

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «**ВИКОРИСТАННЯ СИМУЛЯТОРІВ ДЛЯ
ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ ЗА ДИСТАНЦІЙНОЇ
ФОРМИ НАВЧАННЯ**»

Виконала студентка: 2 курсу, групи 8.0142-ф-з
Спеціальності 014 Середня освіта

(шифр і назва спеціальності)

предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика)
освітньої програми Середня освіта (Фізика)

Л.І. Коноваленко

(ініціали та прізвище)

завідувач кафедри загальної та прикладної
фізики, професор, доцент, доктор педагогічних
Керівник наук Андрєєв А. М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри дидактики та методик навчання
природничо-математичних дисциплін КЗ
«ЗОППО» ЗОР, доцент, кандидат педагогічних
Рецензент наук Васильченко Л.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Математичний

Кафедра загальної та прикладної фізики

Рівень вищої освіти Магістр

Спеціальність 014 Середня освіта

Освітня програма Середня освіта (Фізика)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
загальної та прикладної фізики,
професор, доцент, доктор пед. н.

Андрєєв А.М.

(підпис)

« ____ » _____ 2023р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Коноваленко Любові Іванівні

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Використання симуляторів для організації експериментальних досліджень
учнів з фізики за дистанційної форми навчання

керівник роботи Андрєєв Андрій Миколайович, д. пед. наук, доцент

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 01 » 05 2023 року № 643-с

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.

2. Перелік літератури.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Основні теоретичні відомості;

2. Матеріали та методи дослідження;

3. Результати та їх обговорення;

4. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): презентація.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи	21.06.2023	
2.	Збір вихідних даних	05.07.2023	
3.	Обробка методичних та теоретичних Джерел	13.07.2023	
4.	Розробка першого та другого розділу	25.08.2023	
5.	Розробка третього розділу	02.10.2023	
6.	Оформлення та нормо контроль кваліфікаційної роботи	16.11.2023	
7.	Захист кваліфікаційної роботи	11.12.2023	

Студент _____
(підпис)Л. І. Коноваленко
(ініціали та прізвище)Керівник роботи _____
(підпис)А. М. Андрєєв
(ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер _____
(підпис)А. М. Андрєєв
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Використання симуляторів для організації експериментальних досліджень учнів з фізики за дистанційної форми навчання»: 51 с., 25 рис., 2 табл., 49 джерел.

СИМУЛЯТОРИ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПІДГОТОВЧІ ВПРАВИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ, ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ФІЗИКИ, ДОСЛІДНИЦЬКІ ЛАНЦЮЖКИ, ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА НАВЧАННЯ.

Об'єкт дослідження – освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

Мета роботи: обґрунтування методичних засад проведення експериментальних досліджень з використанням симуляторів з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Методи дослідження – аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробленні методичних засад використання фізичних симуляторів для організації і проведення експериментальних досліджень з фізики за дистанційної форми навчання; запропоновано метод підготовки учнів до проведення експериментальних досліджень, що ґрунтується на використанні дослідницьких ланцюжків.

Практичне значення дослідження визначається тим, що розроблені методичні засади використання симуляторів фізичних процесів можна використовувати в освітньому процесі з фізики під час виконання експериментальних досліджень (зокрема, за дистанційної форми навчання).

SUMMARY

Master's qualification work "Using simulators for the organization of experimental research of students in physics under the distance form of education": 51 pages, 25 figures, 2 tables, 49 sources.

SIMULATORS OF PHYSICAL PROCESSES, EXPERIMENTAL RESEARCH, PREPARATORY EXERCISES FOR LABORATORY PAPERS IN PHYSICS, LABORATORY PAPERS IN PHYSICS, RESEARCH CHAINS, DISTANCE FORM OF LEARNING.

The object of the research is the educational process in physics in institutions of general secondary education.

The purpose of the work: substantiating the methodological principles of conducting experimental research using simulators in physics in institutions of general secondary education under the distance form of education.

The methods of research – analytical, empirical, experimental.

The scientific novelty of the obtained results lies in the development of methodological principles for the use of physical simulators for the organization and conduct of experimental research in physics under the distance form of education; a method of training students to conduct experimental research based on the use of research chains is proposed.

The practical significance of the study is determined by the fact that the developed methodological principles of using simulators of physical processes can be used in the educational process of physics during the performance of experimental studies (in particular, in the form of distance learning).

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Сучасні підходи до використання симуляторів для організації експериментальних досліджень з фізики у закладах загальної середньої освіти.....	10
1.1 Дистанційне навчання як актуальна форма організації освітнього процесу з фізики	10
1.2 Експериментальне дослідження як важлива складова освітнього процесу з фізики	12
1.3 Використання симуляторів фізичних процесів на уроках фізики.....	16
2 Методичні засади використання симуляторів у процесі проведення експериментальних фізичних досліджень учнів під час дистанційної форми навчання	20
2.1 Педагогічні умови для організації експериментальних досліджень...20	
2.2 Дослідницькі ланцюжки як метод підготовки до проведення експериментальних досліджень учнів	30
3 Експериментальна перевірка результатів дослідження.....	36
3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту.....	36
3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту.....	41
Висновки.....	45
Перелік посилань.....	46

ВСТУП

Наше сьогоднішнє не дає змоги працювати навчальним закладам постійно у звичному режимі. На заміну очному навчанню прийшло дистанційне навчання. Якщо в умовах пандемії COVID-19 це були короткотривалі відрізки часу, то під час воєнного стану в країні швидке завершення онлайн-навчання не є таким швидким. Дистанційне навчання стало терміною потребою, а не додатковим варіантом заміщення отримання освіти. Роль лабораторних робіт у курсі фізики посідає вагоме значення, адже вивчення предмета природничого циклу без демонстраційних та практичних експериментальних робіт неможливе.

Проте, як виявилось, під час дистанційного навчання, (що було зумовлене карантинними обмеженнями через пандемію COVID-19 та під час воєнного стану в Україні) вчителі фізики зіткнулись із проблемою реалізації державних програм в частині діяльнісного компонента та проведення навчальних дослідів дистанційно.

Під час вивчення фізики в закладах загальної середньої освіти важливе значення приділяється набуттю учнями не тільки теоретичних знань, а й опануванню практичних умінь. У шкільному навчанні цьому сприяють такі види діяльності, які дозволяють використовувати набуті знання на практиці, зокрема проведення експериментальних досліджень.

Ефективність освітнього процесу можна підвищити завдяки застосуванню сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Такі технології сприяють підвищенню активізації пізнавальної діяльності в учнів та розвитку їхньої самостійності в опануванні знань, підвищенню інформативно-комунікативної компетентності учнів, посиленню позитивної мотивації навчання завдяки формуванню умінь та навичок роботи із сучасними інтерактивними технологіями.

Отже, актуальною проблемою є використання симуляторів для організації експериментальних досліджень учнів з фізики за дистанційної форми навчання.

Метою роботи є обґрунтування методичних засад використання симуляторів під час проведення експериментальних досліджень з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Для досягнення зазначеної мети поставлено такі завдання:

1. З'ясувати методичні особливості організації експериментальних досліджень з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

2. Розробити методичні засади використання симуляторів фізичних процесів на підготовчому етапі проведення експериментальних досліджень.

3. Впровадити в освітній процес з фізики запропоновані методичні засади і перевірити їх ефективність.

Об'єкт дослідження: освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: методичні засади використання симуляторів для організації експериментальних досліджень з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Методи дослідження: аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробленні методичних засад використання фізичних симуляторів для організації і проведення експериментальних досліджень з фізики за дистанційної форми навчання; запропоновано метод підготовки учнів до проведення експериментальних досліджень, що ґрунтується на використанні дослідницьких ланцюжків.

Практичне значення дослідження визначається тим, що розроблені методичні засади використання електронних симуляторів фізичних дослідів можна використовувати в процесі навчання фізики в закладах загальної середньої освіти (зокрема, під час дистанційного навчання).

Результати дослідження були апробовані на онлайн-конференції «Молода наука-2023», яка відбулася 17-22 квітня 2023 року [48], а також на науково-методичному засіданні кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ (протокол № 4 від 25.11.2023).

Кваліфікаційна робота магістра містить: вступ, три розділи, висновки, перелік посилань (49 джерел), 25 рисунків, 2 таблиці.

1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ СИМУЛЯТОРІВ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1 Дистанційне навчання як актуальна форма організації освітнього процесу з фізики

Із запровадженням сучасних технологій навчання виникла потреба у розширенні меж використання комп'ютерів для отримання знань. Дистанційне навчання є альтернативною формою отримання знань, що набуває зараз широкого розповсюдження через пандемію COVID-19 та під час воєнного стану в Україні.

Дистанційне навчання – це нова організація освітнього процесу, що ґрунтується на використанні як кращих традиційних методів навчання, так і нових інформаційних та телекомунікаційних технологій, а також на принципах самостійного навчання, призначена для широких верств населення незалежно від матеріального забезпечення, місця проживання, стану здоров'я [1].

Така форма здобуття освіти має безперечний ряд переваг:

- залучення до навчального процесу учнів, які з різних обставин не мають змоги відвідувати заклад освіти;
- гнучкий графік навчання, адже дистанційним навчанням передбачені синхронний та асинхронний режими;
- індивідуальний темп навчання;
- мобільність (доступний спосіб зв'язку з викладачами);
- доступ до різних платформ дистанційного навчання, широкий вибір необхідних комунікаційних онлайн сервісів та інструментів[2].

Дистанційне навчання дає змогу впроваджувати інтерактивні технології викладення матеріалу, здобувати повноцінну освіту, підвищувати кваліфікацію співробітників. Під час даної форми навчання процес навчання може відбуватися будь-де і будь-коли, єдина умова – доступ до мережі Інтернет.

Сучасний вчитель фізики може використовувати інформаційні ресурси Інтернет у наступних напрямках:

1. Самоосвіта, тобто вивчення досвіду колег в інших містах нашої та інших країн. Підготовка до тематичних семінарів, вебінарів, тренінгів і методичних об'єднань. (Це підвищує загальний рівень підготовки вчителя і рівень викладання).

2. Підготовка конспектів і дидактичних матеріалів по новим курсам і поглиблення змісту традиційних курсів. Підготовка атестаційних матеріалів.

3. Позакласна робота учнів при підготовці рефератів, доповідей, повідомлень по індивідуальних творчих завданнях, при роботі з тематики шкільних проєктів.

4. Використання безпосереднє на уроках при самостійній роботі документів, що вчать, довідкових матеріалів, довідкових баз даних, що є в мережі методичних матеріалів, схем, таблиць, малюнків.

5. Тестування знань учнів по окремих предметах або розділам курсів. (Для цього на деяких серверах чи сайтах є програми тестування з вільним доступом.).

6. Демонстрація безпосередньо на уроках по підходящій темі за допомогою телевізора або проектора, керованого комп'ютером, документів, графічних матеріалів, таблиць, діаграм з баз дані мережі.

7. Робота безпосередньо на уроках з навчальними інтерактивними моделями з Мережі.

8. Участь у дистанційних предметних олімпіадах та вікторинах [2].

Широкі можливості для якісного вивчення фізики як предмету дає впровадження дистанційного навчання. Його визначають як «технологію

отримання знань за допомогою телекомунікаційних засобів, коли взаємодія того, кого навчають і викладача проходить на відстані». У дистанційному навчанні змінюється вимоги і роль до вчителів. Лекції складають лише маленьку частку, процес навчання орієнтує учнів на творчий пошук інформації, вміння самостійно набувати необхідні знання і застосовувати їх у вирішенні завдань з використанням сучасних технологій. Учителі дистанційних курсів повинні мати універсальну підготовку – володіти сучасними педагогічними та інформаційними технологіями, бути психологічно готовим до роботи з учнями у новому навчальному середовищі.

Отже, завдяки таким засобам дистанційного навчання, як дискусійні форуми, електронні обговорення засвоєного матеріалу, створюється нове навчальне середовище, в якому учні почувають себе невід'ємною частиною колективу, що посилює мотивацію до навчання. Учителі повинні володіти методами створення і підтримки такого навчального середовища, розробляти стратегії проведення цієї взаємодії між учасниками навчального процесу, підвищувати творчу активність і власну кваліфікацію [3].

1.2 Експериментальне дослідження як важлива складова освітнього процесу з фізики

Фізика як одна з природничих наук, завжди була і є наукою експериментальною. Навчальний експеримент є основою вивчення всіх природничих предметів, зокрема і фізики. Рівень знань і практичних здібностей майбутніх учителів фізики перебуває у прямій залежності від якості їх експериментальної підготовки. Основою вивчення фізики є навчальний експеримент. Шкільний фізичний експеримент забезпечує розуміння учнями сучасних фізичних методів дослідження, виробляє у них практичні навички і вміння[4].

