлену проблему. А ось з кількісним демонстраційним експериментом, є деякі особливості. Його результати мають містити менше розрахунків та більше виражати суть даної демонстрації. Наприклад, показати учням найкоротший шлях підтвердження певної константи, зрозуміло і те, що формули також будуть не надто складними, для того щоб скоротити час на розрахунки. При підготовці демонстраційних дослідів важливо пам'ятати, що занадто важкі, громіздкі рівняння та обчислення можуть зайняти в учнів не тільки багато часу, а й відволікти школярів від суті даного дослідів, який описує дане рівняння.

Важливим є питання про те, які та як досліди краще проводити, щоб вони давали ефективний результат. Можна виділити наступні етапи та важливі кроки демонстраційного фізичного експерименту [11]:

1. Підбір демонстраційних дослідів. Цей етап є вирішальним. Необхідно відбирати досліди і спостереження які є важливими для розуміння учнями

навчального матеріалу. Виконуючи відбір демонстраційних дослідів, слід прагнути до того, щоб всі явища та їх головні застосування були показані в ході роз'яснення навчального матеріалу. Демонстрації особливо на уроках фізики є дуже корисними, але важливо дотримуватися міри в цьому питанні. Так, як велика кількість демонстраційних дослідів на уроках може відволікати від запам'ятовування учнями головного та основного з даної теми. Проте й недостатня кількість демонстрацій погано впливає на сприйняття учнями теми. Так, як "сухий" виклад навчального матеріалу складно сприймається учнями та знижує їх уважність, так як такі уроки стають не цікавими.

Іноді корисним буде повторити дослід. Але це варто робити в тих випадках, коли повторення дає більш глибоке розуміння спостережуваного. Із великої кількості різних варіантів демонстрацій краще обирати саме ті, які найбільш чітко відображають суть.

Суттєво важливо, щоб відібрані дослідів в цілому мали логічний взаємозв'язок та утворювали не просту, а логічну систему, в якій наступний дослід розвивав би попередній та опирався б на нього. Також не менш важливо, обирати такі демонстрації в яких учні могли б самостійно виділяти логічний зв'язок дослідів.

2. Наступний крок автор виділяє як підготовка учнів до сприйняття дослідів. Мається на увазі те, що для кращого розуміння демонстрації та проведення дослідів загалом, буде доцільним перед проведенням дослідів, зобразити схему демонстраційної установки на дошці та роз'яснити учням хід збору даної установки, також можна використовувати презентації, плакати тощо. Наступним кроком можна приступити до збірки демонстрацій. Звісно, для економії часу зручно використовувати готові установки, проте для розуміння учнів гарним рішенням буде саме збірка демонстраційної установки під час уроку. Проте для економії часу в даний момент є доступні різні невеликі відео-фрагменти, які можна показати замість реального збору установки, а краще зосередити увагу учнів на самому демонстраційному досліді.

3. Загальний характер демонстраційних дослідів. Автор має на увазі, що демонстрації мають бути не складними і по можливості мати якісний характер. А ті досліди, які мають обчислювальний характер буде правильним перенести до фронтальних лабораторних робіт, або ж на практику. Також демонстрації повинні мати короткочасний характер. Так, як тривалі демонстрації відбивають інтерес учнів та роблять учнів не уважними.

4. Видимість демонстрацій. Якість демонстраційного фізичного експерименту визначається тим, наскільки гарно видно учням демонстрації. Тому важливими є розміри приладів, сама демонстраційна установка та її положення і не менш важливим є освітлення. Так, навіть не дуже гарну установку покращить гарне освітлення.

5. Виразність демонстраційної установки. За допомогою одних і тих же приладів дослід можна поставити по різному. Виразність демонстраційної установки може бути підвищена за рахунок продуманого оформлення приладів. Іноді виразність можна підвищити, прибравши з демонстраційного столу вбудовані деталі. Навіть такі деталі як наприклад, звичайні дроти якими з'єднують різні електричні прилади мають велике значення, адже дивлячись як послідовно та охайно ці дроти будуть підключені такою й буде виразність.

6. Підготовка демонстраційних дослідів. Якість демонстрацій залежить від майстерності вчителя та його ретельної підготовки. Іноді на підготовку демонстраційного дослідів, який на уроці займає 1-2 хвилини, вчитель може витратити години. Особливу увагу, варто приділяти деталям. Так, як кожен крок вчителя під час демонстрацій має бути продуманим і не займати багато часу, ось чому вчитель має приділяти підготовці велику увагу. Адже, в процесі підготовки вчитель може знайти якісь зайві моменти, або ж знайти якусь креативність та показати той самий дослід з іншої сторони, або винайти зовсім нову демонстраційну установку тощо.

7. Коли збирати демонстраційну установку на уроці? Після підготовки вчителя до демонстрації, коли всі моменти вчителем опрацьовані демонстраційну установку потрібно розібрати. Необхідні прилади потрібно

розкласти на полицях демонстраційного столу, а громіздкі прилади – на підлозі біля столу. Це варто зробити тому, що : а) заздалегідь зібрана установка погано сприйматиметься учнями; б) заздалегідь зібрана установка буде відволікати учнів від роз'яснень вчителя.

8. Надійність демонстраційної установки. Ось чому важлива підготовка до демонстрацій. Так, як вчитель заздалегідь може перевірити справність установки. Якщо ж при підготовці вчитель знайшов не справний прилад він його може замінити. На уроці ж знайти несправний прилад складніше. Навіть, якщо й сталося на уроці, що установка не працює правильним буде перевірити ще раз усі прилади. Проте, якщо ж несправність не вдалося знайти даний дослід необхідно провести на найближчому уроці.

9. Про кількість демонстраційних дослідів на уроці. Усі важливі положення, що вивчаються на уроці, повинні, як правило, супроводжуватись демонстраційними дослідями. Проте їх кількість немає бути надмірною. Зазвичай, на уроках достатньо 2-3 демонстрації, рідко 4 дослідів за урок дають гарний результат, так як це займає багато часу та вчитель не встигає підготувати учнів до сприйняття дослідів та гарного роз'яснення результатів.

Інші методичні вимоги до організації демонстраційного експерименту такі [12]:

1. Учні необхідно готувати до сприйняття дослідів. Ідея дослідів, його хід і одержані результати повинні бути зрозумілими учням. З цією метою вчитель повинен пояснити схему установки, всі її складові, звернути увагу на вимірювальні прилади, або на ті елементи, на яких виявляється спостережуваний ефект.

2. При можливості дослідів потрібно ставити в кількох варіантах (особливо, якщо це сприяє більш глибокому засвоєнню навчального матеріалу).

3. Кількість демонстрацій на уроці не повинна бути надто великою. Демонстраційний експеримент повинен сприяти вивченню навчального матеріалу і не відволікати від головного на уроці.

4. Якщо дозволяє обладнання, демонстраційні дослідів слід проводити зі

встановленням кількісних співвідношень (числа повинні бути заздалегідь підібраними і зручними для оперування ними!).

5. Демонстраційну установку слід збирати перед учнями в процесі викладання навчального матеріалу. Лише за умови використання дуже складного обладнання, установка може бути зібрана заздалегідь (з цієї причини не слід захоплюватись використанням готових стендів).

6. Установка повинна бути максимально надійною, а техніка демонстрування відпрацьованою.

7. У випадку відмови установки, слід відшукати і швидко ліквідувати несправність, а дослід повторити, досягнувши позитивного результату. Якщо це зробити за даних обставин неможливо, необхідно пояснити учням причину відмови і обов'язково відтворити демонстрацію на наступному уроці.

8. Не слід замінювати демонстраційний експеримент, доступний для шкільних умов, показом відповідних кінофрагментів чи комп'ютерним моделюванням.

Техніка демонстрування повинна задовольняти двом вимогам [13]:

- метод демонстрування повинен максимально відповідати науковому і давати вірогідні результати. Не менш важливою вимогою до демонстраційного експерименту є наочність його. Під «наочністю» розуміють чітку й зрозумілу постановку дослідів. Для цього слід складати найбільш прості установки, використовувати уже знайомі учням прилади. Учитель завжди повинен намагатися досягти потрібного результату найпростішими засобами.

Кожне демонстрування має бути переконливим, не викликати сумнівів у достовірності здобутих результатів. Тому, проводячи демонстраційний дослід, треба повністю виключати або зводити до мінімуму різні побічні явища, які можуть відвертати увагу учнів від основного. Для цього інколи доводиться проводити додаткові дослідів. Наприклад, проводячи дослідів з тілами різних мас, треба насамперед переконати учнів у тому, що тіла справді мають різну масу.

- у процесі демонстрування потрібно досягти максимальної видимості очікуваного і суттєвих складових частин установки. Демонстраційний дослід передає інформацію в основному за допомогою зорових образів, тому забезпечення доброї видимості під час демонструвань – одна з найважливіших вимог до нього. Ігнорування цієї вимоги, як правило, приводить до порушення дисципліни і втрати учнями інтересу до питань, що розглядаються на уроці. Потрібна видимість забезпечується відповідним конструюванням приладів, розміщенням їх, а також застосуванням деяких спеціальних заходів і прийомів, вироблених практикою викладання (про це мова йтиме далі).

Для забезпечення доброї видимості потрібно дотримуватись таких правил [6]:

1. Ні сам вчитель, ні його руки не повинні закривати прилади.
2. Окремі прилади чи їх частини не повинні затінювати один одного. У зв'язку з цим прилади розносять не тільки по горизонталі, а й по вертикалі, застосовуючи різні підставки і столики.
3. Прилади потрібно добре освітлювати. Для цього застосовують спеціальні освітлювачі і екрани. Досліди зі світловими явищами, які слабо спостерігаються, проводяться в темноті.
4. Якщо явища відбуваються в безбарвних тілах чи рідинах, то їх роблять видимими одним з методів контрастування: підсвічуванням чи підфарбуванням.
5. Якщо предмет обертається у горизонтальній площині, то його мітять вертикальними позначками на видимій стороні, або ставлять на нього вішки.
6. Явища, які відбуваються в горизонтальній площині, демонструються учням за допомогою похилих дзеркал.

Психологічні дослідження показують: чим сильнішою буде дія досліду на органи чуттів, тим міцніше він запам'ятовується. Тому демонстраційні досліди мають бути достатньо емоційними для збудження в учнів почуттів «здивованості», «захоплення», «незвичності», тобто почуттів, необхідних для виникнення проблемної ситуації [14].