Пройшовши довгий шлях розвитку, фізичний експеримент перетворився

з окремих дослідів у систему навчального експерименту, яка охоплює такі його види:

- демонстраційні досліді (виконувані вчителем);
- фронтальні лабораторні роботи;
- роботи фізичного практикуму;
- експериментальні задачі;
- позакласні досліді;
- фізичний проєкт[4].

Експериментальний метод дає можливість встановити причинно-наслідкові зв'язки між явищами, а також між величинами, що характеризують властивості тіл і явищ. Він дає можливість з'ясувати динаміку, кінетику процесів і їх енергетичну сутність.

Відповідно до мети і завдань дослідження експеримент може бути кількісним або якісним; демонстраційним, ілюстративним, дослідницьким, технічним або науковим. Елементами експериментально методу дослідження в науковому пізнанні є спостереження, вимірювання, порівняння і сам експеримент [4].

Змістом навчального експерименту є:

- вивчення і порівняння властивостей речовини в різних станах і властивостей фізичних полів;
- визначення констант;
- вивчення і випробування приладів;
- вивчення явищ, особливостей їх протікання за певних умов;
- ілюстрація законів, сформульованих на основі дослідів або в результаті логічних умовиводів, що спираються на загальнотеоретичні положення або методи індукції;
- вивчення причинно-наслідкових зв'язків між явищами і функціональних залежностей між величинами, що характеризують явища і властивості тіл [4].

Шкільний фізичний експеримент ділиться на два основних види, які доповнюють один одного:

- демонстраційний, що виконується переважно вчителем і призначений для одночасного сприймання всіма учнями класу;
- лабораторний, що виконується учнями [4].

Демонстраційний експеримент необхідний у тих випадках, коли вчителю потрібно керувати сприйманням, усвідомленням і ходом думок учнів під час вивчення фізичних об'єктів, явищ або процесів. Одна із важливих умов успішного формування фізичних понять – є поєднання демонстраційних дослідів з живим словом учителя.

Метою проведення демонстраційного експерименту може бути:

- спостереження того чи іншого явища;
- перевірка запропонованої гіпотези;
- з'ясування фізичних закономірностей і перевірка наслідків, що випливають з них тощо[4].

Особливе місце повинні зайняти досліді, на основі яких формуються основні фізичні поняття, які розкривають сутність законів, фізичних гіпотез і теорій. Значне місце у викладанні фізики займають такі досліді, які мають допоміжний характер або які готують учнів до сприймання нового навчального матеріалу, а саме проблемні досліді. Достатню увагу варто приділяти демонстраційним дослідом, які пояснюють принципи дії технічних установок або приладів, фізичну суть технологічних процесів [5].

Під час проведення демонстраційних дослідів необхідно дотримуватися таких основних методичних вимог:

1. Науковість. (Ця вимога стосується вибору і демонстрації такого варіанту досліді, в якому те, що спостерігають учні, безпомилково пояснюється досліджуванним явищем.)

2. Доступність. (Демонстрації безумовно повинні бути доступними розумінню учнів і органічно пов'язані з навчальним матеріалом уроку.)

3. Наочність. (Ця вимога передбачає перш за все добру видимість демонстрації для всіх учнів класу і показ головного в розглядуваному явищі.)

4. Вимоги наукової організації праці.

5. Вимоги техніки безпеки [4].

Методика і техніка демонстрування дослідів вимагає:

1. Постановки мети.

2. З'ясування кількості демонстрацій і темпу проведення дослідів.

3. Правильного використання демонстраційного стола.

4. Застосування підставок, похилих дзеркал, фонових екранів, додаткового освітлення, застосування великих шкал, вказівних стрілок, підфарбовування рідин, проектування приладів на екран [4].

Наприклад, під час вивчення теми «Електромагніти та їх застосування» можна виконати такі досліди (досліди взяті з методичної розробки «Фізичний експеримент» [4]):

Дослід 1. Котушку включають в електричне коло до джерела струму через амперметр і реостат. Поблизу від котушки поміщають магнітну стрілку. При замиканні кола в котушці виникає струм, і стрілка повертається на деякий кут. Якщо стрілку відсунути на більшу відстань, то при тій же силі струму в котушці стрілка повертається на менший кут.

Дія магнітного поля котушки, з по якій проходить струм, зменшується із збільшенням відстані.

Дослід 2. Установка для демонстрації – як у попередньому досліді. Стрілку розташовують на такій відстані, де дія магнітного поля котушки ще помітна. При зміні сили струму дія магнітного поля котушки змінюється.

Дія магнітного поля котушки з током збільшується зі збільшенням сили току і послабляється при зменшенні сили. току.

Дослід 3. Установка для демонстрації – як у досліді 1. Магнітну стрілку розташовують на такій відстані, де дія магнітного поля котушки ще помітна. Не розмикаючи електричне коло, всередину котушки вводять залізний сердечник. Відхилення стрілки помітно змінюється.

Феромагніт, введений всередину котушки, посилює дію магнітного поля подібно тому, як посилює дія магнітного поля збільшення сили струму.

Дослід 4. Котушку із залізним сердечником включають у коло джерела струму. При вмиканні струму залізний сердечник притягає й утримує залізні предмети. Котушку із залізним сердечником усередині називають електромагнітом.

Дослід 5. Демонстраційний електромагніт включають у коло джерела струму. До якоря електромагніту підвішують, гирю (рис. 1.1). При замиканні кола електромагніт спроможний утримувати вантаж.

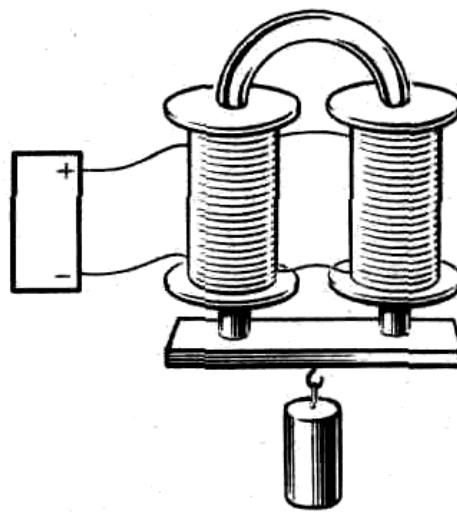


Рисунок 1.1 – Дослід 5

Отже, навчальний експеримент у школі є основою для вивчення фізики. Без перебільшення можна сказати, що якість знань і практична підготовка учнів з фізики перебувають у прямій залежності від якості фізичного експерименту. Шкільний фізичний експеримент виробляє в учнів практичні вміння і навички, та підводить їх до розуміння сучасних фізичних методів дослідження.

1.3 Використання симуляторів фізичних процесів на уроках фізики

Одним із засобів вивчення фізичних процесів є симулятори. Розглянемо детальніше поняття «симуляції». Тлумачення цього слова подається по-різному:

- імітація роботи реального процесу або системи з плином часу;
- процес розробки моделі реальної чи уявної системи і проведення експериментів з моделлю;
- імітація певної реальної речі, ситуації чи процесу [6].

Підсумовуючи, можемо сказати, що симуляції – це імітація (моделювання) у віртуальному просторі фізичних явищ, що надає можливість спостерігачеві відтворити та зафіксувати результати експериментів, які з певних причин не можуть бути проведені в реальному часі. Як зазначає А. О. Юрченко, віртуальні симулятори – це реально виконувані лабораторні роботи, під час яких визначені дані можуть бути занесені до пам'яті персонального комп'ютера та дистанційно опрацьовані на віртуально представленому комп'ютером засобі. Це так званий тренажер-інструмент, що імітує експерименти, демонстрації чи процеси. За визначеннями Язикова О. І., стимулятор – це програмний педагогічний засіб, який симулює (моделює) певну реальну або навчальну ситуацію: явище природи, фізичний експеримент або дослід, наводить приклад фізичного явища в природі та техніці. На думку вченого слід розрізнити поняття «симулятор» і «модель». Адже модель – це представлення будь-якого реального об'єкту або явища за допомогою певної формалізованої мови описання. А симулятор, в свою чергу, більш наближений до реальності спосіб представлення об'єкту або процесу за допомогою графічних, анімаційних та мультимедійних засобів [7].

Вимоги до використання віртуальних симуляторів фізичних процесів:

- розроблення детальної інструкції;
- визначення основних ознак, характеристики реальних явищ і процесів, покладених в основу моделі;
- забезпечення розуміння учнями ролі моделей і їх призначення;
- аналіз отриманих результатів, порівняння їх з реальним світом.

Використання симуляцій під час вивчення фізики сприяє у дітей:

- підвищенню інтересу до вивчення фізики (урок більш видовищний, цікавий, привертає увагу до теми вивчення);
- дає можливість «побачити» процеси, які протікають в мікросвіті, розібратися в деталях цих явищ, з'ясувати їх природу (те, що раніше треба було уявляти);
- зрозуміти суть фізичних процесів, які відбуваються з великими швидкостями (за короткі проміжки часу);
- дає можливість спрогнозувати явище за умови зміни вихідних даних та побачити результат (розряджений газ, вакуум, нагрівання провідників, зміна речовини, тощо);
- показує цілісність картини природи (міжпредметні зв'язки);
- під час дистанційного та/або змішаного навчання дає можливість виконати лабораторні роботи, які передбачені програмою, демонстрацією дослідів;
- дає можливість упроваджувати елементи перевернутого навчання;
- проведенню аналізу результатів розв'язку якісних та кількісних задач;
- встановленню залежності протікання процесів від різних фізичних величин;
- провести дослід за відсутністю обладнання;
- дає можливість дітям, які навчаються індивідуально або за сімейною формою навчання, самостійно проводити дослідження з теми [8].

Симуляції сприяють виникненню інтересу та розвитку мотивації в дітей до вивчення наук природничого циклу, зокрема фізики. Учні можуть «впливати» на хід експерименту, змінювати умови його проведення, задавати певні параметри. Проте, лише гри та споглядання під час роботи з комп'ютерним імітуванням, буде недостатньо для опанування необхідних знань і навичок, глибокого розуміння суті процесів, що демонструються.

Перед використанням симуляцій вчителю слід сформулювати завдання (розробити інструкцію), визначити з учнями основні ознаки, характеристику реальних явищ і процесів, покладених в основу моделі. Важливо приділяти увагу обговоренню того, що відбувається на екрані, забезпечити розуміння учнями ролі моделей і їх призначення. Підсумовуючи підсумки, слід проаналізувати отримані результати, порівняти їх з реальним світом.

Отже, на сьогочасному етапі розвиток інформаційно-комунікаційних умінь і навичок учнів неможливий без використання сучасних інформаційних технологій. Використання сучасних комп'ютерних технологій значно підвищує інтерес до навчання, створює умови для розвитку, а також активізує пізнавальну діяльність учнів. Використання симуляторів паралельно з реальним експериментом фізичних явищ сприяє формуванню у здобувачів освіти мотивації щодо дослідницької та експериментальної роботи, що в свою чергу сприяє зацікавленню учнів до вивченні предмету.

2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ СИМУЛЯТОРІВ У ПРОЦЕСІ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УЧНІВ ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

2.1. Педагогічні умови для організації експериментальних досліджень

Зробимо огляд з теми: «Атом. Будова атома». Пізнавальна активність учнів, які тільки почали вивчати курс фізики доволі висока, саме тому потрібно сприяти її підвищенню, а не знижувати, застосовуючи старі стандарти лекційної системи. Під час дистанційного навчання дуже важко забезпечити дітей необхідними наочними засобами, які сприяють підвищенню уваги, тому слід звернутись до віртуальної симуляції Fhet «Будуємо атом» [9] (рис. 2.1) та дати можливість віртуально учням розібратись у складній структурі йона та атома (рис. 2.2).

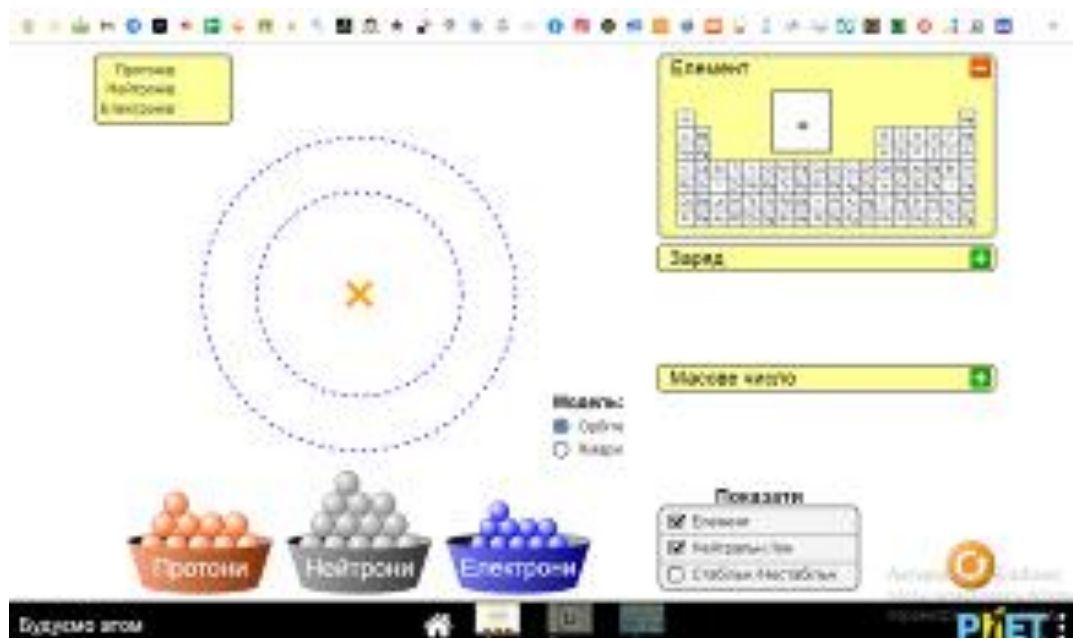


Рисунок 2.1 – Інтерфейс симуляції «Будуємо атом»

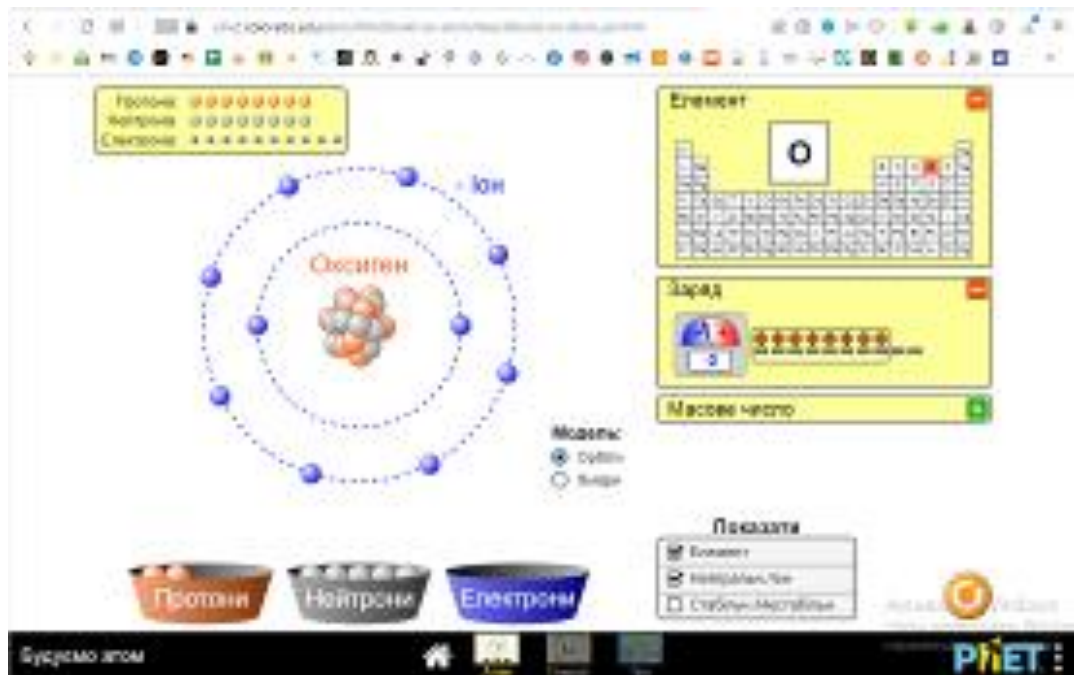


Рисунок 2.2 – Приклад виконання завдання в симуляції «Будуємо атом»

Розглянемо віртуальну симуляцію Phet «Балансування» (рис. 2.3), яку можна використати під час вивчення теми: «Важіль. Умови рівноваги важеля» на дистанційних уроках у 7 класі. Використовуючи її, можна поставити ряд проблемних питань щодо умов рівноваги важеля та підвести учнів до самостійного вирішення завдань, розуміння і засвоєння знань, одночасно в нас вийде вести і міжпредметний зв'язок (рис. 2.4).



Рисунок 2.3 – Інтерфейс симуляції «Балансування»

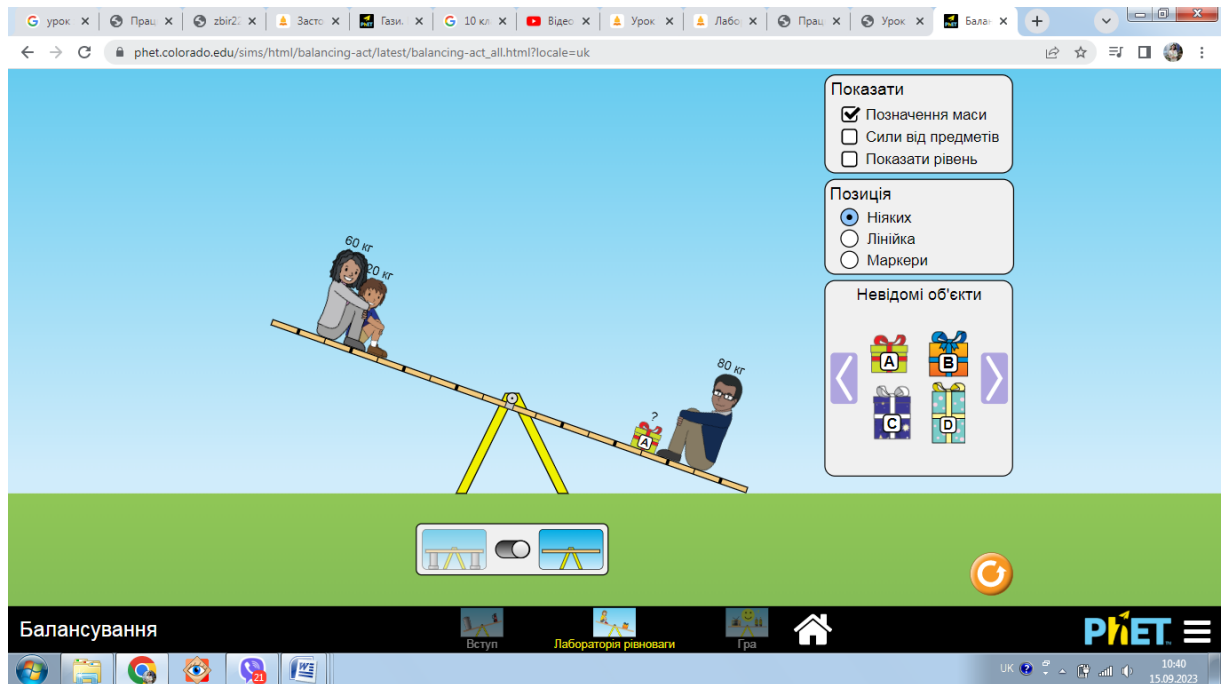


Рисунок 2.4 – Приклад виконання завдання в симуляції «Балансування»

Під час вивчення розділу «Електричні явища. Електричний струм» (рис. 2.5) використання віртуальних симуляцій «Електростатика», «Заряди і поля» (рис. 2.7), «Закон Кулона», «Лабораторія електрики» (рис. 2.6) тощо

стає незамінним під час онлайн навчання, адже світ електрики є неосяжним звичайним оком, тому віртуальне бачення стану речей дає учням можливість осягнути весь зміст даного розділу згідно програми. Виконання лабораторних та практичних робіт стає цікавим та насиченим на відміну від відео – уроку, де учні є лише спостерігачами [10].

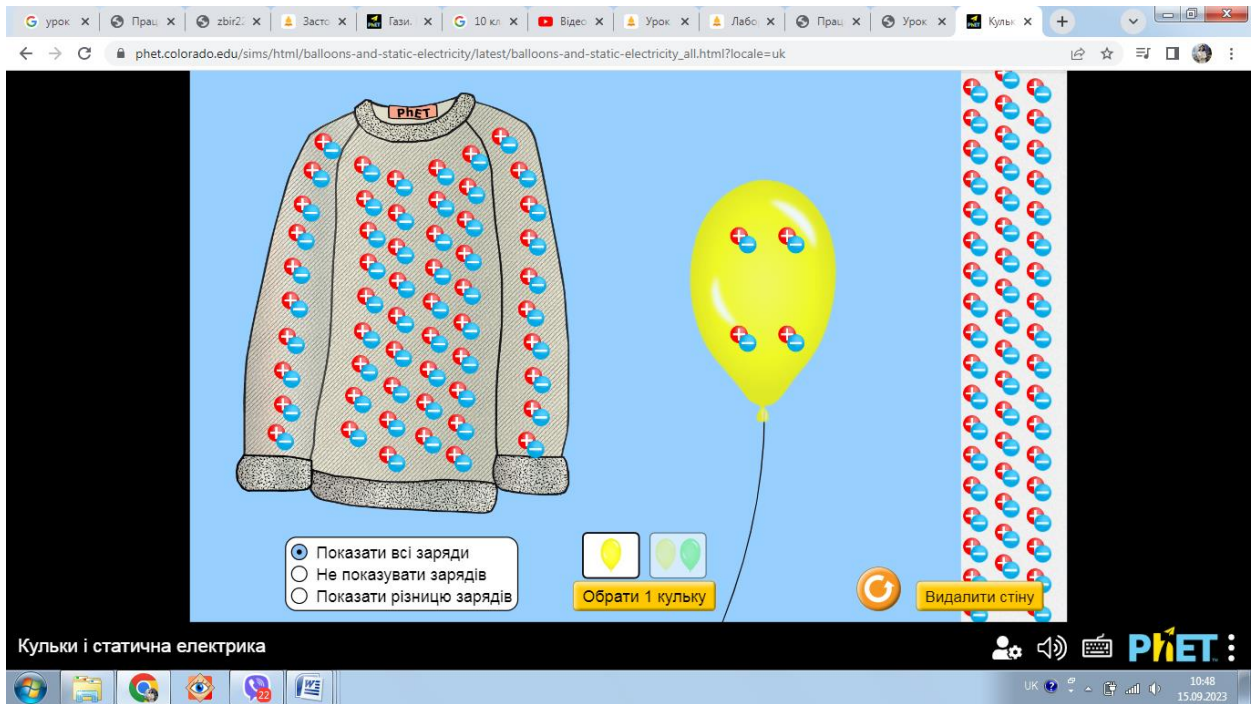


Рисунок 2.5 – Інтерфейс симуляції «Кулька і статистична енергія»



Рисунок 2.6 – Інтерфейс симуляції «Джон Травольтаж»

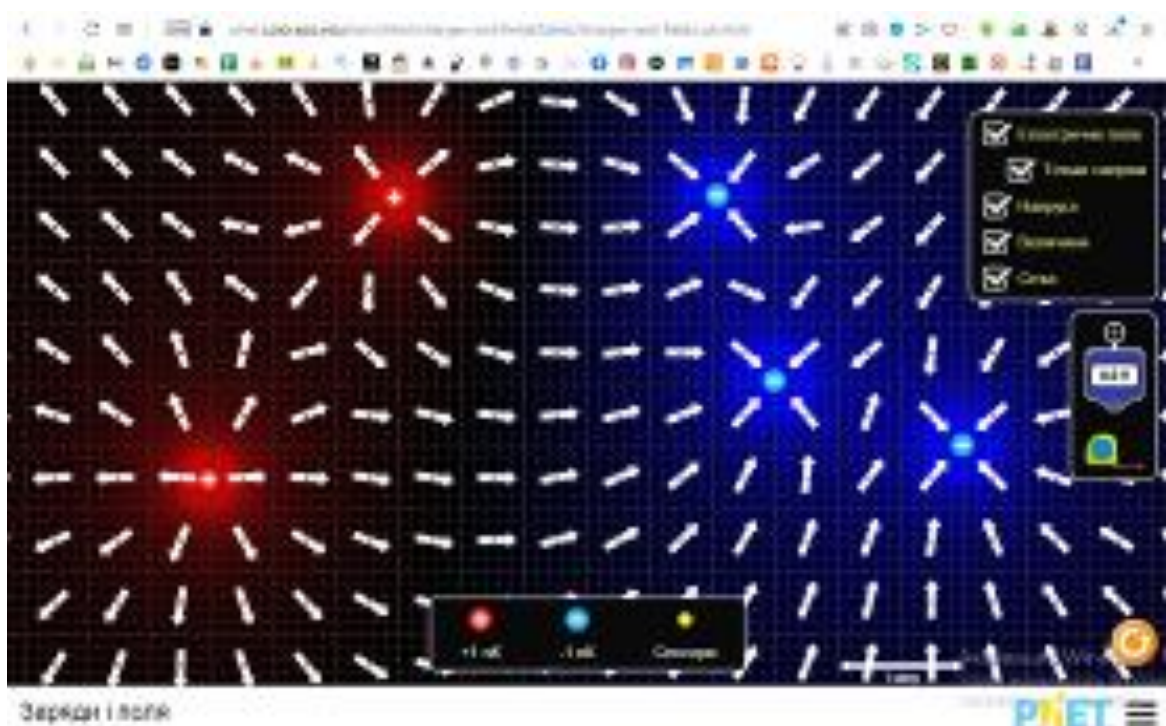


Рисунок 2.7 – Інтерфейс симуляції «Заряди і поля»

Навчаючи розділу «Електричні явища. Електричний струм», варто пам'ятати, що електрична енергія широко застосовується в побуті. При недотриманні правил техніки безпеки електрика може перетворитися з

помічника в небезпечного ворога. Тому потрібно не лише подати матеріал під час онлайн навчання, а й навчити учнів правильно використовувати набуті знання у повсякденному житті, а можливо згодом застосовувати їх у практичній і майбутній професійній діяльності (рис. 2.8) [10].