1.3. Аналіз демонстраційного фізичного експерименту з електромагнетизму згідно навчальних програм і підручників

Необхідність певного навчального експерименту визначається змістом курсу, який у свою чергу визначається прийнятою програмою та методикою. В кожній навчальній програмі з фізики, пропонується не лише теми для кожного класу та лабораторні роботи, а й демонстрації. Це і є зрозумілим, оскільки роль демонстраційного фізичного експерименту є дуже важливою частиною навчального процесу на уроці фізики. Тому у цьому пункті розглянемо які ж демонстрації з електричних явищ запропоновані програмами.

1.3.1. Демонстрації з електромагнетизму в основній школі.

Розділ «Електричні явища» у 8-му класі.

У навчальній програмі з 1992 рік по 2007 роки вчителю пропонуються наступні демонстрації з розділу «Електричні явища» у 8-му класі [15; 16]:

1. Електризація різних тіл.
2. Взаємодія наелектризованих тіл. Два роди зарядів.
3. Будова і принцип дії електроскопа.
4. Подільність електричного заряду.
5. Джерела струму: гальванічні елементи, акумулятори.
6. Складання електричного кола.
7. Вимірювання сили струму амперметром.
8. Вимірювання напруги вольтметром.
9. Залежність струму від напруги на ділянці кола і від опору цієї ділянки.
10. Вимірювання опорів.
11. Залежність опору провідників від довжини, площі поперечного перерізу і матеріалу.
12. Будова і принцип дії реостатів.
13. Послідовне та паралельне з'єднання провідників.
14. Нагрівання провідників струмом.

Головна мета цих демонстрацій ознайомити учнів з поняттям електризація, два роди заряду, електричне поле. Дати уявлення про електрон.

Встановити за допомоги демонстраційного фізичного експерименту характер взаємодії заряджених тіл (частинок). Познайти учнів з елементами електричного кола та їх призначенням. Таким чином, видно, що вивчення розділу електричні явища починається саме з електризації тіл, а не з поняття про електричне поле.

Згідно програм [17; 18] та згідно діючої програми [19; 20] від 2017 року учні починають вчити електричні явища також починаючи з 8 класу. Діюча програма пропонує такі демонстрації з електричних явищ для учнів 8-х класів [19; 20]:

1. Електризація різних тіл.
2. Взаємодія наелектризованих тіл.
3. Два роди електричних зарядів.
4. Подільність електричного заряду.
5. Будова й принцип дії електроскопа.
6. Електричний струм і його дії.
7. Провідники і діелектрики.
8. Джерела струму: гальванічні елементи, акумулятори, блоки живлення.
9. Вимірювання сили струму амперметром.
10. Вимірювання напруги вольтметром.
11. Залежність сили струму від напруги на ділянці кола й від опору цієї ділянки.
12. Вимірювання опору.
13. Залежність опору провідників від довжини, площі поперечного перерізу й матеріалу.
14. Будова й принцип дії реостатів.
15. Послідовне й паралельне з'єднання провідників.
16. Електроліз.
17. Струм у газах.

З вище наведеного переліку демонстрацій видно, що як за старої програми 1992-2007 років, так і за новою, чинною програмою від 2017 року, перелік демонстрацій електричних явищ аналогічний. Зміни стосуються тільки

демонстрацій з електричного струму в різних середовищах (електроліз, струм у газах) – у попередніх програмах ці теми не вивчали.

Аналіз шкільних підручників [21; 22; 23] показує, що перераховані демонстрації в належній мірі використані при поясненні навчального матеріалу.

В останньому десятилітті до змісту навчального матеріалу з електромагнетизму відносяться розділи «Магнітні явища. Електромагнітна індукція» та «Електромагнітні хвилі». До цих розділів входять указані нижче демонстрації [19; 20]

Розділ «Магнітні явища. Електромагнітна індукція»

1. Постійні магніти.
2. Конфігурації магнітних полів.
3. Магнітне поле Землі.
4. Дослід Ерстеда.
5. Електромагніт.
6. Дія магнітного поля на струм.
7. Електродвигун.
8. Явище електромагнітної індукції.
9. Генератори індукційного струму.

Розділ «Електромагнітні хвилі»

1. Випромінювання і поглинання електромагнітних хвиль.
2. Шкала електромагнітних хвиль.

Аналіз шкільних підручників [22; 23] показує, що перераховані демонстрації в належній мірі використані при поясненні навчального матеріалу.

1.3.2. Демонстрації з електромагнетизму в старшій школі.

Вивчення електричних явищ продовжується вивчатись вже в 11-му класі.

Демонстрації для 11 класу наступні [24; 25; 26] :

Розділ "Електромагнетизм"

1. Будова і дія електрометра.
2. Закон Кулона.
3. Електричне поле заряджених кульок.
4. Електричне поле двох заряджених пластин.
5. Провідники в електричному полі.
6. Будова і дія конденсатора постійної і змінної ємності.
7. Залежність ємності плоского конденсатора від площі пластин, відстані між ними та діелектричної проникності середовища.
8. Енергія зарядженого конденсатора.

Розділ "Закони постійного струму"

1. Розподіл струмів і напруг у колах з послідовним і паралельним з'єднанням провідників.
2. Залежність сили струму від ЕРС джерела і повного опору кола.

Розділ "Електричний струм у різних середовищах"

1. Залежність опору металів від температури.
2. Термоелектронна емісія.
3. Одностороння електронна провідність вакуумного діода.
4. Будова і дія електронно-променевої трубки.
5. Порівняння електропровідності води і розчину солі або кислоти.
6. Електроліз розчину сульфату міді.
7. Несамостійний розряд.
8. Самостійний розряд в газах при зниженому тиску.
9. Залежність опору напівпровідників від температури.
10. Дія терморезистора.
11. Одностороння електрична провідність напівпровідникового діода.
12. Залежність сили струму в напівпровідниковому діоді від напруги.

13. Електронно-діркові переходи транзистора.

14. Підсилення постійного струму за допомогою транзистора.

Таким чином, в 11-му класі пропонуються більш складні демонстрації, які більш точно розкривають електричні явища. Відбувається більш глибоке вивчення старих тем із залученням нових. За допомогою цього в учнів формуються стійкі логічні зв'язки та поглиблене розуміння даних явищ.

Далі учні продовжують знайомитися більш глибоко з електричними явищами в 11 класі. За програмою від 2017 року для 11-х класів пропонуються такі демонстрації для учнів 11 класу [20; 21]:

Розділ «Магнітні явища. Електромагнітна індукція»

1. Взаємодія котушок зі струмом.
2. Закон електромагнітної індукції.
3. Явище самоіндукції.
4. Залежність індуктивності котушки від речовини осердя.
5. Вихрові струми.
6. Енергія магнітного поля.
7. Магнітне поле провідника зі струмом – дослід Ленца.
8. Дія магнітного поля на струм.
9. Залежність ЕРС індукції від швидкості зміни магнітного потоку.
10. Залежність ЕРС самоіндукції від швидкості зміни сили струму в колі та індуктивності провідника.

Розділ «Електромагнітні коливання»

1. Вільні коливання вантажу на нитці та вантажу на пружині.
2. Вимушені коливання.
3. Резонанс.
4. Вільні електромагнітні коливання низької частоти в коливальному контурі та залежність їхньої частоти від електроємності та індуктивності контуру.
5. Утворення змінного струму у витку під час його обертання в магнітному полі.

6. Осцилограми змінного струму.

Розділ «Електромагнітні хвилі»

1. Випромінювання й приймання електромагнітних хвиль.

Порівняльний аналіз програм свідчить, що в новій програмі та в програмах з 1992 по 2017 рік демонстрації для старшої школи з електромагнітних явищ в цілому змінилися мало.

Проаналізувавши шкільні підручники можна побачити [27; 28; 29; 30], що перераховані вище демонстрації враховані авторами підручників та відображають зміст навчальної програми.

Разом з тим, ретельний аналіз конкретних демонстрацій з електромагнетизму показує, що не всі з них можна провести в теперішній середній школі, на це є різні причини:

1. Не правильно підібраний метод подачі теорії та закріплення її демонстраціями, що приводить до хибних уявлень про певне спостережуване явище.
2. Брак часу. Коли вчитель намагається використовувати на уроці різні методи для кращого сприйняття уроку, або якщо матеріал є досить складним для учнів, часто вчителю не вистачає часу для демонстрацій.
3. Особливою причиною є недостатня кількість демонстраційного експериментального обладнання.

Це свідчить про необхідність упорядкування та удосконалення демонстраційного експерименту з електромагнетизму.

Висновки до розділу 1

Демонстраційний фізичний експеримент займає важливе місце в системі методів навчання. Демонстрації в поєднанні зі словесними методами дають гарне уявлення про зміст фізичних понять та законів.

Тому для вчителя важливо не тільки знати методи, а й розуміти їх сутність для того, щоб вміти організувати урок таким чином, щоб він був цікавий учням та робота на уроці принесла максимальний результат, тих запланованих цілей та завдань, що ставив вчитель на початку уроку. Відображення експериментального характеру фізичної науки здійснюється в шкільному курсі за допомогою широкого використання різних видів експерименту. Особливу роль у розумінні фізичних явищ та фізики не тільки як теоретичної науки, а й науки яку можна застосовувати на практиці – відіграє демонстраційний експеримент. Демонстраційні досліди дозволяють цілеспрямовано спостерігати фізичні явища, які вивчаються, дають уяву про нові фізичні явища і процеси, знайомлять з методами досліджень, показують дію деяких фізичних приладів, готують учнів до рішення експериментальних завдань.

Вдалий демонстраційний експеримент має: просто і чітко показати сутність фізичного явища, бути надійним, не повинен займати багато часу на уроці, повинен викликати інтерес в учнів, дослід повинен бути чітко видимим усім учням класу і відповідати правилам безпеки. Якщо дотримуватися всім вимогам до організації та проведення демонстраційних робіт, то такий урок пройде вдало і точно запам'ятається учням. Тобто, демонстраційний фізичний експеримент, відіграє важливу роль при вивченні шкільного курсу фізики, також це метод навчання який має свої недоліки, хоч в своїй більшості переважають його позитивні сторони.

Здійснено аналіз навчальних програм і шкільних підручників стосовно демонстрацій з електромагнетизму в основній та старшій школі.