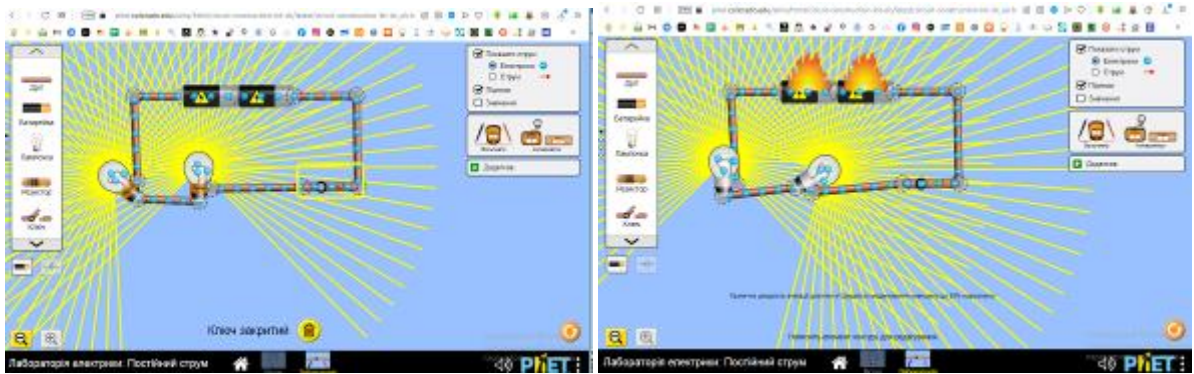


Рисунок 2.8 – Приклад можливого загорання в симуляції «Лабораторія електрики»

З великим інтересом учні переглядають експерименти в доповненій реальності. Додаток AR_Book від українських розробників дозволяє школярам проводити вдома безпечні пізнавальні експерименти завдяки AR-технології. Наприклад при вивченні теми «Коротке замикання» у 8 класі (рис. 2.9).[10]

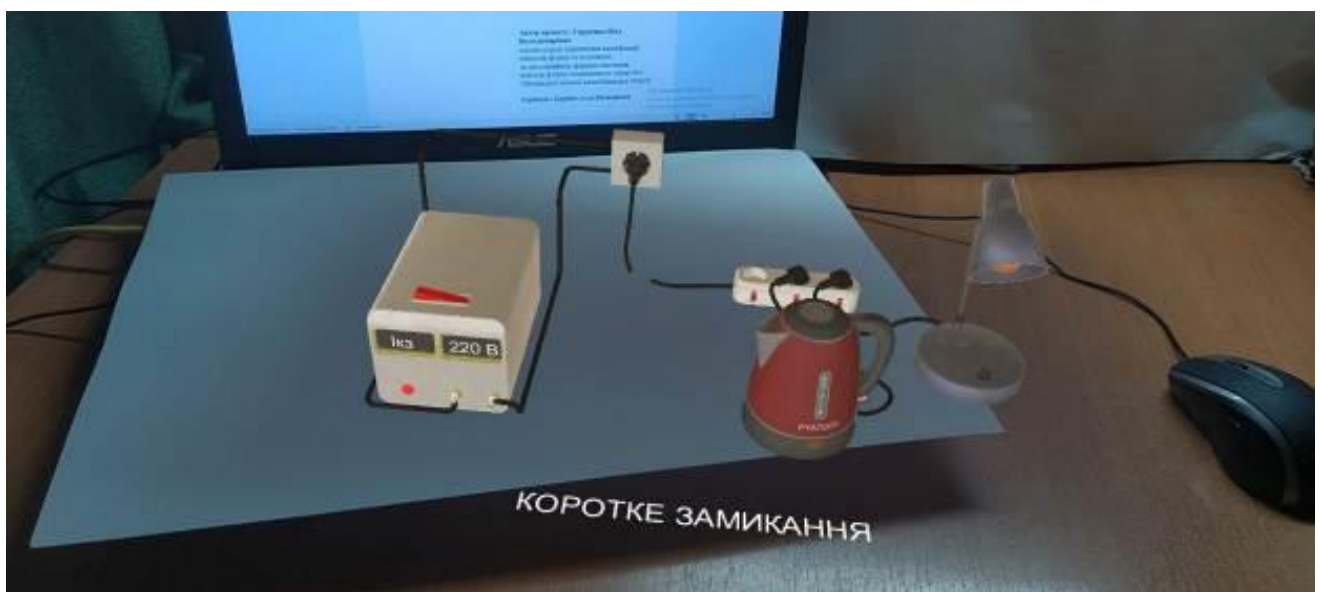


Рисунок 2.9 – Експеримент «Коротке замикання» в симуляції AR_Book

Під час викладання фізики у 9-10 класах при дистанційній формі навчання симуляції повинні бути невід’ємною складовою уроків, адже досягнути світ магнетизму та електрики, квантову та атомну фізику, світлові явища є завданням не просто теоретичним, а й практичним. Перенесення теоретичних знань фізичних законів реального світу у віртуальний світ дає можливість учням пізнати та запам’ятати їх зміст та наслідки. Під час вивчення оптичних та світлових явищ стане у нагоді віртуальна симуляція Fhet «Заломлення світла» (рис. 2.10), яка є універсальною як і під час поточних уроків, так і під час лабораторних робіт у 9 класі. Під час вивчення в 11 класі інтерференції та дифракції світла є можливість пояснити дані оптичні картини на симуляції Fhet «Інтерференція хвиль» (рис. 2.11). А також ознайомитись з дією спектроскопа під час вивчення дисперсії світла.

[10]

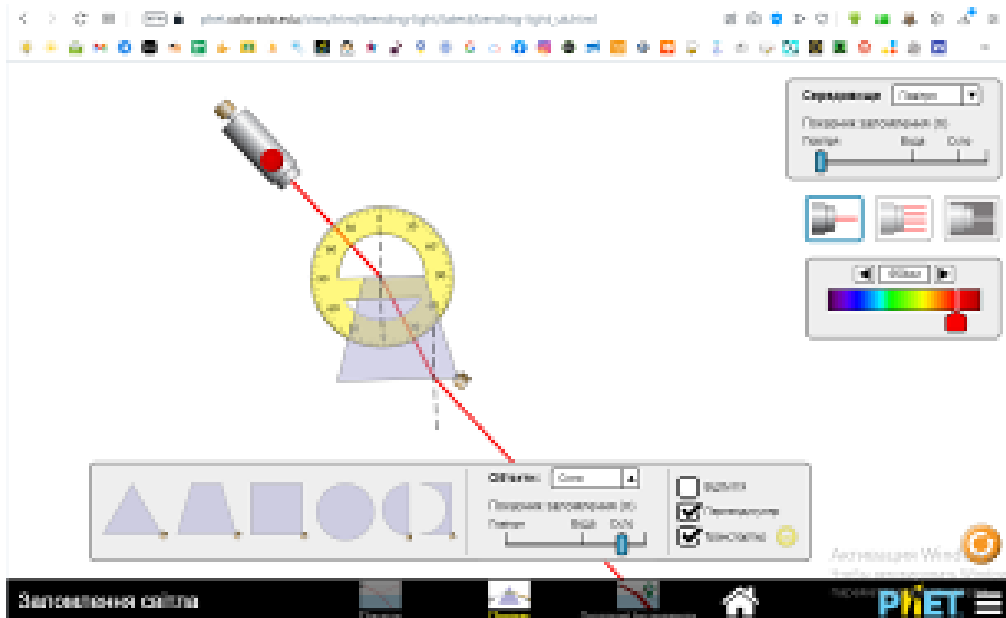


Рисунок 2.10 – Інтерфейс симуляції «Заломлення світла»



Рисунок 2.11 – Інтерфейс симуляції «Інтерференція хвиль»

Для вивчення розділу «Електродинаміка» теж є багато віртуальних симуляцій, варто відмітити такі як «Закон Фарадея» (9-11кл.) (рис. 2.13), «Лабораторія конденсаторів» (10 кл.) (рис. 2.12), «Правило Ленца», «Закон Ампера», «Електроліз» (рис. 2.14) тощо.

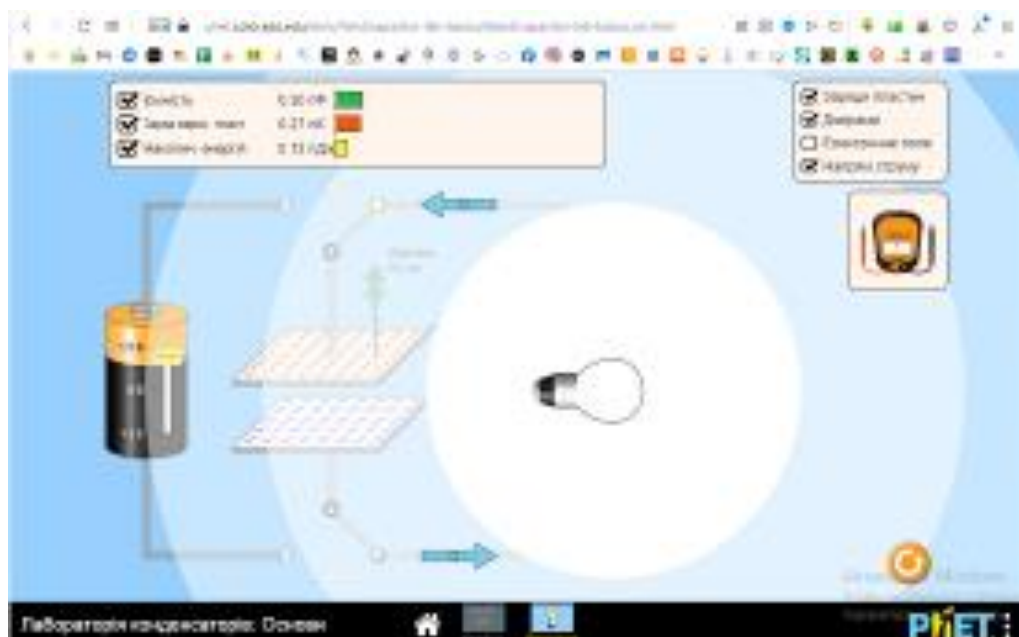


Рисунок 2.12 – Інтерфейс симуляції «Лабораторія конденсаторів»