У розділі «Електричні явища» в основній школі перелік демонстрацій практично не мінявся за останні 30 років. У розділі «Електричний струм» окрім основних незмінних демонстрацій стосовно постійного електричного струму, в

останні роки з'явилися нові демонстрації стосовно електричного струму в різних середовищах у зв'язку зі зміною навчальної програми. У розділі «Магнітні явища» в основній школі перелік демонстрацій теж практично не мінявся за останні 30 років. Згідно нової програми у 9-му класі основної школи з'явилися тема «Електромагнітна індукція» і розділ «Електромагнітне поле» та відповідні демонстрації.

Порівняльний аналіз програм і шкільних підручників свідчить, що в новій програмі 2017 року та в попередніх програмах демонстрації для старшої школи з електромагнітних явищ в цілому змінилися мало.

Разом з тим, ретельний аналіз конкретних демонстрацій з електромагнетизму показує, що не всі з них можна провести в теперішній середній школі, особливо через недостатню кількість демонстраційного експериментального обладнання.

Це свідчить про необхідність упорядкування та удосконалення демонстраційного експерименту з електромагнетизму.

РОЗДІЛ 2. УПОРЯДКУВАННЯ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНИХ РОБІТ З ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ

2.1. Демонстраційні досліди в з розділу «Електричні явища»

У цьому розділі буде упорядковано та вдосконалено лабораторні роботи з електромагнітних явищ, які можна буде використати не тільки для демонстрацій учням, а й студентами під час виконання демонстраційних лабораторних робіт з методики навчання фізики. Вивчення електричних явищ краще починати з дослідів взаємодії між електрично зарядженими тілами.

Електризація та електрична взаємодія різнойменно заряджених тіл.

Дослід 1.1.

У цьому досліді знадобляться поліетиленовий файл та папір. Спочатку показуємо учням, що файл та папір не притягуються один до одного рис. 2.1. Потім папір та файл приводимо у тісний контакт. Після цього поліетиленовий файл та папір притягуються між собою. Знову папір та файл приводимо в тісний контакт і натираємо файл об папір. Сила взаємодії між ними зростає (рис. 2.2). Під час електризації обидва тіла електризуються і набувають електричних зарядів. Це електрична взаємодія між негативно зарядженим файлом і позитивно зарядженим папером.

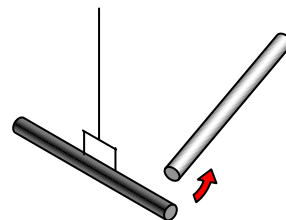


Рис 2.1. Файл та папір не притягуються *Рис 2.2. Файл та папір притягнулися*

Отже, цим дослідом показуємо учням явище електризації контактом, що посилюється при натиранні через збільшення площі контакту між тілами, та електричну взаємодію, а саме притягання різнойменно заряджених тіл.

Дослід 1.2.

В електризації шляхом контакту чи тертя беруть участь обидва тіла [34]. Однаково наелектризовані чи однаково заряджені тіла відштовхуються, а по-різному заряджені тіла притягуються.



Легко електризуються, крім згаданих, й інші матеріали: пластмаса чи гума об хутро; *Рис. 2.3. Притягання стержнів.* скло об натуральний шовк, папір чи гуму; плексиглас (органічне скло) об шовк, тощо.

Наелектризуємо тертям скляний стержень об натуральний шовк чи об сухий папір. Наблизимо цей наелектризований скляний стержень до підвішеного горизонтально ебонітового стержня, котрий наелектризований об хутро. Ми спостерігаємо притягання стержнів (рис. 2.3).

Електрична взаємодія однойменно заряджених тіл.

Дослід 2.1.

Для цього дослідю нам знадобляться циліндри із металізованої фольги, підвішені на нитці та гребінець для волосся. Коли ми повісили циліндри, вони один до одного не притягалися та не відштовхувалися рис.2.4, оскільки вони електронейтральні. Далі розчісуємо волосся пластмасовим гребінцем, унаслідок чого гребінець набуває негативного електричного заряду.



Рис.2.4.Електрично незаряджені циліндри



Рис.2.5.Циліндри відштовхнулися

Доторкаємося гребінцем однаково одразу до обох циліндриків. Після чого можна побачити, що циліндри розійдуться рис.2.5. Гребінець передає частину свого негативного електричного заряду обом циліндрикам. Так як з допомогою гребінця ми надали обом циліндрам однойменного заряду, то вони відштовхнулися.

Дослід 2.2.

Електрична взаємодія може проявлятися як електричне притягання чи електричне відштовхування.

Продовжимо дослід з іншими речовинами. Наелектризуємо тертям ебонітовий стержень об хутро і спостерігаємо притягання ворсинок хутра до ебонітового стержня, тобто між ними діє сила електричного притягання. Наелектризуємо тертям об хутро ебонітовий стержень, підвішений горизонтально. Піднесемо до цього стержня інший ебонітовий стержень, наелектризований об хутро. Стержні відштовхуються між собою (рис.2.6).

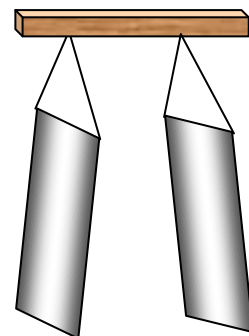


Рис. 2.6.Відштовхування стержнів.

Дослід 2.3.

Приводимо у контакт чи натираємо між собою дві пари смужок із

поліетилену і паперу (кожну пару окремо, одну – учитель, іншу – учень). Зближуємо між собою дві поліетиленові смуги. Ми бачимо, що вони відштовхуються одна від одної (рис.2.7). Зближуємо між собою дві паперові смуги і теж спостерігаємо їх електричне відштовхування (але слабо, тому дослід з паперовими смугами не є вдалим для демонстрації учням). Тобто між ними діє сила електричного відштовхування [34].

Нажаль такий дослід з електричним відштовхуванням однойменно заряджених поліетиленових смуг (файлів) може не вдатися. Якщо один з файлів наелектризовано значно більше ніж інший, то його сильне електричне поле наводить електричні заряди на другому більш слабо зарядженому файлі і два файли замість того, щоб відштовхнутися за певних умов можуть притягнутися. Тому на першому уроці ми цей дослід не рекомендуємо для демонстрації учням. На першому етапі вивчення електричної взаємодії ми вибираємо тільки такі досліди, в яких чітко видно, що різнойменно заряджені тіла притягуються, а однойменно відштовхуються.

Дослід 3.1. Зарядження електрометра через контакт із негативно зарядженим тілом.

Для демонстрації дії електрометра електризують паличку і заряджають нею електрометр. Зарядимо негативно зарядженою ебонітовою паличку при натиранні об позитивно заряджене хутро. Доторкаємося паличкою до металевій кульки електрометра. При роботі з електрометром слід мати на увазі, що при дотикові зарядженої палички з кульки приладу електричний заряд переходить на кульку тільки з дуже невеликої ділянки зарядженої поверхні навколо місця зіткнення. Тому для ефективнішої передачі заряду не обмежуються дотиком, а кілька разів проводять паличкою по кульці, кожного разу повертаючи її в руці. При передачі заряду з провідника досить одного дотику [36].

Електрометр заряджається негативно, що видно по відхиленню стрілки електрометра. В результаті відштовхування однойменних зарядів на стрілці та вертикальному стержні, стрілка-показчик повертається на той або інший кут залежно від величини наданого заряду.

Дослід 3.2. Зарядження електрометра через контакт із позитивно зарядженим тілом.

Для демонстрації дії електрометра електризують паличку і заряджають нею електрометр. Зарядимо позитивним зарядом скляну паличку при натиранні об негативно заряджений шовк, або папір. Доторкаємося паличкою до металеві кульки електрометра.

Електрометр заряджається позитивно, що видно по відхиленню стрілки електрометра. В результаті відштовхування однойменних зарядів на стрілці та вертикальному стержні, стрілка-показчик повертається на той або інший кут залежно від величини наданого заряду.

Дослід 3.3. Подільність електричного заряду

Візьмемо два однакові електрометри. Зарядимо один із них (рис.2.8, а). Зафіксуємо кількість поділок, на яку відхилилася його стрілка. Користуючись металевим провідником із діелектричною ручкою посередині, з'єднаємо ці електрометри. Під час їх з'єднання частина заряду із зарядженого електрометра переходить на незаряджений. При цьому стрілки обох електрометрів відхиляться на однаковий кут (рис.2. 8, б).

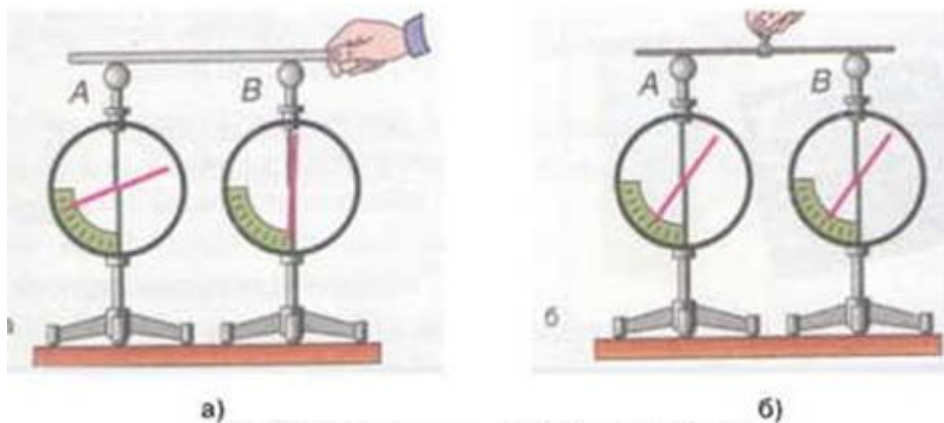


Рис.2.8. Подільність електричного заряду

Тобто початковий заряд зарядженого електрометра поділився на дві рівні частини.

Якщо роз'єднати ці електрометри й один із них розрядити, доторкнувшись до його кульки рукою, а потім знову їх з'єднати, заряд знову поділиться на дві рівні частини. Отже, електричний заряд має таку властивість як подільність.

Дослід 3.4. Закон збереження електричного заряду.

При електризації зіткненням (тертям) заряджають обидва тіла рівними і різнойменними зарядами. Це можна наочно показати, якщо скористатися двома стержнями для електризації (ебонітової та з органічного скла) і електрометром з великим порожнистим кульовим кондуктором [35].

Спочатку вносимо в порожнисту кулю незаряджені стержні по черзі і переконуємося, що електрометр не знаходить яких-небудь зарядів. Потім електризуємо стержні, потерши один об одного, і знову порізно вносимо їх всередину кулі. Тепер при внесенні кожного стержня стрілка електрометра відхиляється на однаковий кут.