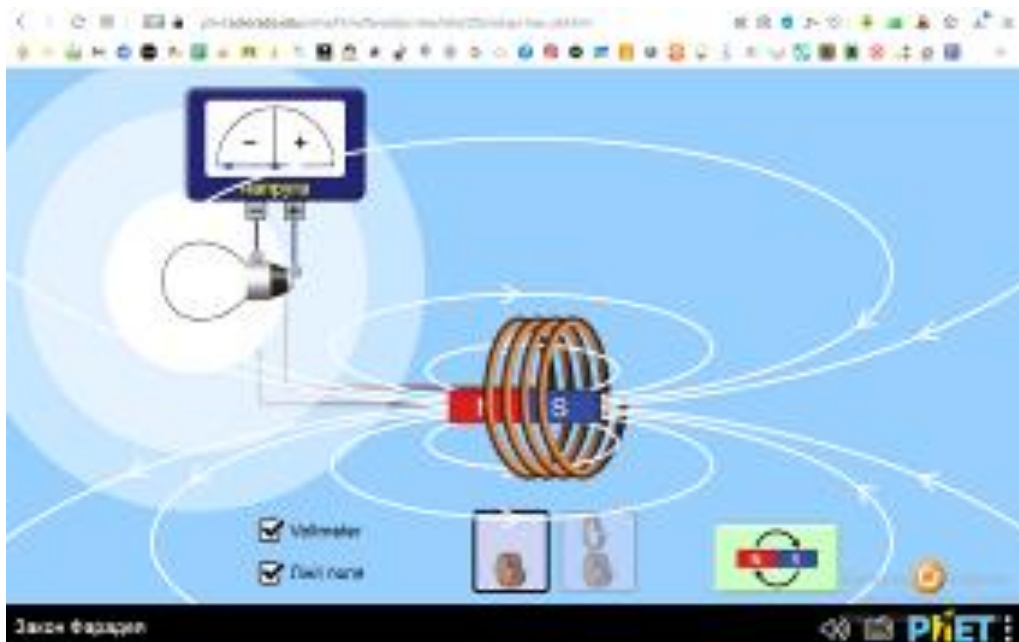


Рисунок 2.13 – Інтерфейс симуляції «Закон Фарадея»

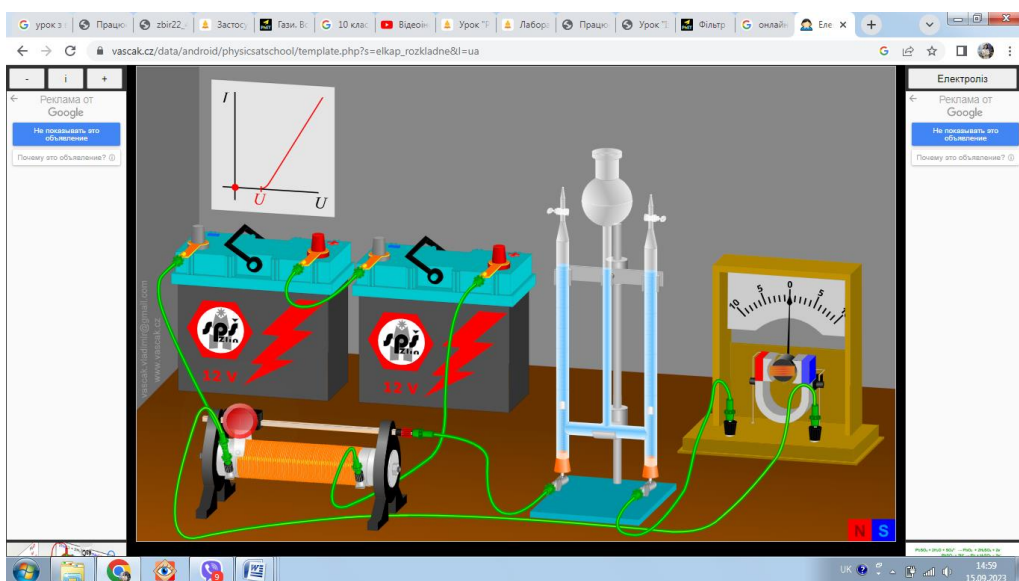


Рисунок 2.14 – Інтерфейс симуляції «Електроліз»

Під час вивчення розділів «Атомна та ядерна фізика» можна скористатись наприклад такими симуляціями «Резерфордівське розсіювання» (рис. 2.16), «Спектр абсолютно чорного тіла» (рис. 2.15), «Альфа- та бета-випромінювання» (рис. 2.17) тощо.

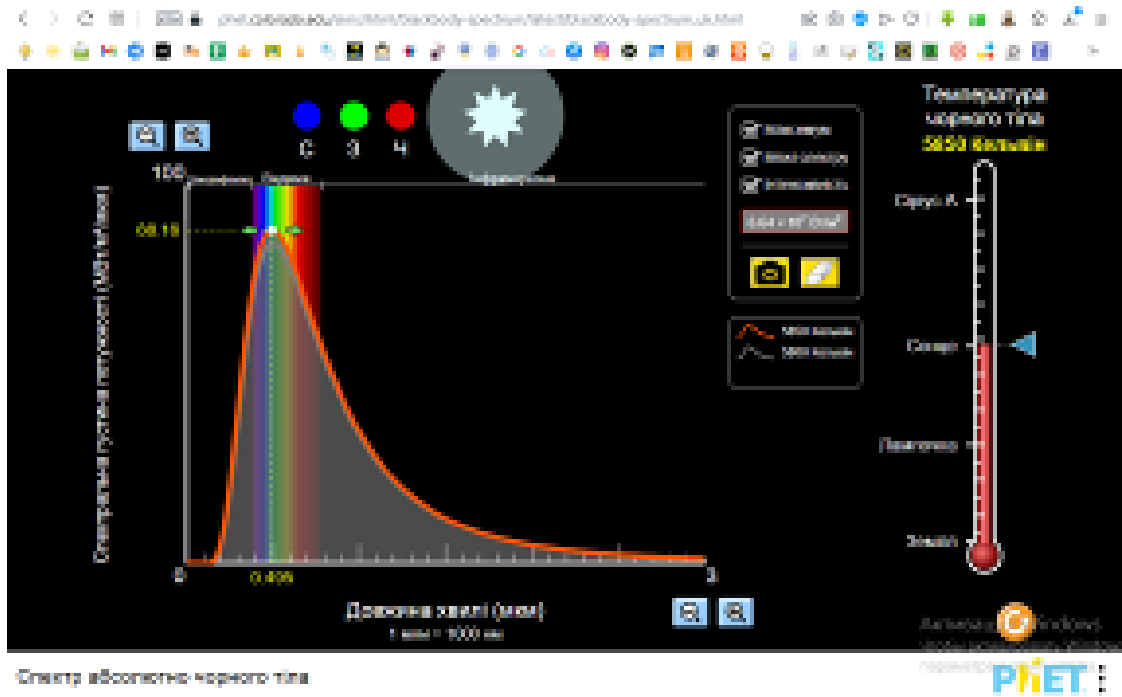


Рисунок 2.15 – Інтерфейс симуляції «Спектр абсолютно чорного тіла»

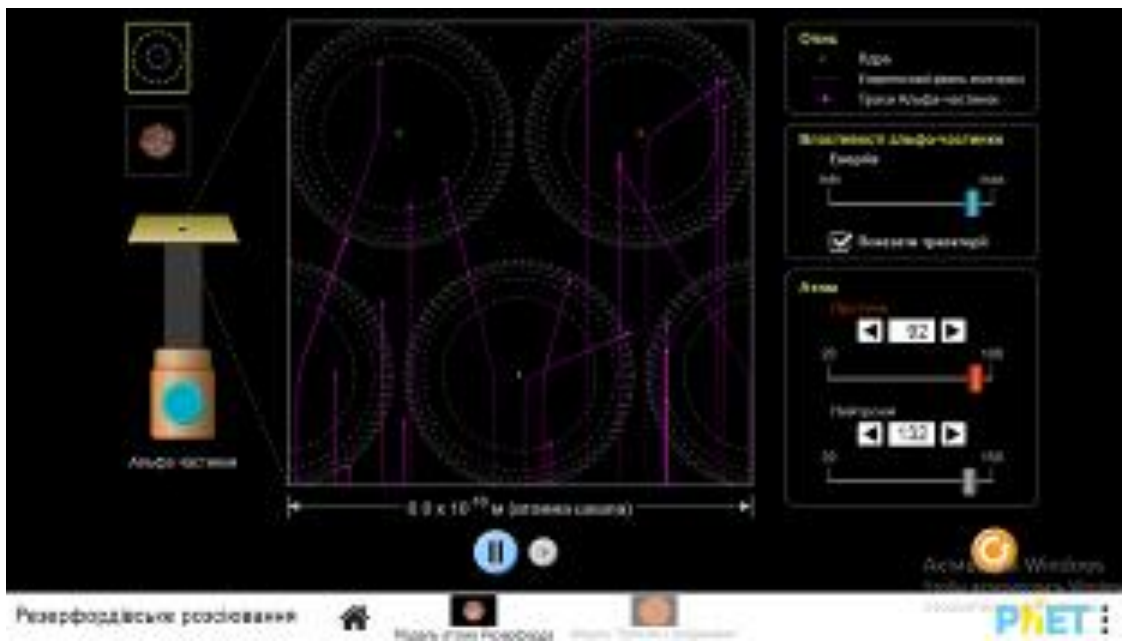


Рисунок 2.16 – Інтерфейс симуляції «Резерфордівське розсіювання»

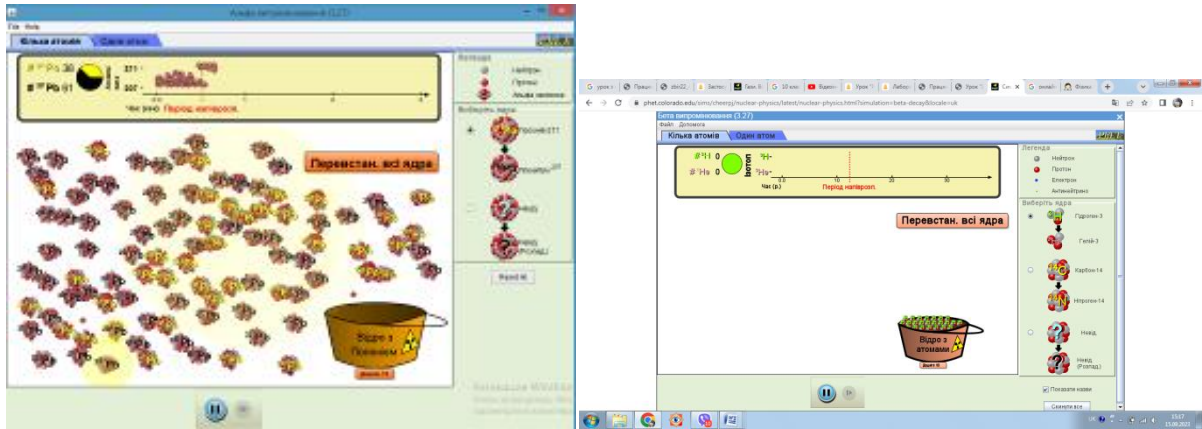


Рисунок 2.17 – Інтерфейс симуляції «Альфа- та бета- випромінювання»

Отже, використання сучасних комп'ютерних технологій значно підвищує інтерес до навчання, створює умови для розвитку, а також активізує пізнавальну діяльність учнів. Одночасне використання симуляторів фізичних явищ та віртуальних лабораторій з реальним експериментом сприяє формуванню у здобувачів освіти мотивації щодо дослідницької та експериментальної роботи, що в свою чергу сприяє зацікавленості здобувачів освіти у вивченні фізики.

2.2 Дослідницькі ланцюжки як метод підготовки до проведення експериментальних досліджень учнів

Нами запропоновано метод підготовки учнів до проведення експериментальних досліджень, що ґрунтується на використанні дослідницьких ланцюжків. Дослідницькі ланцюжки – це сукупність більш простих завдань. Працюючи із цими ланцюжками, учень розвиває:

- самостійність;
- критичне мислення;
- уміння вимірювати фізичні величини;
- обчислювальну компетентність;

- логічну компетентність;
- дослідницьку компетентність.

Виконання дослідницьких ланцюжків сприяє:

- підвищенню інтересу до вивчення фізики (урок більш видовищний, цікавий, привертає увагу до теми вивчення);
- більш глибокому розумінню суті фізичних процесів;
- розвиткові вміння самостійно проводити дослідження;
- кращому запам'ятовуванню матеріалу.

Переглянемо приклад фрагментів уроків з використанням дослідницьких ланцюжків на уроці фізики за дистанційного навчання.

Фрагмент уроку «Закони постійного струму».

Мета: узагальнити та систематизувати знання учнів з теми «Електричний струм. Закони постійного струму», розвивати творчі здібності здобувачів освіти, формувати науковий світогляд.

Тип уроку: узагальнення та систематизації знань.

Експериментальне дослідження законів постійного струму.

Вчитель дає учням цикл завдань. Учень відповідає на питання і практично перевіряє свою відповідь у Fhet симуляції.