Нарешті, вносимо в порожнину кулі, не торкаючись стінок, відразу обидва стержня (рис.2.9, а). Електрометр не знаходить ніякого заряду – стрілка не відхиляється. Якщо ж видалити один із стержнів, то стрілка знову відхилиться, як і в першому випадку.

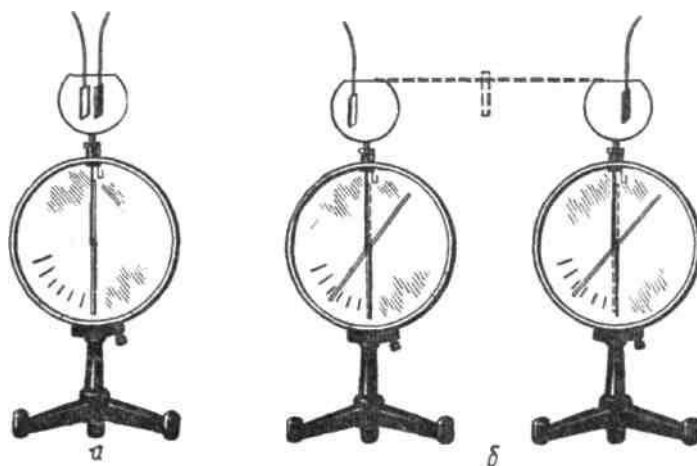


Рис.2.9 Демонстрація закону збереження електричного заряду

Дослід корисно продовжити, скориставшись двома однаковими, заздалегідь вивіреними електрометрами. Наелектризовані один об одного стержні вносять в порожнисті кулі електрометрів. При цьому стрілки електрометрів відхиляться на однаковий кут (рис.2.9, б). Після цього кондуктори електрометрів з'єднують провідником на ізолюючій ручці і спостерігають, як стрілки повертаються на нуль, що вказує на різнойменність зарядів і на їх рівність по величині. Цим дослідом ми переконуємося в справедливості закону збереження електричного заряду.

Дослід 4. Електризація електрометрів через наведення.

Скляну позитивно заряджену паличку наближаємо до металеві сфери електрометра (без контакту). Спостерігаємо відхилення стрілки електрометра. Чим ближче позитивно заряджена скляна паличка, тим більший кут відхилення стрілки електрометра.

Електричне поле позитивно зарядженого стержня наводить у металевій сфері негативний заряд, а на стрілці та вертикально металевому стержні позитивний заряд. Внаслідок відштовхування однойменних зарядів стрілка відхиляється від стержня. Ми спостерігаємо надання електрометру заряду через вплив електричного поля від зарядженого стержня.



Дослід 5. "Танцюючі чоловічки".

Для цього дослідів нам потрібен папір, ножиці та повітряна кулька. Для початку потрібно вирізати з паперу невеличких чоловічків до 1 сантиметру. Після цього беремо повітряну кульку (негативно заряджену) та натираємо її або об волосся (позитивно заряджене), або об хутро.

Коли піднести кульку до паперових чоловічків, вони почнуть притягуватися до

Рис.2.10 "Танцюючі чоловічки". кульки, так ніби танцюють рис.2.10.

Негативно заряджена кулька своїм полем наводить на електронейтральних чоловічків електричний заряд. Сторона чоловічка, що повернута до кульки, отримує позитивний заряд. Протилежна сторона чоловічка отримує негативний заряд. Ці позитивні та негативні заряди близькі за модулем. Позитивний заряд трохи більший, бо ця частина чоловічків ближча до кульки і перебуває в дещо більшому електричному полі. Позитивно заряджена поверхня чоловічка притягається до негативно зарядженої кульки. Негативно заряджена сторона чоловічка відштовхується з дещо меншою силою.

Результуюча електрична сила, що діє на чоловічка направлена до кульки.

Якщо маса чоловічка і його тяжіння маленькі, то чоловічок притягнеться до кульки. У цьому досліді ми маємо справу з електризацією чоловічків електричним полем кульки. Це ще називається електризацією через вплив електричного поля.

Аналогічні досліди притягання дрібних електронейтральних клаптиків паперу до електрично зарядженого ебонітового, або скляного стержня відображений в шкільних підручниках для 8 класу [37]. Також аналізують дослід притягання тонкого струменя води до електрично зарядженого ебонітового, або скляного стержня. Це безсумнівно дуже цікаві для учнів досліди.

На наше переконання на першому уроці при вивченні електричних явищ необхідно демонструвати електричну взаємодію виключно між одним та іншим електрично зарядженими тілами. У згаданих дослідах з маленькими клаптиками паперу та тонким струменем води ми маємо справу з взаємодією між електрично зарядженими тілами (ебонітового, або скляного стержня) та електронейтральними клаптиками паперу і водою. Такий дослід на першому уроці може сформувати хибні уявлення в учнів про можливість електричної взаємодії між електрично зарядженою та електрично нейтральною частинками.

Згадані вище цікаві досліди обов'язково треба використовувати в школі, але не на першому уроці, а після вивчення теми "Будова атома". Там учні зможуть зрозуміти механізм цієї взаємодії і в них будуть сформовані правильні знання.

2.2. Демонстраційні досліди в старшій школі

Дослід 1. Лінії напруженості електричного поля.

Найпростішу демонстрацію електричних силових ліній виконують за допомогою султанів, які встановлюють на ізолюючих штативах (рис.2.11.) і заряджають добре наелектризованою паличкою або від електрофорної машини.



Рис.2.11 Султани

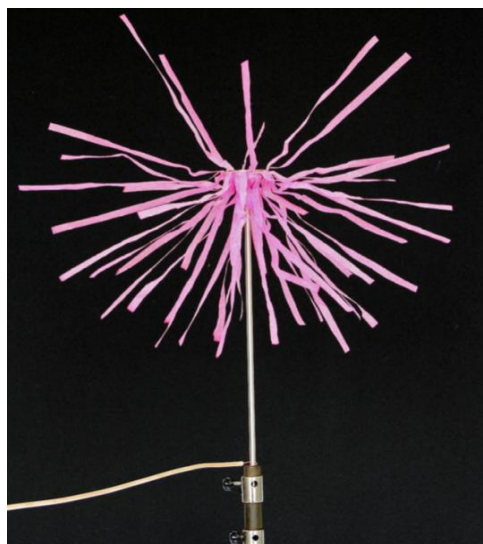


Рис.2.12. Ілюстрація електричного поля

Приєднайте провідником султан до одного з кондукторів електрофорної машини. Розведіть кондуктори і приведіть електрофорну машину в рух.

Листочки султана розійдуться в різні боки, ілюструючи електричне поле точкового заряду[31]. (рис. 2.12).

Потім краще повторити дослід з двома султанами, приєднавши їх спочатку до одного кондуктора (рис. 2.13), а потім – до різних (рис. 2.14).



Рис.2.13. Приєднання султанів до одного кондуктора.



Рис.2.14. Приєднання султанів до різних кондукторів.

Аналогічні досліди з електрофорною машиною треба проводити у 8 класі основної школи при вивченні теми електричне поле. При цьому враховуємо, що

учні 8 класу використовують спрощений термін "лінії електричного поля" замість повноцінного терміну "лінії напруженості електричного поля", котрі вивчають у старшій школі.

Дослід 2. Розподіл зарядів на поверхні провідника.

1. Гнучку металеву сітку з паперовими смужками (сітку Кольбе) встановіть на демонстраційному столі у випрямленому стані (рис. 2.15). Зарядіть сітку наелектризованою паличкою чи від електрофорної машини. Смужки з обох сторін відхиляються однаково, що свідчить про рівномірний розподіл зарядів по поверхні. Зігніть тепер сітку півколом. На увігнутих частинах поверхні смужки опадають, а на опуклих відхиляються сильніше (рис. 2.16). Зігніть сітку кільцем: смужки відхиляються тільки на зовнішній поверхні.

2. Порожнисту кулю на ізолюючому штативі зарядіть від електрофорної машини. Доторкніться пробною кулькою до зовнішньої частини зарядженої кулі, потім доторкніться до кулі незарядженого електromетра. Останній реєструє певний заряд. Якщо ж доторкнутися пробною кулькою до внутрішньої частини зарядженої кулі і потім до кулі незарядженого електromетра, то заряду на електromетрі не буде. Отже, заряди на провіднику розташовані лише на його поверхні.

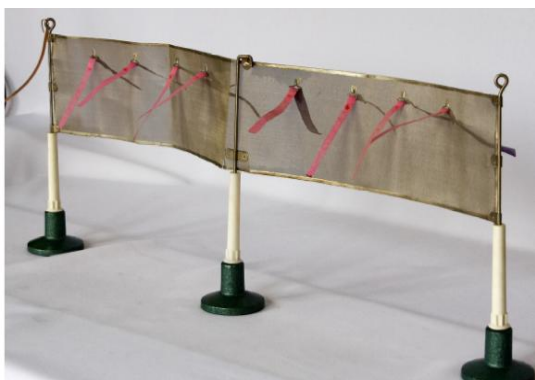


Рис.2.15. Сітка Кольбе.



Рис.2.16. Зарядження сітки .

3. Повторіть попередній дослід з конусоподібним кондуктором (рис. 2.17). Переконайтесь, що найбільшою є густина заряду поблизу вістря.



Рис.2.17. Конусоподібний кондуктор . Рис.2.18. «Електричний вітер»

Дослід 3. Доведення, що поверхня провідника є еквіпотенціальною.

Пробну кульку з'єднайте з електрометром, корпус якого повинен бути заземленим. Зарядіть конусоподібний кондуктор від електрофорної машини, як у демонстрації 3 досліді 6. Доторкніться пробною кулькою до зарядженого кондуктора і переміщуйте кульку по всій поверхні кондуктора (рис. 2.13). Покази електрометра залишаються однаковими, тобто поверхня провідника всюди має однаковий потенціал.

Дослід 4. Ілюстрація поняття електроємності.

Покажіть, від чого залежить ємність плоского конденсатора. Зберіть установку, зображену на рис.2.19. Відстань між пластинами розбірного конденсатора повинна бути 2-3 см. Зарядіть пластину, яка з'єднана зі стрижнем електрометра, так, щоб стрілка електрометра відхилилась приблизно на половину шкали.

Не змінюючи відстані між пластинами, зсуньте одну з них на половину діаметра. Покази електрометра збільшуються, що свідчить про зменшення ємності. Отже, при зменшенні площі пластин, що взаємно перекривають одна одну, ємність зменшується. Поверніть пластини на попереднє місце і, якщо потрібно, поповніть заряд. Змінійте тепер відстань між пластинами і стежте за показами електрометра [34]. При зменшенні відстані покази зменшуються, при збільшенні – збільшуються. Отже, ємність обернено пропорційна відстані між пластинами.



Рис.2.19. Ілюстрація поняття електроємності.

Залиште пластини на відстані 2-3 см одна від одної. Внесіть в проміжок між ними пластину діелектрика з органічного скла. Покази електрометра зменшуються, що свідчить про збільшення ємності. Наведені досліди є підтвердженням формули ємності плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon \cdot S}{d}$

2.2. Демонстраційні досліди в з розділу «Електричний струм».

Дуже важливими є демонстрації електророзподільного обладнання, що дасть можливість познайомитися учням з будовою, схемами, технічними параметрами та правилами експлуатації різних видів електророзподільного обладнання. Також навчити використовувати це обладнання для проведення різних демонстраційних дослідів.

Електророзподільне обладнання.

Перше з чим слід познайомитися учням – це електророзподільний щит (рис.2.20) призначений для одержання різних напруг змінного і постійного струму [31].



Рис.2.20. Електророзподільний щит.

Наведена нижче інформація стосується насамперед проведення демонстраційних дослідів зі шкільного курсу фізики студентами кафедри фізики у навчальній дисципліні «Методика навчання фізики: навчальний демонстраційний шкільний фізичний експеримент».

Конструкція щита розрахована на підключення його до мережі трифазного струму з лінійною напругою 220 В, або до мережі однофазного струму з напругою 220 В. У першому випадку автотрансформатор підключається до двох фазних проводів, напруга між якими 220 В. В Україні лінійна напруга трифазної мережі дорівнює 380 В, тому щит можна підключати

лише до мережі однофазного змінного струму з напругою 220 В. З допомогою щита можна одержати регульовану напругу змінного однофазного струму в межах 5 – 250 В при максимальній силі струму 9 А, і регульовану напругу постійного струму від 5 до 70 В при силі струму 8 А. Регульована напруга постійного струму в режимі холостого ходу – від 5 до 100 В. Включення щита в мережу здійснюється з допомогою вимикача SA1, переключення режимів „ змінний струм – постійний струм ” – перемикачем SA2. Сила змінного струму вимірюється амперметром A1, постійного струму A2.

Напруга в обох випадках вимірюється вольтметрами V1 і V2; вольтметр V1 вимірює напругу до 30 В, а вольтметр V2 – від 50 до 250 В. Перемикач SA3 відключає V1, коли напруга перевищить 30 В. Цей перемикач встановлений на вісі автотрансформатора.

Прилад, який дозволяє поступово дозволяє регулювати напруги однофазного змінного струму частотою 50 Гц при проведенні демонстраційних дослідів у фізичних кабінетах називають шкільним РНШ рис.2.21.



Рис.2.21 Зовнішній та внутрішній вигляд РНШ.

Для того, щоб кабінет фізики був оснащений електроенергією та забезпечений електроживленням, прилади, пристрої та електричні схеми під час виконання демонстраційних дослідів використовують комплект електропостачання **КЭФ-10** (рис.2.22), що дає можливість перетворити змінну напругу 220 В частотою 50 Гц в напругу 42, або 36 В і виконати підведення цієї напруги до робочих місць учнів (три незалежні лінії – наприклад, три ряди

парт). До демонстраційного столу підводиться напруга 220 В і 42, або 36 В від однієї з ліній. У комплект входять також випрямлячі для фронтальних лабораторних робіт ВУ-4, які працюють від мережі 42, або 36 В. Максимально допустима сила струму навантаження на лінії 220 В – 6 А; в кожній з трьох ліній на 42, або 36 В – 10 А.

У комплект КЭФ-10 входить [34]:

- щит живлення ЩПУ;
- пристрій захисного відключення мережі УЗОШ;
- випрямлячі навчальні ВУ-4 (20 шт.);
- штепсельні розетки на напругу 42 В для столів учнів (20 шт);
- дрiт для підведення напруги до учнівських столів.



Рис.2.22. Зовнішній та внутрішній вид комплекту КЭФ-10

Варіант нового зразка комплекту енергопостачання для лабораторій на кабінетів фізики, хімії, біології тощо наведений на рис.2.23.



Рис.2.23. Комплект енергопостачання нового зразка.

При виконанні різних демонстрацій, лабораторних робіт і робіт фізичного практикуму необхідні джерела постійного струму. Для фізичних кабінетів шкіл випускаються напівпровідникові випрямлячі різних типів. Широко поширені в школах випрямлячі ВСШ-6, ВС 4-12, ВС-24м, ВУП-2 (рис.2.24.)



Рис.2.24. Випрямлячі ВСШ-6, ВС 4-12, ВС-24м, ВУП-2

Загальний опис випрямлячів [31]:

1. Випрямляч селеновий ВСШ-6 призначений для живлення різноманітних навчальних електричних приладів постійним струмом силою до 2 А і напругою 6 В при проведенні лабораторних робіт і демонстраційних

дослідів з фізики в середній школі. Живлення приладу здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 чи 127 В частотою 50 Гц. Слід врахувати, що вихідна напруга 6 В на клеммах приладу буде лише при струмі навантаження 2 А, при менших струмах напруга буде більшою.

2. Випрямляч селеновий ВС 4-12 призначений для живлення різних електричних схем і установок постійним струмом силою до 3 А і напругою до 12 В при проведенні лабораторних робіт в школі. При використанні випрямляча не допускається струм навантаження більший, ніж 3 А. Час неперервної роботи приладу – 45 хвилин. Рекомендується включати прилад в мережу, підключивши попередньо навантаження. Перед експлуатацією корпус приладу необхідно заземлити.
3. Випрямляч В-24 призначений для живлення різних електричних схем і установок змінним і постійним пульсуючим струмом при проведенні лабораторних робіт та демонстрацій на уроках фізики в школі. Випрямляч призначений для використання в мережі змінного струму частотою 50 Гц з номінальною напругою 220 В. Прилад дає можливість одержати:
 - змінний струм з плавно регульованою напругою від 0 до 30 В і силою струму до 10 А;
 - випрямлений струм з плавно регульованою напругою від 0 до 24 В і силою струму до 10 А. Максимальна споживана потужність випрямляча – 500 Вт.
4. Універсальний напівпровідниковий випрямляч призначений для живлення випрямленим електричним струмом різної напруги навчальних радіотехнічних приладів і демонстраційних установок, що використовуються в шкільному курсі фізики. Випрямляч розрахований на підключення до мережі змінного струму частотою 50 Гц з напругою 220 (127) В. Максимальна споживана потужність випрямляча – 150 Вт.

Зазвичай, для вимірювання сили струму і напруги в колах постійного та змінного струму, в школах використовуються два типи приладів: демонстраційний шкільний амперметр та демонстраційний шкільний вольтметр (рис.2.25)

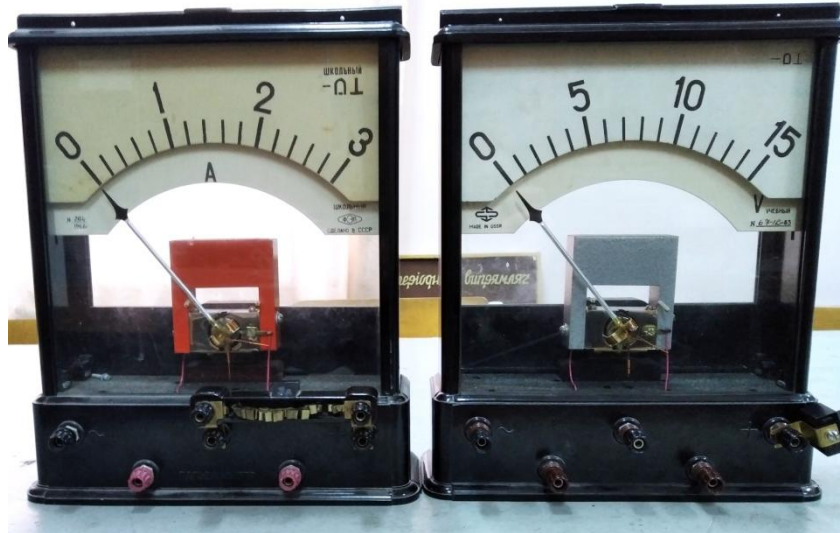


Рис.2.25. Шкільні демонстраційні амперметри та вольтметри.

Це прилади магнітоелектричної системи, яка для вимірювання в колах змінного струму доповнена випрямляючим пристроєм. Прилади складаються з наступних основних частин [31]: вимірювального механізму магнітоелектричної системи, змінних шкал, напівпровідникового випрямляча, змінних додаткових опорів у вольтметрах чи змінних шунтів у амперметрах.

Ці прилади можна використовувати як гальванометри (рис.2.26) для вимірювання дуже малих значень сили струму (10^{-5} А) та напруги (10^{-3} В). При цьому прилад підключають до двох нижніх клем.

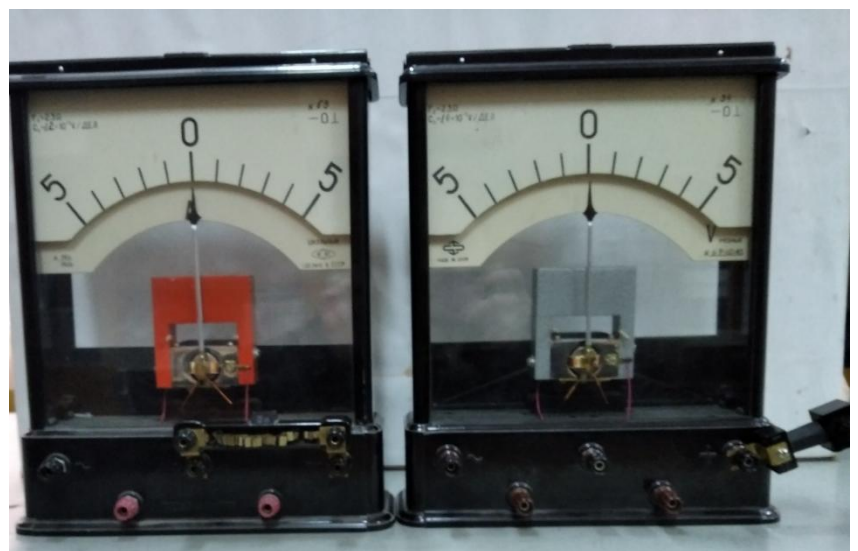


Рис.2.26. Шкільні демонстраційні гальванометри.