За допомогою віртуальної лабораторії [9] складемо коло за схемою (рис. 3.1):

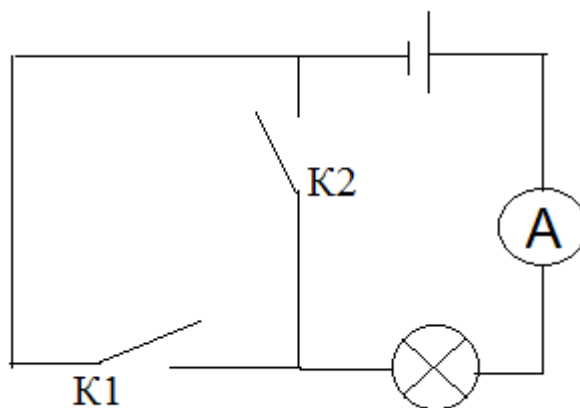


Рисунок 3.1 – Схема електричного кола

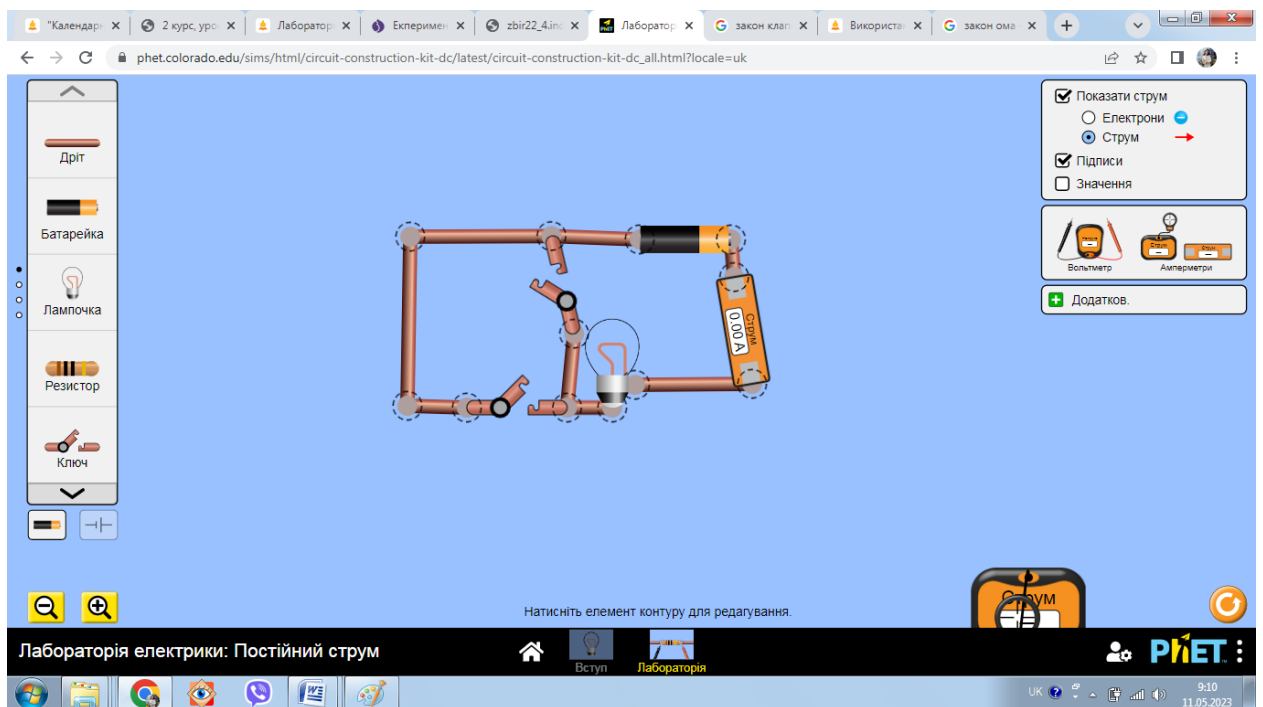


Рисунок 3.2 – Виконання завдання у середовищі Phet

1. Нехай обидва ключі замкнуті. Чи буде протікати струм через лампочку, якщо розімкнути ключ K2 ?
2. Чи зміниться інтенсивність світла лампи при розімкненні ключа K1?
3. Як зміниться сила струму, якщо обидва ключі розімкнути?
4. Знайти силу струму, якщо опір лампи $R=12$ Ом, а напруга на ній $U=36$ В?
5. Якщо замінити амперметр – резистором, чи зміниться інтенсивність світла лампи?
6. Які експериментальні дані необхідно виміряти, щоб знайти опір лампи в робочому стані?

Фрагмент уроку «Електроємність. Конденсатори».

Мета уроку: формувати знання про електроємність як фізичну величину, уявлення про конденсатори; розвивати спостережливість, уміння встановлювати зв'язки між фізичними величинами, логічне мислення, експериментальні навички, вміння робити висновки; виховувати до вивчення фізики.

Тип уроку: урок засвоєння нових знань.

Експериментальне дослідження конденсатора за допомогою віртуальної лабораторії [9].

Вчитель дає учням цикл завдань. Учень відповідає на питання і практично перевіряє свою відповідь у Fhet симуляції.

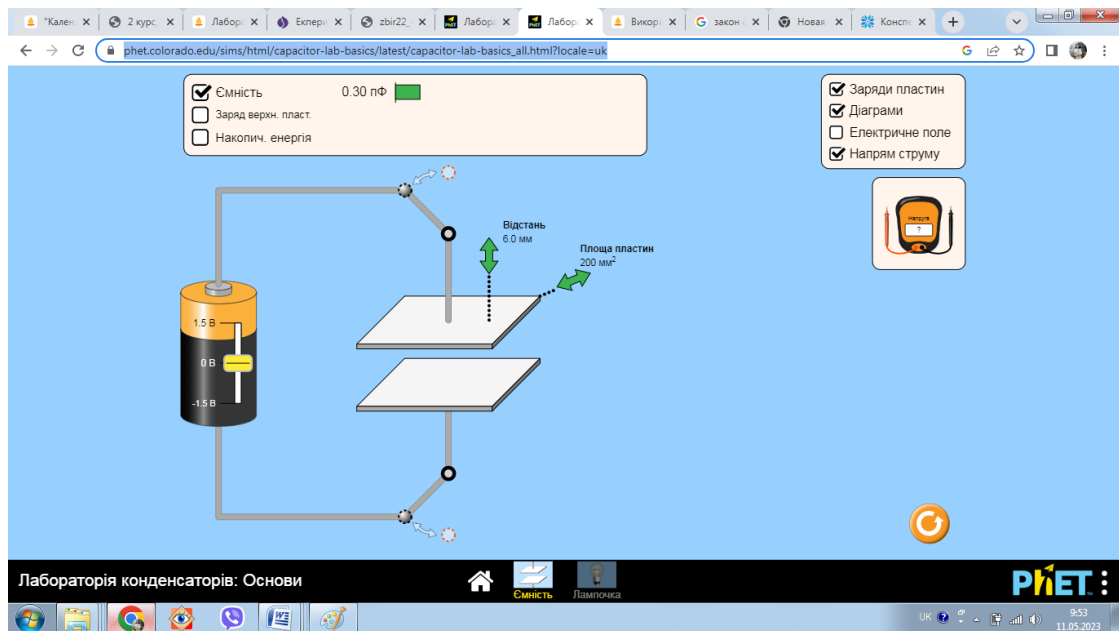


Рисунок 3.3 – Інтерфейс симуляції «Конденсатор»

1. Дослідіть залежність ємності конденсатора від відстані між обкладками, площі обкладок?
2. Як зміниться ємність плоского конденсатора, якщо збільшити робочу площу пластин у 2 рази?
3. Відстань між пластинами плоского конденсатора збільшили в 4 рази. Як змінилася ємність конденсатора?

4. Чи зміниться заряд на конденсаторі, якщо змінити відстань між його пластинами? Конденсатор відключений від джерела.
5. Обчисліть ємність повітряного конденсатора, площа пластин якого дорівнює 200мм^2 , а відстань між ними дорівнює 2мм .
6. Знайдіть енергію електричного поля того самого конденсатора.
7. Як зміниться ємність плоского конденсатора, якщо збільшити робочу площу пластин у 2 рази, а відстань зменшити у 3 рази?
8. Чи зміниться енергія електричного поля конденсатора при цьому?

Фрагмент уроку «Дослідження ізопроцесів»

Мета уроку: ввести поняття ізопроцесу, сформуванати уявлення про три газових закони для ізопроцесів; розвивати логічне мислення, творчу уяву та фізичну компетентність; виховувати інтерес до предмету.

Тип уроку. Комбінований.

Експериментальне дослідження ізопроцесів за допомогою віртуальної лабораторії [9].

Вчитель дає учням цикл завдань. Учень відповідає на питання і практично перевіряє свою відповідь у Phet симуляції.

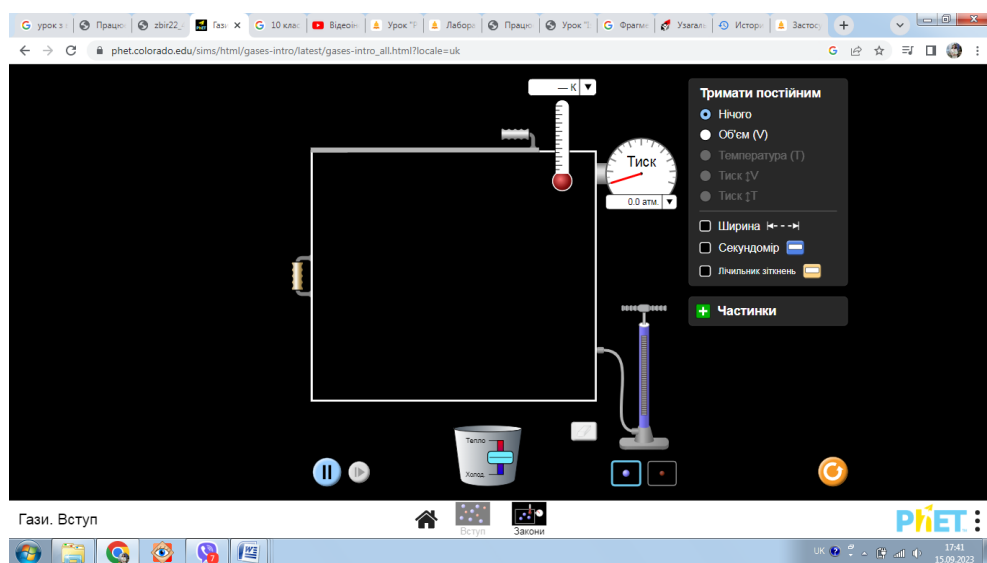


Рисунок 3.4 – Інтерфейс симуляції «Гази. Закони»

1. Що відбудеться з тиском, якщо зменшити об'єм резервуару з газом?
2. Що відбудеться з температурою, якщо збільшити об'єм резервуару з газом?
3. Як зміниться тиск газу, якщо збільшити об'єм резервуару у 3 рази, а температуру газу залишити незмінною?
4. Як зміниться тиск газу, якщо збільшити температуру у 5 разів, а об'єм резервуару не змінювати?
5. Як зміниться тиск газу, якщо збільшити температуру вдвічі, а об'єм збільшити у 4 рази?
6. Чи зміниться об'єм резервуару, якщо тиск зробити незмінним, а резервуар нагріти?
7. Як треба змінити об'єм резервуару, щоб тиск газу залишався незмінним при підвищенні температури у 3 рази?
8. Що відбудеться з тиском, якщо об'єм зробити постійним і при цьому нагрівати газ?

Отже, використання дослідницьких ланцюжків значно підвищує інтерес до навчання, створює умови для розвитку, а також активізує пізнавальну діяльність школярів. За допомогою таких дослідницьких ланцюжків учням буде легше та цікавіше здобувати знання, навіть під час самостійного вивчення теми. Адже учні будуть послідовно виконувати мікрозавдання, які пов'язані між собою.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент проводився на базі Лежинської гімназії Степненської сільської ради Запорізького району Запорізької області в групі 11 класу. Нами було розподілено дітей на дві навчальні групи так, щоб в кожній групі були діти приблизно з однаковим рівнем знань. Перша група – експериментальна (далі ЕГ), крім основного викладу навчального матеріалу (теорії і задачі), який пропонувався на уроці, використовувалися симулятори фізичних процесів та дослідницькі ланцюжки. Друга група учасників експерименту була контрольною (далі КГ). Вона засвоювала знання за стандартною програмою. Всього в експерименті взяли участь 12 учнів.

Під час проведення експерименту учнями вивчався розділ «Електродинаміка». Учасникам були запропоновані самостійні діагностичні роботи, які проводились на початку та в кінці педагогічного експерименту.