При проведенні лабораторних робіт застосовують шкільні цифрові амперметри й міліамперметри та вольтметри й мілівольтметри (рис.2.27), які при потребі можна використовувати для проведення демонстрацій.



Рис.2.27. Шкільні цифрові амперметри й вольтметри.

Універсальний прилад з цифровою індикацією для вимірювання напруги, сили струму та опору ДТ830В (далі – мультиметр – рис.2.28) дає можливість вимірювати напругу постійного струму до 1000 В, напругу змінного струму до 750 В та опір провідників до 2 МОм [34]. Крім того, ним можна перевіряти діоди і визначати коефіцієнт підсилення малопотужних транзисторів. Для підвищення точності вимірювання мультиметр має декілька меж вимірювання. Вибір виду вимірюваної величини та меж вимірювання здійснюють перемикачем, розташованим у центрі .



Рис.2.28.

Окрім демонстрації самих приладів та ознайомлення з їх технічними характеристиками, учням можна запропонувати наступну демонстрацію:

Використання демонстраційного амперметра і вольтметра в колі змінного струму.

Складаємо електричне коло зображене на схемі рис. 2.29, яке складається з джерела змінної напруги – регулятора напруги РНШ, який живиться від

мережі змінного струму з напругою 220 В, споживача – лампи розжарення EL1, розрахованої на напругу 220 В потужністю 100-150 Вт (або лабораторної електроплитки потужністю 300 Вт), демонстраційного амперметра PA1, демонстраційного вольтметра PV1 і ключа SA1.

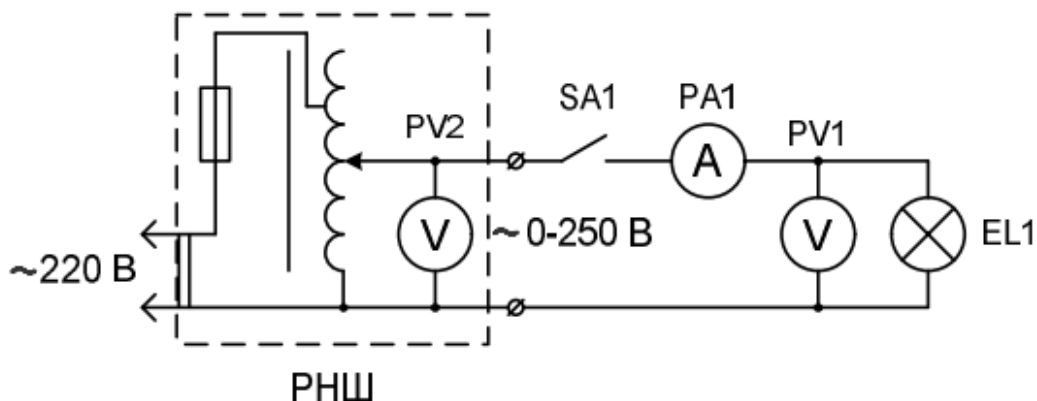


Рис.2.29. Схема електричного кола.

Змінюючи значення напруги за допомогою РНШ, можна виміряти декілька значень сили змінного струму і напруги та запропонувати учням записати значення струму та напруги при загоранні лампи. Приклад даної демонстрації на рис.2.30.

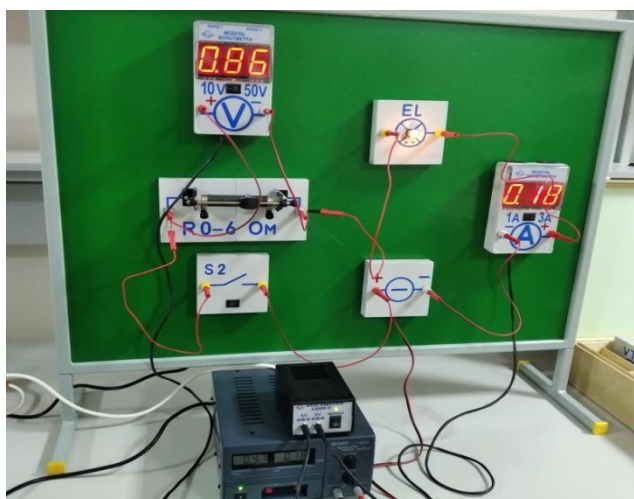


Рис.2.30. Приклад використання демонстраційного амперметра і вольтметра в колі змінного струму.

2.3. Демонстраційні досліди в з розділу «Магнітні явища»

Дослід Ерстеда

Складаємо установку, зображену на рис. 2.31. [32] Дріт, натягнутий між штативами, повинен бути орієнтований в напрямку північ – південь. Якщо цей

напрямок значно відрізняється від розташування демонстраційного столу (магнітна стрілка встановлюється майже перпендикулярно до столу), то з допомогою додаткових магнітів її слід зорієнтувати вздовж столу. Двополюсний перемикач SA1 дасть можливість швидко змінити напрям струму в провіднику. При його відсутності використайте однополюсний ключ, але тепер для зміни напрямку струму доведеться поміняти місцями провідники, які йдуть до випрямляча.

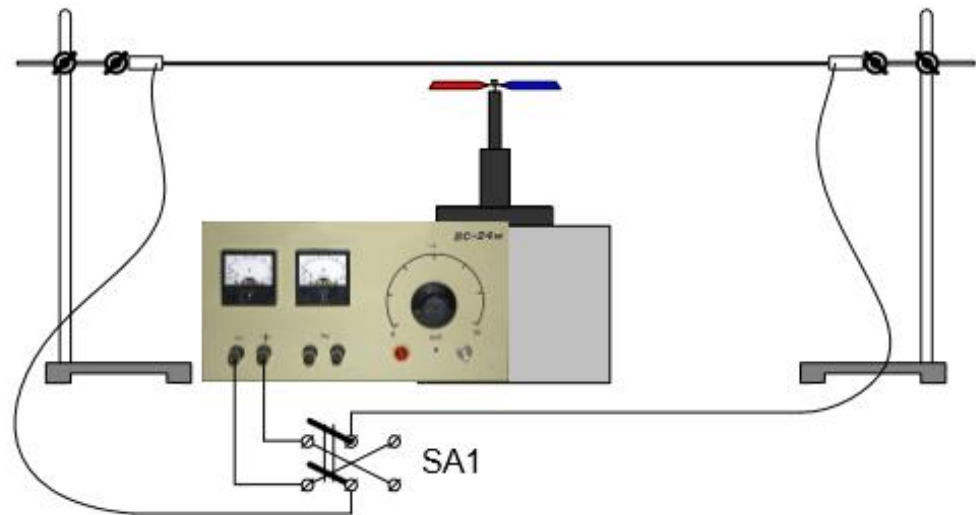


Рис.2.31. Установка для досліду Ерстеда.

Регулятор вихідної напруги випрямляча BC-24м встановлюємо на нуль, замикаємо ключ, увімкніть BC-24м і збільшуємо вихідну напругу, слідкуючи за показами амперметра на випрямлячі. Залишаємо регулятор в положенні, коли амперметр показує струм 4 – 5 А. Розмикаємо ключ. Підбір струму бажано здійснити заздалегідь, до початку уроку, на якому буде виконуватись ця демонстрація. Після того, як стрілка встановилась нерухомо, натягаємо дрот між штативами паралельно стрілці. Стрілку розташовуємо якомога ближче до дроту спочатку знизу. Замикаємо ключ. Стрілка відхиляється, намагаючись розташуватись перпендикулярно до дроту. Розмикаємо ключ. З допомогою підставок розташуйте стрілку вище дроту. Замикаємо ключ, з'єднавши ті ж контакти, що і в попередньому випадку. Стрілка відхиляється в протилежну сторону. Перекидаємо ключ в протилежну сторону: стрілка розвертається на 180°. Рекомендується замалювати положення стрілки і дроту зі струмом, розташували на малюнку дрот перпендикулярно площині малюнка.

У досліді Ерстеда вперше було виявлено магнітне поле струму. Насправді, якщо провідник з електричним струмом діє на магнітну стрілку, то слід вважати, що навколо цього провідника існує магнітне поле.

Демонстрація картини ліній магнітних полів прямого провідника, колового струму та соленоїда.

Прилади для демонстрації картини ліній магнітних полів прямого провідника, колового струму і соленоїда можуть виготовлятися [33] з товстого мідного дроту діаметром близько 3 мм (рис.2.32). Для одержання спектрів з їх допомогою необхідно використовувати джерело, здатне забезпечити струм біля 20 А.



Рис.2.32. Прилади для демонстрації картини ліній магнітних полів прямого провідника, колового струму і соленоїда.

Для одержання спектрів магнітних полів використовуються дрібні залізні ошурки. Їх потрібно насипати в коробочку, в кришці якої зроблено багато маленьких отворів (коробочка-сито). Підключіть модель для демонстрації спектрів до джерела струму через вимикач. Не вмикаючи струм, насипте невелику кількість ошурок на столик моделі. Увімкніть струм і злегка постукайте по столику олівцем. Ошурки переміщуються, утворюючи чітку картину ліній магнітної індукції (рис. 2.33).

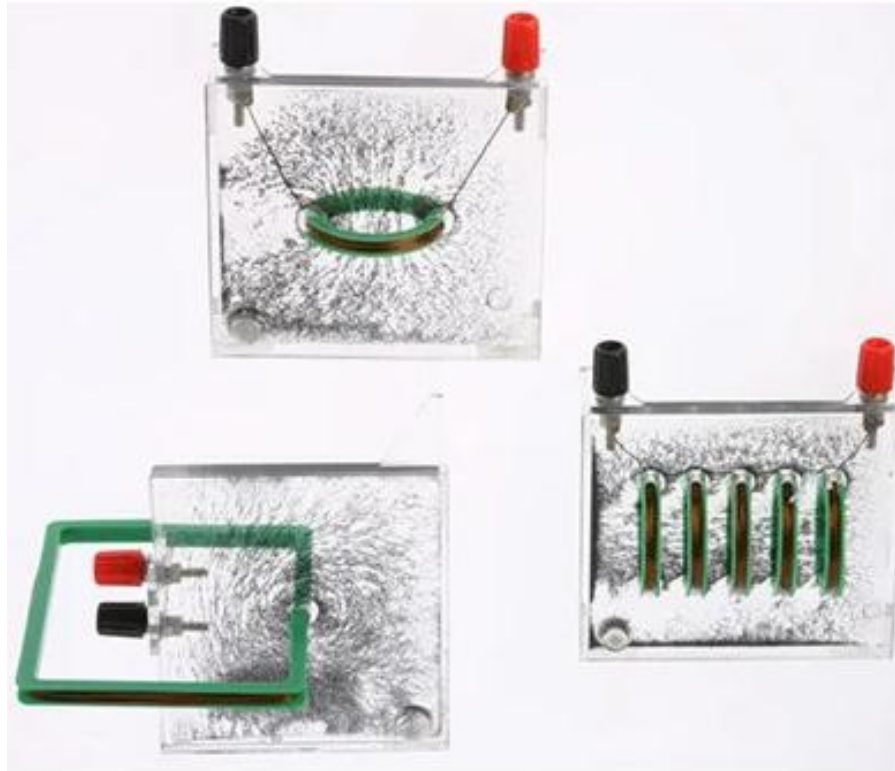


Рис.2.33. Картина ліній магнітної індукції.

Демонстрація дії магнітного поля на струм. Сила Ампера.

Для виконання цієї демонстрації потрібен простий саморобний прилад [32]. До стержня з ізолюючого матеріалу прикріпіть два м'яких провідники довжиною приблизно 50 см. Знизу до кінців провідників приєднайте стержень довжиною 10 см з мідного дроту діаметром 2 – 3 мм (мідний дріт найкраще припаяти до гнучких провідників). Стержень з ізолюючого матеріалу закріпіть в штативі. З'єднайте гнучкі провідники з випрямлячем ВС-24м з допомогою двополюсного перемикача як показано на рисунку. Горизонтально розташований стержень помістіть в магнітне поле підковоподібного магніту. На рис.2.34 як підковоподібний магніт використано осердя від універсального трансформатора з потужними керамічними магнітами. Регулятор напруги випрямляча поставте на нуль, замкніть ключ і поступово збільшуйте силу струму до 5 – 6 А.

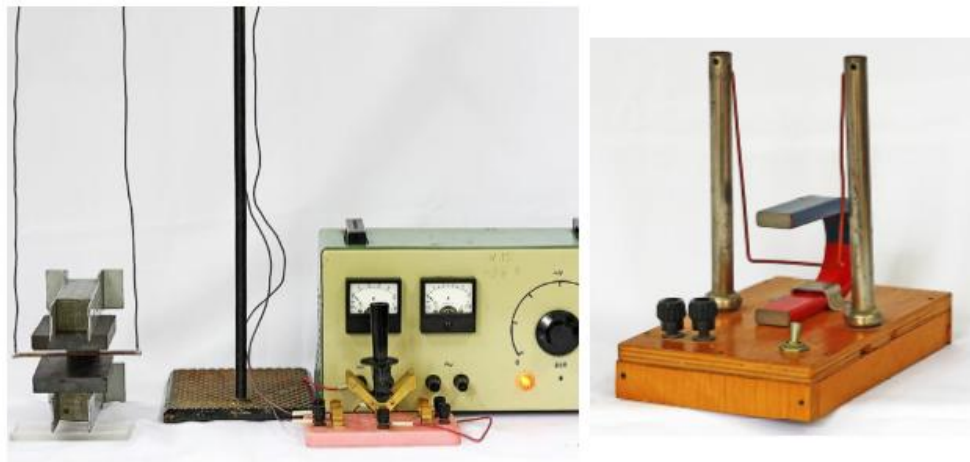


Рис.2.34. Установка для демонстрації дії магнітного поля на струм.

Ми побачимо, що провідник почне рухатись, відхиляючись від початкового положення рівноваги. Крім того напрям відхилення провідника залежить від напрямку пропускання струму. З допомогою двополюсного перемикача змінить напрям струму – зміниться і напрям руху провідника. Перевірте правило лівої руки (Якщо розмістити ліву руку так, щоб лінії індукції входили в долоню, витягнуті чотири пальці вказували напрям струму, то відігнутий на 90^0 великий палець покаже напрям сили, яка діє збоку поля на провідник зі струмом). Праворуч від описаного рисунка зображено ще один варіант подібної установки. При підготовці даної установки до демонстрації бажано місця контакту «гойдалки» зі стійками змастити грифелем м'якого графітового олівця.

Демонстрація сили Лоренца

Для даного досліду необхідно використати осцилограф та потужний магніт. Дія магнітного поля на провідник зі струмом обумовлена тим, що це поле діє на заряджені рухомі частинки в провіднику. Силу, що діє з боку магнітного поля на заряджені рухомі частинки, називають силою Лоренца. В ролі провідника зі струмом виступає осцилограф, в якому рухаються заряджені частинки – електрони. Рух електронів відображений на екрані осцилографа, так як екран зроблений із такого матеріалу, що коли електрони вдаряються об екран це відображається у вигляді зеленої точки (рис.2.35.)



Рис.2.35. Осциллограф

Напряг сили Лоренца визначають за правилом лівої руки. При цьому слід враховувати, що коли в магнітному полі рухаються позитивно заряджені частинки, то чотири пальці треба спрямувати в бік їх руху, якщо ж рухається негативно заряджені частинки, то витягнуті чотири пальці треба спрямувати проти вектору швидкості.

Застосування правила лівої руки зображено на рис.2. 36.



Рис.2.36. Застосування правила лівої руки

Якщо розташувати ліву долоню так, щоб витягнуті пальці збігалися з напрямом струму, а силові лінії магнітного поля входили в долоню, то відставлений перпендикулярно великий палець вкаже напрям сили, що діє на рухомі заряджені частинки (рис.2.37).

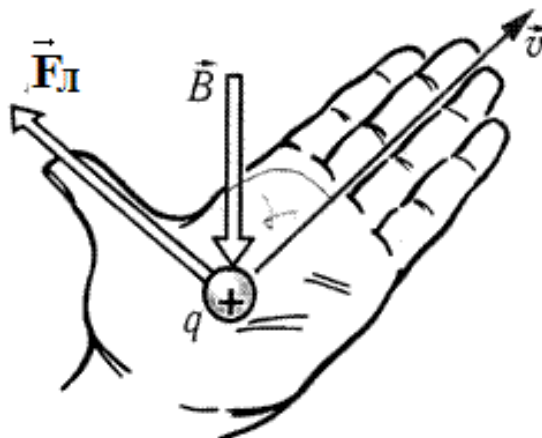


Рис.2.37. Правило лівої руки.

Виходячи, з правила лівої руки ми бачимо (див.рис.2.36), що сила Лоренца в даному випадку напрямлена вліво і це помітно на екрані осцилографа, так як точка відхилилася від початкового положення вліво.

2.4. Демонстраційні досліди з теми «Електромагнітна індукція»

Демонстрація явища електромагнітної індукції.

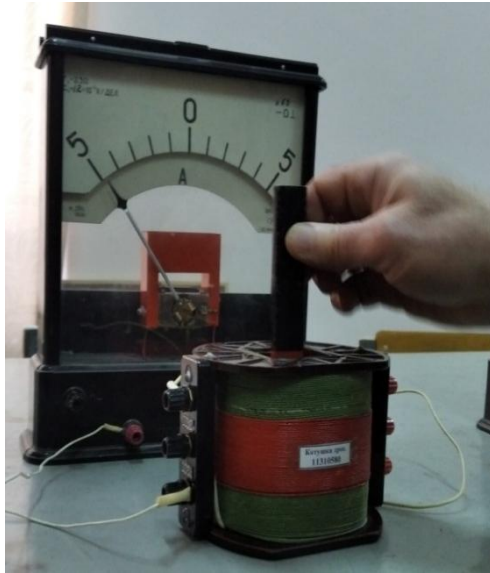
До гальванометра від демонстраційного амперметра приєднано котушку на 220 В від універсального трансформатора або дросельну котушку.

На рис.2. 38 видно, що поки магніт нерухомий ніякого струму не виникає.

Рис.2.38. Установка для демонстрації явища електромагнітної індукції.



При русі магніту його змінне магнітне поле породжує індукційний струм в котушці (рис.2.39). Стрілка на гальванометрі, різко відхиляється вліво, коли ми опускаємо магніт, або відхиляється вліво, коли забираємо магніт із котушки (рис.2.39 а та б).



а) Опускання магніту



б) Забирання магніту

Рис.2.39. Рух магніту відносно котушки.

Змінюючи швидкість руху магніту, видно, що у випадку, коли магніт рухається швидше, індукційний струм більший, ніж коли магніт рухається повільно.

Демонстрація магнітної та теплової дії змінного струму.

Зібравши установку, зображену на рис.2.40. Приєднуємо котушку до мережі 220 В. Надіваємо на ярмо мідне кільце і збільшуємо напругу. Кільце піднімається вгору, оскільки у кільці виникає індукційний струм такого напрямку, що воно своїм індукційним магнітним полем відштовхується від котушки.

При зменшенні напруги кільце опускається.

Через декілька хвилин кільце помітно нагріється під дією індукційного струму.



Рис.2.40. Демонстрація індуктивної дії змінного струму.

2.5. Демонстраційні досліди в з теми «Електромагнітне поле»

Демонстрація кулі Тесла

Куля Тесла – звичайний декоративний прилад, що складається зазвичай зі скляної сфери в якій знаходиться сферичний електрод. На електрод подається змінна висока напруга з частотою близько 30 кГц. Усередині сфери знаходиться розріджений газ. Використовують саме цей газ для зменшення напруги пробую. Як наповнення можуть вибиратися різні суміші газів для додання «блискавок» певного кольору [38]. Так звані «блискавки» (рис.2.41) утворюються тільки при високій напрузі на вторинній обмотці трансформатора, первинна обмотка якого підключена до 220 В.

Навколо кулі виникає достатньо сильне змінне електромагнітне поле. Під дією цього поля електрони розганяються електричним полем і налітають на атоми газу всередині кулі. Енергія електронів достатня для того, щоб «вибити» із атома ще один електрон. Починається електронна лавина. Крім того, атом отримавши енергію від електрона, переходить у збуджений стан (на вищий енергетичний рівень), а потім повертається в основний не збуджений стан, квант світла характерної для цього газу частоти (кольору). І це відбувається уздовж світлих каналів, по яких рухаються електрони. Уздовж цих світлих каналів протікає змінний електричний струм, утворюючи електричний пробій-блискавку між зарядженою кулею і склом. Ці канали весь час змінюють своє положення, що створює неймовірну мерехтливу картину цих блискавок.