До складу першої самостійної роботи входили завдання в зміст яких входили такі поняття: електричний струм, опір, закон Ома, вольтметр, амперметр, резистор, напруга. Вона містила 2 задачі. Завдання 1-8 оцінювалось в 1 бал, 9, 10 – в 2 бали. За певну набрану кількість балів учень отримує відповідний результат: 1-3 бали – незадовільна оцінка (низький рівень), 4-7 – задовільна оцінка (середній рівень), 7-9 – добре (достатній рівень), 10-12 – відмінно (високий рівень).

Нижче наведені завдання самостійної роботи №1 за розділом «Електродинаміка», які учні розв'язували на початку експерименту.

1. В яких одиницях вимірюють силу струму?

А. В кулонах (Кл)

Б. В амперах (А)

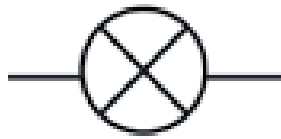
В. В омах (Ом)

Г. У вольтах (В)

2. $I = U / R$ це ...

- А. закон Ома для ділянки кола;
- Б. закон Ома для повного кола;
- В. закон Кулона;
- Г. Закон Ньютона;

3. Це умовне позначення використовується у електричних схемах для зображення



- А. дзвінка
- Б. запобіжника
- В. резистора
- Г. лампочки

4. Питомий опір електролітів зменшується з підвищенням температури тому, що...

- А.... зменшується середня квадратична швидкість руху молекул.
- Б. ... змінюється густина речовини.
- В.... збільшується кількість іонів за рахунок дисоціації молекул електроліту.
- Г. ... зменшується кількість іонів за рахунок рекомбінації.

5. Формула для визначення електричної напруги.

А. $R = \rho \frac{l}{S}$

Б. $U = \frac{A}{q}$

В. $I = \frac{q}{t}$

6. Укажіть співвідношення, яке завжди виконується в разі послідовного з'єднання двох провідників.

А. $U_1 = U_2$

Б. $I_1 = I_2$

В. $R_1 = R_2$

Г. $R_1 = 2R_2$

7. Як зміниться значення сили струму, якщо металевий провідник нагріти?

А. Не зміниться;

Б. Збільшиться;

В. Зменшиться;

Г. Визначити неможливо.

8. Учень, помилившись, увімкнув перед лампою вольтметр замість амперметра під час вимірювання сили струму в лампі. Укажіть, що відбудеться з розжаренням лампи?

А. Розжарення лампи зменшиться;

Б. Нитка перегорить;

В. Розжарення нитки збільшиться;

Г. Лампа не увімкнеться.

9. Резистори, опори яких 30 і 60 Ом, з'єднані послідовно й підключені до батареї. Напряга на першому резисторі 3 В. Яка напряга на другому резисторі?

А. 3 В

Б. 8 В

В. 9 В

Г. 6 В

10. Яка напряга між кінцями фехралевої дротини завдовжки 20 м і площею поперечного перерізу $0,65 \text{ мм}^2$, якщо сила струму становить 2 А? (Питомий опір фехралю $130 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$).

А. 36 В

Б. 220 В

В. 80 В

Г. 40 В

Наприкінці педагогічного експерименту учні виконували самостійну роботу №2, завдання якої були пов'язані з темами що вивчалися під час проведення експерименту. Нижче наведені завдання самостійної роботи №2.

1. Формула для обчислення силу струму.

A. $R = \rho \frac{l}{S}$

B. $U = \frac{A}{q}$

C. $I = \frac{q}{t}$

D. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

2. Укажіть співвідношення, яке завжди виконується в разі паралельного з'єднання двох провідників.

A. $U_1 = U_2$

B. $I_1 = I_2$

C. $R_1 = R_2$

D. $R_1 = 2R_2$

3. Формула для обчислення електричної напруги.

A. $R = \rho \frac{l}{S}$

B. $U = \frac{A}{q}$

C. $I = \frac{q}{t}$

D. $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$

4. Визначте силу струму в електричній лампі, якщо її спіраллю за 5 с проходить заряд 100 Кл.

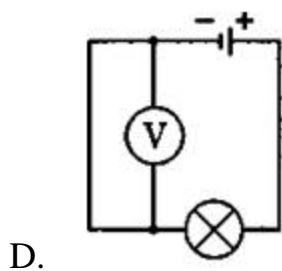
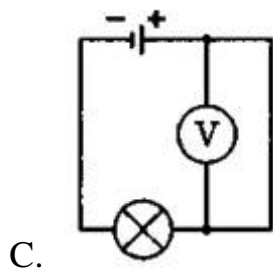
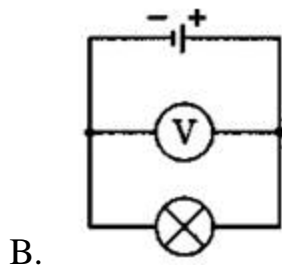
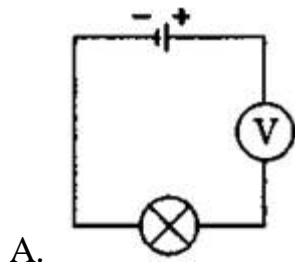
A. 500 А

B. 0,005 А

C. 20 А

D.105 A

5. На якому з рисунків правильно зображено схему підключення вольтметра для вимірювання напруги на лампочці?



6. Яка напруга на резисторі, опір якого 10 Ом, через який іде струм 0,5 А?

A. 5 В

B. 0,05 В

C. 20 В

D. 200 В

7. Два резистори, опори яких 20 Ом і 60 Ом, з'єднані послідовно. Знайти загальний опір цієї ділянки кола.

- A. 80 Ом
- B. 40 Ом
- C. 15 Ом
- D. 3 Ом

8. Два резистори, опори яких 20 Ом і 60 Ом, з'єднані паралельно. Знайти загальний опір цієї ділянки кола.

- A. 80 Ом
- B. 40 Ом
- C. 15 Ом
- D. 3 Ом

3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту

Проведений експеримент показав, що використання в навчальному процесі віртуальних симуляторів та дослідницьких ланцюжків сприяло кращому засвоєнню учнями знань. Результати учнів експериментальної групи були вищими у порівнянні з учнями контрольної групи.

Перед початком педагогічного експерименту учні обох груп виконали однакові самостійні роботи на теми, що були розглянуті в розділі «Електродинаміка». Був проведений аналіз рівня навчальних досягнень учнів з фізики (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 — Рівень навчальних досягнень учнів з фізики на початку експерименту

	Учні КГ	Учні ЕГ
Початковий	2	1
Середній	2	2
Достатній	1	2
Високий	1	1

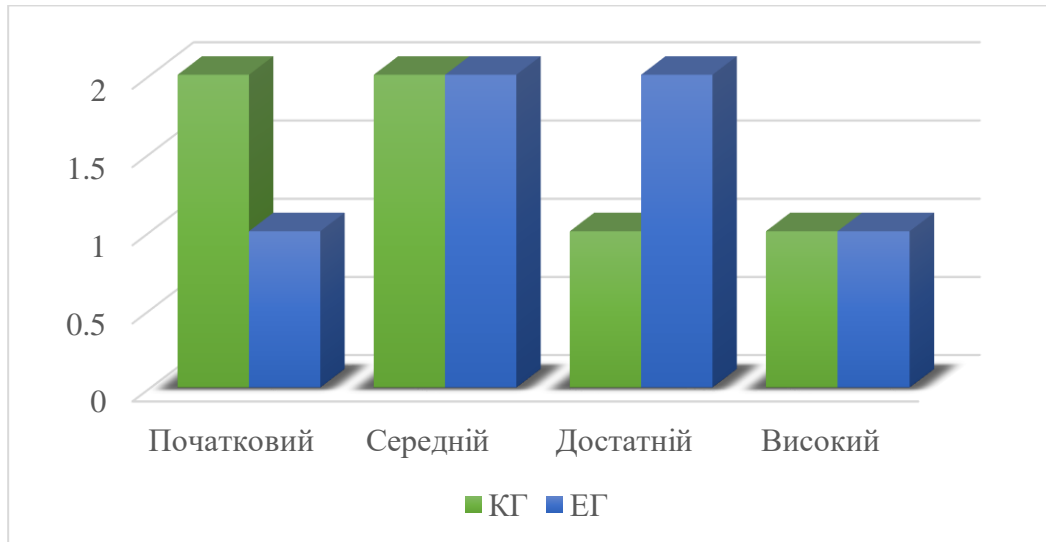


Рисунок 3.1 – Співставлення результатів навчальних досягнень учнів ЕГ та КГ на початку експерименту

Як бачимо, рівень підготовки учнів з обох груп приблизно однаковий. Тому отримані результати після проведення педагогічного експерименту можна вважати досить точними.

Під час проведення педагогічного експерименту навчання відбувалось в дистанційному форматі. В контрольному класі учні здобували знання за традиційною системою, виконували лабораторні роботи, переглядаючи відео досліду (мультимедійний додаток до підручника). В експериментальному класі учні не тільки засвоювали теоретичні знання, а й застосовували їх на практиці, використовуючи віртуальні симулятори фізичних процесів паралельно з дослідницькими ланцюжками. Результати другої самостійної роботи наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Результати самостійної роботи після проведення експерименту

Оцінка	Учні КГ	Учні ЕГ
1-3	1	0
4-6	2	1
7-9	2	3
10-12	1	2

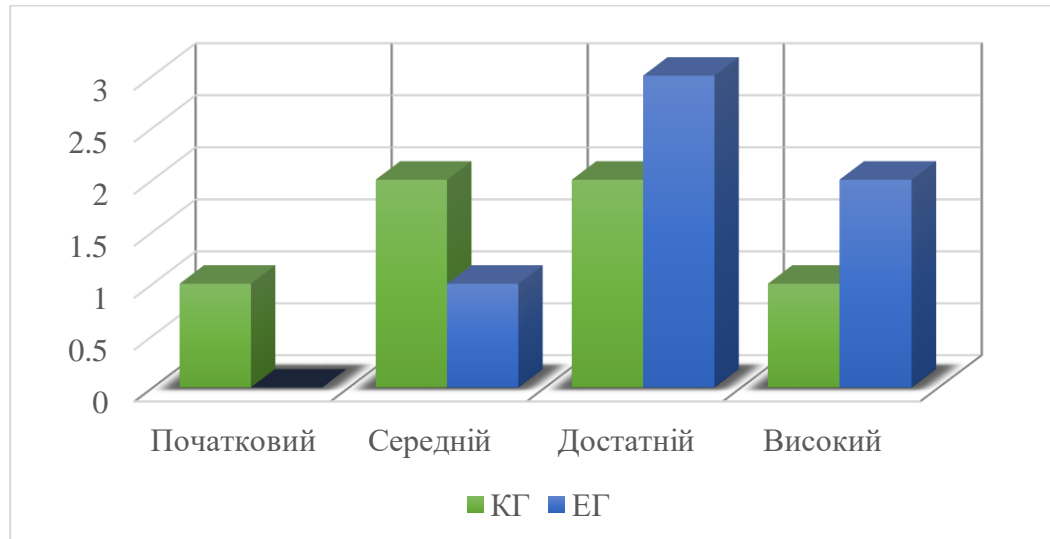


Рисунок 3.2 – Співставлення оцінок за самостійну роботу в ЕГ та КГ після проведення експерименту

Аналізуючи отримані результати видно, що учні експериментальної групи впорались із виконанням другої самостійної роботи краще, ніж учні з контрольної групи.

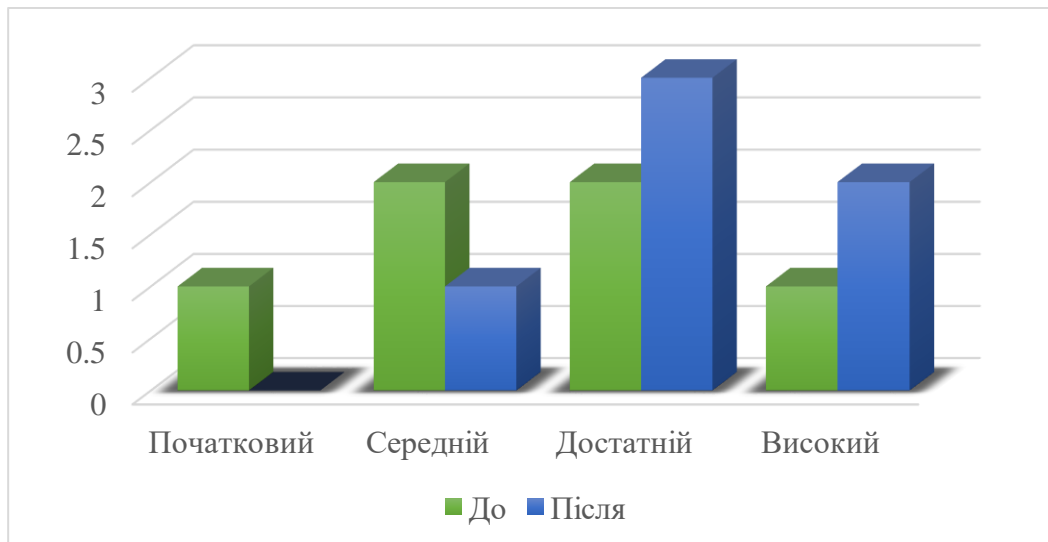


Рисунок 3.3 – Рівень знань учнів ЕГ до та після експерименту

З наведених даних бачимо, що рівень знань учнів експериментальної групи підвищився. В межах вивчення однієї теми один учень, що мав початковий рівень підвищив його до середнього, також один учень з середнім рівнем знань отримав 7-9 балів. Один учень зміг підвищити свої оцінки до достатнього рівня. Один учень що мав достатній рівень підвищити до високого рівня. Якість знань зросла з 50% до 83%, що є досить непоганим результатом.

Отже, впроваджено в навчальний процес з фізики запропоновані методичні засади до проведення лабораторних робіт за допомогою віртуальних симуляторів фізичних процесів, а також роботою з дослідницькими ланцюжками. Педагогічний експеримент довів ефективність цих засад, що дає підстави на подальше використання їх під час вивчення інших тем шкільного курсу фізики.

ВИСНОВКИ

Теоретичний аналіз наукової літератури та проведення дослідної роботи щодо особливостей використання симуляторів для організації експериментальних досліджень учнів з фізики за дистанційної форми навчання є підставою для наступних висновків:

1. З'ясовано умови використання симуляторів для організації експериментальних досліджень учнів з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання:

- симулятор має відповідати змісту теми, яка вивчається;
- використання симуляторів має допускати поетапне виконання дослідницької роботи;
- симулятор дозволяє проводити експериментальні роботи за кількома варіантами.

2. Розроблено методичні засади використання симуляторів фізичних процесів на підготовчому етапі проведення лабораторних робіт за допомогою веб-ресурса «AR Book» та сайту інтерактивних симуляцій PhET. Для організації експериментальних досліджень учнів застосовано метод дослідницьких ланцюжків, що полягає у розділенні експериментального дослідження на певну кількість більш простих проміжних етапів (задач). Наведено приклади дослідницьких ланцюжків, які можна використовувати на підготовчому етапі експериментальних досліджень.

3. Впроваджено в освітній процес з фізики запропоновані методичні засади. Доведено їх ефективність шляхом проведення педагогічного експерименту. Показано, що в умовах дистанційного навчання можливо забезпечити діяльнісний підхід та сприяти розвитку експериментаторських умінь учнів.

У перспективі ми плануємо використовувати розроблені методичні засади для підготовки учнів до конкурсів з фізики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дистанційне навчання. URL: http://khamelivskazosh.kr.sch.in.ua/uchnyam/distancijna_osvita/(дата звернення: 05.09.2023).
2. Досвід роботи з теми «Інформативно-комунікативні технології навчання». URL: <https://naurok.com.ua/dosvid-roboti-z-temi-informativno-komunikativni-tehnologi-navchannya-46225.html> (дата звернення: 05.09.2023).
3. Дистанційне навчання як елемент використання ІКТ у навчально-виховному процесі URL: https://pershschool2.ucoz.org/news/pedrada_distancijne_navchannja/2013-06-04-294(дата звернення: 05.09.2023).
4. Методична розробка "Фізичний експеримент" URL: <https://naurok.com.ua/metodichna-rozrobka-fizichniy-eksperiment-171300.html>(дата звернення: 05.09.2023).
5. Методика використання прикладних властивостей фізики: експериментальні роботи URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/010094y9-a5d9.doc.html>.(дата звернення: 05.09.2023).
6. Використання інтернет технологій для дослідження природніх явищ у шкільному курсі фізики URL: <http://surl.li/nmhjd> (дата звернення: 05.09.2023).
7. Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/74736.pdf>.(дата звернення: 05.09.2023).
8. Використання симуляції при викладанні нового матеріалу, розв'язуванні задач та проведенні лабораторних робіт з фізики URL: <https://naurok.com.ua/vikoristannya-simulyasi-pri-vikladanni-novogo>

- materialu-rozv-yazuvanni-zadach-ta-provedenni-laboratornih-robit-z-fiziki-206501.html. (дата звернення: 05.09.2023).
9. PhET - University of Colorado Boulder. URL https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_uk.html. (дата звернення: 05.09.2023).
 10. Застосування комп'ютерних симуляцій на уроках фізики під час дистанційного навчання. URL: <https://naurok.com.ua/zastosuvannya-kompyuternih-simulyaciy-na-urokah-fiziki-pid-chas-distanciynogo-navchannya-292037.html>. (дата звернення: 05.09.2023).
 11. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. Фізика та астрономія в сучасній школі. 2012. № 4 (99). С. 2–8.
 12. Професійне мовлення вчителя. Короткий словник термінів / [уклад. Л.П. Ходанич, Т.В. Палько]. Ужгород: Закарпатський інститут післядипломної педагогічної освіти, 2018. 84 с.
 13. Троцишин І. В. Новітня методологія та сучасні технічні засоби виконання шкільного лабораторного практикуму з фізики (електрика і магнетизм). *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2016. № 1. С. 193-207. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vott_2016_1_37 (дата звернення: 25.08.2023)
 14. Методика навчання фізики в середній школі: загальні питання / Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. 2003. URL: <http://fizmet.org> (дата звернення: 25.08.2023)
 15. Про освіту: Закон України від 05.09.2017р. № 2145-VIII. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 25.08.2023)
 16. Деякі питання організації дистанційного навчання: наказ Міністерства освіти і науки України від 08.09.2020 №1115, Міністерство юстиції України 28 вересня 2020 р. за №941/35224
 17. Алевтина Лотоцька, Оксана Пасічник. Методичні рекомендації: організація дистанційного навчання в школі. URL:

- <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recomendazii/2020/metodichni%20recomendazii-dustanciyna%20osvita-2020.pdf> (дата звернення: 30.08.2023)
18. Всеукраїнська школа онлайн. URL: <https://lms.e-school.net.ua> (дата звернення: 26.08.2023)
 19. В-Pro: На допомогу вчителю: 5 практичних порад, як провести дослідну роботу в умовах дистанційного навчання. URL: <https://b-pro.com.ua/statti/poglyad-eksperta.-laboratorni-roboti-v-umovah-distancijnogo-navchannya> (дата звернення: 02.09.2023)
 20. Головіна О.М. Методи й матеріали дистанційного викладання фізики. . URL:<https://vseosvita.ua/library/metodi-j-materiali-distancijnogo-vikladanna-fiziki-464328.html> (дата звернення: 02.09.2023)
 21. Дементієвська Н.В. Використання Інтернет-ресурсів для навчального експерименту з курсу фізики середньої школи. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/11084179.pdf> (дата звернення: 05.09.2023)
 22. Educalingo: словник для допитливих людей. URL: <https://educalingo.com/ru/dic-en> (дата звернення: 05.09.2023)
 23. Стаття «Симуляції» з Вікіпедії. URL <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D1%83%D0%B%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F> (дата звернення: 07.09.2023)
 24. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики // Фізикоматематична освіта. Науковий журнал. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2015. № 1 (4). С. 55-63.
 25. Язиков О.І. Використання інноваційних цифрових освітніх ресурсів «Симулятори» на уроках фізики в ПТНЗ / О.І. Язиков. URL: ptu.org.ua/files/Dopovid.doc (дата звернення: 10.09.2023)
 26. Zarozhets Oksana. Організація віртуальних лабораторних робіт з фізики для учнів 7-9 класів на базі сайту інтерактивних симуляцій «PHET COLORADO»: матер. VI Міжнародної дистанційної міждисциплінарної наукової конференції «Trends and directions of

- development of scientific approaches and prospects of integration of Internet technologies into society» (Stockholm, 23-26 лютого 2021 р.) С. 348-353. DOI – 10.46299/ISG.2021.I.VI.
27. PhET Interactive Simulation. URL: <https://phet.colorado.edu> (дата звернення: 20.09.2023).
 28. Ck-12. URL: <https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html> (дата звернення: 20.09.2023).
 29. JavaLab: сайт електронних симуляцій. URL: <https://javalab.org/en/> (дата звернення: 20.09.2023)
 30. Андреев А.М., Тихонська Н.І., Черкасова О.М. Авторський підхід до розроблення завдань відкритої обласної учнівської олімпіади з фізики у Запорізькому національному університеті: матер. Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (Мелітополь, 25-27 травня 2021 р.) / ред. кол. : В.М. Кюрчев, Н.Л. Сосницька, М.І. Шут та ін. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 235 – 238.
 31. Андреев А. М., Тихонська Н. І. Методи розвитку в учнів експериментаторських умінь в умовах дистанційної форми навчання. Педагогічні науки, 2020. Випуск 90. С. 22-27. URL: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2020-90-4>
 32. Фізика : підручник для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, О. О. Кірюхіна] ; за редакцією В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. // Харків: Видавництво «Ранок», 2017. С. 6-51.
 33. Фізика : підручник для 10 класу загальноосвітніх навчальних закладів / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, О. О. Кірюхіна] ; за редакцією В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. // Харків: Видавництво «Ранок», 2018. С. 237-268.
 34. Фізика : підручник для 11 класу загальноосвітніх навчальних закладів / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, О. О. Кірюхіна] ; за

- редакцією В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. // Харків: Видавництво «Ранок», 2019. С. 4-94.
35. Фізика 7-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів: наказ Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (дата звернення: 02.10.2023).
36. Фізика і астрономія: Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти: наказ Міністерства освіти і науки України від 24.11..2017 № 1539. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення: 02.10.2023).
37. Що таке дистанційна освіта: як вона працює? URL: <http://www.vsemisto.info/osvita/2355-sho-take-vysha-osvita-jakvona-prazjuje> (дата звернення: 20.09.2023).
38. Андрусенко Н.В. Дистанційне навчання в Україні // Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія: матеріали міжвузівського вебінару (м. Вінниця, 31 березня 2017 р.) / відп. ред. Л.Б.Ліщинська. Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ, 2017. 102 с.
39. Шарко В. Д. Підготовка вчителя до розвитку пізнавальної активності учнів засобами віртуального фізичного експерименту як методична проблема / В. Д. Шарко. Інформаційні технології в освіті. 2013. №14. С. 34–41.
40. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики // Фізико математична освіта. Науковий журнал. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2015. №1 (4). С. 55-63.
41. Бабаєва Н.А., Коробова І.В. Шкільний фізичний експеримент у 7-9 класах: навч.-метод. посіб. Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2014. 328 с.
42. Жарких Ю.С., Лисоченко С.В., Сусь Б.Б., Третяк О. В. Міждисциплінарний підхід до створення віртуальних лабораторних практикумів // Вісник національного університету «Львівська

політехніка». Львів: Видавництво Львівської політехніки. 2013. № 775. С. 29 – 34.

43. Садовий М.І., Вовкотруб В.П., Трифонова О.М. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навчальний посібник [для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл.]. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 252 с.
44. Віртуальні лабораторії – Репозиторій цифрових ресурсів URL <https://ele.zp.ua/repository/home/labs/>. (дата звернення: 02.10.2023).
45. Наука онлайн: онлайн-лабораторії з хімії та фізики URL: <https://chmnu.edu.ua/nauka-onlajn-onlajn-laboratoriyi-z-himiyi-ta-fiziki/>. (дата звернення: 02.10.2023).
46. Найкращі інтернет-ресурси та віртуальні лабораторії для проведення дистанційних уроків. URL: <https://myronivka-osvita.gov.ua/najkraschi-internetresursi-ta-virtualni-laboratorii-dlya-provedennya-distancijnih-urokiv-10-16-41-25-03-2021/>. (дата звернення: 02.10.2023).
47. Методичні рекомендації "Лабораторні роботи з фізики". URL: <https://naurok.com.ua/metodichni-rekomendaci-laboratorni-roboti-z-fiziki-235549.html>. (дата звернення: 02.10.2023).
48. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з шкільного курсу фізики та методики її викладання (для студентів фізико-математичного факультету). URL: <http://surl.li/nmhvg>. (дата звернення: 02.10.2023).
49. Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023»: у 5 т. / Запорізький національний університет. – Запоріжжя : ЗНУ, 2023. – С.293.