Якщо до скляної кулі доторкнутися рукою, то в місці дотику електричне поле збільшується, оскільки рука є провідником, і від кулі до руки пробиває більш інтенсивна блискавка.



Рис.2.41. Куля Тесла.

Переконаємося, що навколо кулі є достатньо сильне змінне електричне (електромагнітне) поле. Якщо ми піднесемо до кулі люмінесцентну лампу – не підключену до мережі, то ми побачимо, що вона загорілася (рис.2.42) під дією цього сильного електромагнітного поля.



Рис.2.42. Газовий розряд у люмінесцентній лампі.

Піднесемо до плазмової лампи і кільцеву газорозрядні трубки. На певній відстані близько 5-10 см, трубки починали світитися помаранчевим світлом, що свідчить про те, що лампа заповнена газом (рис.2.43). Це тліючий розряд.



Рис.2.43. Світіння газорозрядних трубок

Отже, використання кулі Tesla підтверджує наявність достатньо сильного електромагнітного поля і дає можливість спостерігати іскровий і тліючий газові розряди.

Висновки до розділу 2

У цьому розділі опрацьовано демонстраційні роботи з електромагнітних явищ з розділів «Електричні явища», «Електричний струм», «Магнітні явища» та тем «Електромагнітна індукція», «Електромагнітне поле».

З великої кількості різних дослідів (електрична взаємодія між однойменними зарядженими тілами, різнойменно зарядженими тілами, подільність заряду, електризація через дотик, електризація через наведення тощо), ми обрали ті досліди, які не суперечать між собою та дають правильні уявлення учням про електричні явища. Особливо важливим є обрання саме тих демонстрацій, що знайомлять учнів та формують перші уявлення та знання про електричні явища, електричний струм, магнітні явища, електромагнітну індукцію, електромагнітне поле. Важливо підібрати такі досліди, які сформулюють точні та надійні відомості про електромагнітні явища в свідомості учнів.

Серед відпрацьованих та описаних дослідів є багато дослідів з використанням надійного традиційного демонстраційного обладнання. Значна частина демонстраційних дослідів виконана з використанням нового цифрового обладнання (нові цифрові амперметри, вольтметри, міліамперметри та мілівольтметри, мультиметр), кулі Тесла, тощо. Цим самим здійснено удосконалення демонстраційних дослідів з електромагнетизму.

Також у цьому розділі, ми підібрали такі досліди, які можна не тільки демонструвати учням, а також їх можуть виконувати студенти під час вивчення методики навчання фізики.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу науково-методичної літератури можна сказати, що на сучасному етапі вивчення фізики демонстраційний фізичний експеримент виступає джерелом знань і як важливий висхідний момент у процесі пізнання, виступає критерієм істинності нових знань, використовується як засіб наочності навчального матеріалу та засіб для підготовки до практичного застосування знань. Розглядаючи навчальний процес з фізики як складний педагогічний процес спільної діяльності вчителя й учнів, ми виходимо з того, що демонстраційний фізичний експеримент є обов'язковим його елементом й одночасно невід'ємним складником методики навчання фізики.

Опрацьовано демонстраційні роботи з електромагнітних явищ з розділів «Електричні явища», «Електричний струм», «Магнітні явища» та тем «Електромагнітна індукція», «Електромагнітне поле».

З великої кількості різних дослідів ми обрали ті досліди, які не суперечать між собою та дають правильні уявлення учням про електромагнітні явища. Особливо важливим є обрання саме тих демонстрацій, які формують перші уявлення та знання про електричні явища, електричний струм, магнітні явища, електромагнітну індукцію, електромагнітне поле. Важливо підібрати такі досліди, які сформулюють точні та надійні відомості про електромагнітні явища в свідомості учнів.

Відпрацьовано багато дослідів з використанням надійного традиційного демонстраційного обладнання. Значна частина демонстраційних дослідів виконана з використанням нового цифрового обладнання (нові цифрові амперметри, вольтметри, міліамперметри та мілівольтметри, мультиметр), кулі Тесла, тощо. Цим самим здійснено удосконалення демонстраційних дослідів з електромагнетизму.

Опрацьовані досліди можна не тільки демонструвати учням, а також їх можуть виконувати студенти під час вивчення методики навчання фізики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики / А.В. Усова,. – М. : Просвещение, 1988. – 112 с.
2. Шамало Т.М. Учебный эксперимент в процес ее формирования физических понятий: Книга для учителя. /Т.М.Шамало.– М.: Просвещение,1986.
3. Рузавин Г.И. Методология научного исследования. – М., 1999.
4. Щерба С.П., Щедрін В.К., Заглада О.А. Філософія: навч. посіб. Київ: МАУП, 2004. – 216 с.
5. Атаманчук П.С., Семерня О.М., Поведа Т.П. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання) : навч. -метод. посіб. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – 392 с.
6. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе. – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.
7. Атаманчук П.С., Семерня О.М. Методичні основи управління навчанням фізики: Монографія. – Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, 2005. – 196 с
8. Методика преподавания физики в 6-7 классах. Ч.1 / Под ред. В.П. Орехова и А.В. Усовой - М.: Просвещение, 1976. - 384 с. 13.
9. Методика навчання фізики в середній школі [Електронний ресурс] / [Савченко В. Ф., Бойко М. П., Дідович М. М. та ін.] ; під ред. В. Ф. Савченко. – 2003. – 100 с. Режим доступу : <http://www.fizmet.org.ua/L0.htm>.
10. Садовий М.І. Навчальний експеримент у системі вивчення фізики в загальноосвітній школі. – 2012. – Вип. № 109. – С. 3-9.
11. Шахмаев. Н. М., Шилов. В. Ф. Физический эксперимент в средней школе – М.: Просвещение, 1989. – 248 с.
12. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Ч.1. / [под ред. О.А.Покровского]. – М.: Просвещение, 1978. – С. 132-133.
13. Одарчук К.М., Чорний К.М. Навчальний фізичний експеримент як основний вид діяльності при вивченні фізики / Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Випуск 89. – Серія: Педагогічні науки. – Чернігів:

ЧНПУ. – 2011. – С. 466-469.

14. Лазарчук В. Розвиток творчих здібностей на уроках фізики за допомогою фундаментальних дослідів / Наук. записки. – Серія "Педагогічні науки". – Вип. 98. – Кіровоград : РВЦ КДПУ ім. Винниченка. – 2011. – С. 331 – 335.

15. Програми середньої загальноосвітньої школи: Фізика. Астрономія. 7–11 класи. – К. : Освіта, 1992. – 101 с.

16. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика, 7–11 кл. – К. : Шк. світ, 2001. – 96 с.

17. Навчальна програма загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 7-9 класи, затверджена наказом Міністерства № 664 від 26.06.2012 року. – 30 с.

18. Навчальна програма загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 7-9 класи, нова редакція з урахуванням змін, затверджених наказом Міністерства № 585 від 29.05.2015. – 33 с.

19. Фізика. 7-9 класи. Навчальна програма (затверджено 07.06.2017 р.) [Електронний ресурс] / МОН України. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/7-fizika.doc>.

20. Фізика. 7-9 класи. Навчальна програма (затверджено 24.11.2017 р.) [Електронний ресурс] / МОН України. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy>

21. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика. 8 клас: Підручник для серед. загальноосвіт. навч. закладів. – 2-е вид., перероб і доп. – Київ; Ірпінь: Перун, 2003. – 192 с.

22. Головка М. В. та ін. Фізика. Підручник для 8 загальноосвітніх закладів класу/ М.В.Головка, Непорожня Л.В., 2016 – 279 с.

23. Шкільні підручники з фізики за новою програмою. 7 – 9 класи. – починаючи з 2017. Internet

24. Програма з фізики. 10-11 клас. Рівень стандарту зі змінами затвердженими наказом МОН України № 826 від 14.07.2016. – 26 с.

25. Навчальна програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика і

астрономія. 10–11 кл. / Авторський колектив під керівництвом О.І. Ляшенка. 2017 – 55 с. Internet mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-i-astronomiya-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lyashenka-o-i.doc

26. Навчальна програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 10–11 кл. / Авторський колектив під керівництвом В.М. Локтева. – 2017. – 26 с. [Електронний ресурс] / МОН України. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/fizika-10-11-avtorskij-kolektiv-pid-kerivnicztvom-lokteva-vm.pdf>

27. Шкільні підручники з фізики за новою програмою. 10 – 11 класи. – починаючи з 2018. Internet

28. Сиротюк В.Д. та Мирошніченко Ю.В Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навч. програмою авт. кол. під керівництвом Ляшенка О. І.) : підруч. для 11-го кл. закл. заг. серед. освіти – Київ : Генеза, 2019. – 368 с.

29. Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О. І.): підруч. для 11 кл. закладів загальної середньої освіти – К. : УОВЦ «Оріон», 2019. – 272 с.

30. Головка М. В., Крячко І.П., Мельник Ю.С., Непорожня Л.В., Сіпійта В.В. Фізика і астрономія (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом О.І. Ляшенка) підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти – Київ: Педагогічна думка, 2019. – 288 с.

31. Практикум з шкільного фізичного експерименту по курсу фізики середньої школи. Ч.1: посібник для студентів фізико-математичного факультету / укл. В. П. Ржепецький. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КДПУ, 2012. – 57 с.

32. Практикум з шкільного фізичного експерименту по курсу фізики середньої школи. Ч.3: посібник для студентів фізико-математичного факультету / укл. В. П. Ржепецький. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КДПУ, 2012. – 58 с.

33. Практикум з шкільного фізичного експерименту по курсу фізики середньої

школи. Ч.4: посібник для студентів фізико-математичного факультету / укл. В. П. Ржепецький. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КДПУ, 2012. – 60 с.

34. Бурак В.І. Електромагнітні явища і електромагнітне поле : навчальний посібник для класів основної школи з непрофільним вивченням фізики. – Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет, 2011. – 152 с.: іл.

35. Бурак В.І. Електромагнітні явища і електромагнітне поле : навчальний посібник для класів основної школи з поглибленим вивченням фізики. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2008. – 164 с.

36. Маленькі секрети фізичного експерименту. // Фізика в школах України, 2008, №4(104). с.30

37. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф Фізика 11 (підручник)Перун 2004, 2005, 2006.-272 с.

38. Нікола Тесла. Вклад в електротехніку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://plagiatik.at.ua/publ/referati/fizika/referat_na_temu_nikola_tesla_v_klad_v_elektrotekhniku/69-1-0-6437.