МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **«ВИКОРИСТАННЯ ДОМАШНІХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕКСПЕРИМЕНТАТОРСЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ»**

Виконав студент: 2 курсу, групи 8.0143-ф
спеціальності 014 Середня освіта
(шифр і назва спеціальності)
предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика і астрономія)
освітньої програми Середня освіта (Фізика і астрономія)
О.С. Фесенко
(ініціали та прізвище)

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

Рецензент кандидат педагогічних наук, доцент, вчитель фізики та астрономії Запорізької гімназії №28 Запорізької міської ради Запорізької області Точиліна Т. М.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2024

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 і астрономія)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
загальної та прикладної фізики,
професор, доктор пед. н.
_____ **Андрєєв А.М.**
(підпис)

« ____ » _____ 2024р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Фесенкові Олександру Сергійовичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Використання домашніх лабораторних робіт для розвитку експериментаторських умінь учнів з фізики в умовах дистанційної форми навчання

керівник роботи Андрєєв Андрій Миколайович, д. пед. наук, професор
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 01 » березня 2024 року № 385-С

2. Строк подання студентом роботи 18.11.2024

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 10.06.2024

К А Л Е Н Д А Р Н И Й П Л А Н

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	21.06.2024	
2.	Збір вихідних даних.	05.07.2024	
3.	Обробка методичних та теоретичних	13.07.2024	
	джерел.		
4.	Розробка першого та другого розділу.	25.08.2024	
5.	Розробка третього розділу.	01.10.2024	
6.	Оформлення та нормоконтроль	18.11.2024	
	кваліфікаційної роботи.		
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	11.12.2024	

Студент _____ О. С. Фесенко
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ А. М. Андрєєв
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ А. М. Андрєєв
(підпис) (ініціали та прізвище)

Реферат

Кваліфікаційна робота магістра «Використання домашніх лабораторних робіт для розвитку експериментаторських умінь учнів з фізики в умовах дистанційної форми навчання»: 43 с., 3 рис., 2 табл., 45 джерел.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ФІЗИКИ, ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА НАВЧАННЯ, ЕЛЕКТРОННІ СИМУЛЯТОРИ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЕКСПЕРИМЕНТАТОРСЬКІ ВМІННЯ З ФІЗИКИ.

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

Мета роботи: обґрунтування методичних підходів до проведення лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання у закладах загальної середньої освіти.

Методи дослідження – аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна дослідження полягає в розробці методичних засад для організації і проведення домашніх лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання для розвитку в учнів експериментаторських умінь з фізики в умовах дистанційної форми навчання.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що розроблені методичні засади можуть бути використані вчителями фізики для забезпечення більш глибокого розуміння учнями фізичних явищ через активну участь у експериментах, адаптації домашніх лабораторних робіт до індивідуальних потреб та темпу роботи кожного учня, залучення батьків до освітнього процесу через спільне виконання лабораторних робіт вдома. Запропоновані методичні рекомендації сприятимуть залученню учнів до експериментальної діяльності, розвитку їхньої предметної компетентності з фізики.

SUMMARY

Master's qualification work "The use of home laboratory work for the development of experimental skills of students in physics in the conditions of distance learning": 43 p., 3 fig., 2 table., 45 sources.

PHYSICS LABORATORY WORK, DISTANCE LEARNING, ELECTRONIC SIMULATORS OF PHYSICAL PROCESSES, PREPARATORY EXERCISES FOR PHYSICS LABORATORY WORK.

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

The purpose of the work: is to substantiate methodological approaches to conducting laboratory work in physics in the conditions of distance learning in secondary education institutions.

Research methods are analytical, empirical, and experimental.

The scientific novelty of the results obtained lies in the use of non-standard approaches to conducting laboratory work in physics in the conditions of distance learning, in particular, using household equipment and simulators.

The practical significance of the study is that the developed methodological principles can be used by physics teachers to ensure a deeper understanding of physical phenomena by students through active participation in experiments, adaptation of home laboratory work to the individual needs and pace of work of each student, involvement of parents in the educational process through joint performance of laboratory work at home. The proposed methodological recommendations will contribute to the involvement of students in experimental activities, the development of their subject competence in physics.

ЗМІСТ

Реферат 4
SUMMARY 5
Зміст 6
Вступ 7
1 РОЗВИТОК ЕКСПЕРИМЕНТАТОРСЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ 9
1.1 Лабораторні роботи з фізики як метод розвитку експериментаторських умінь учнів 9
1.2 Особливості проведення лабораторних робіт з фізики за дистанційної форми навчання 12
2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ДОМАШНІХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕКСПЕРИМЕНТАТОРСЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ 15
2.1 Особливості розроблення домашніх лабораторних робіт з фізики для дистанційної форми навчання 15
2.2 Особливості проведення домашніх лабораторних робіт з фізики за дистанційної форми навчання 17
2.3 Розвиток експериментальних навичок через симуляційне моделювання в рамках домашніх лабораторних робіт 21
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ 33
3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту 33
3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту 37
ВИСНОВКИ 41
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 43

ВСТУП

Проведення лабораторних робіт з фізики завжди було невід'ємною частиною освітнього процесу, оскільки саме експериментальна діяльність дозволяє учням перевіряти теоретичні знання на практиці, розвивати спостережливість, аналітичні навички та формувати науковий світогляд. Однак, пандемія COVID-19 внесла суттєві корективи в організацію освітнього процесу, зокрема, перевівши навчання в онлайн-формат. Це поставило перед педагогами нові виклики, серед яких – забезпечення якісного проведення лабораторних робіт у дистанційному режимі.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки нових підходів до організації лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання, які б дозволили зберегти високий рівень залученості учнів до освітнього процесу та забезпечити ефективний розвиток їхніх експериментаторських умінь.

Мета роботи полягає у розробленні методичних засад використання домашніх лабораторних робіт з фізики для розвитку експериментаторських умінь учнів з фізики в умовах дистанційної форми навчання.

Для досягнення поставленої мети були поставлено такі *завдання:*

1. З'ясувати проблемні питання розвитку експериментаторських умінь учнів з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.
2. Розробити методичні засади використання симуляторів фізичних процесів на підготовчому етапі проведення лабораторних робіт.
3. Розробити методичні засади проведення лабораторних робіт з фізики за допомогою побутового обладнання в умовах дистанційної форми навчання.
4. 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 домашніх лабораторних робіт з фізики за дистанційної форми навчання як метод розвитку експериментаторських умінь учнів з фізики в умовах дистанційної форми навчання.

Методи дослідження: аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна дослідження полягає в розробці методичних засад для організації і проведення домашніх лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання для розвитку в учнів умінь з фізики в умовах дистанційної форми навчання.

Методичні засади включать в себе детально розроблені сценарії лабораторних робіт з використанням як програмних симуляторів фізичних процесів, так і доступного побутового обладнання.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що розроблені методичні засади можуть бути використані вчителями фізики для забезпечення більш глибокого розуміння учнями фізичних явищ через активну участь у експериментах, адаптації домашніх лабораторних робіт до індивідуальних потреб та темпу роботи кожного учня, залучення батьків до освітнього процесу через спільне виконання лабораторних робіт вдома. Запропоновані методичні рекомендації сприятимуть залученню учнів до експериментальної діяльності, розвитку предметної компетентності з фізики.

Результати дослідження були апробовані на університетській науково-практичній конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука – 2024», яка відбулася 17-22 квітня 2024 року [1], а також на науково-методичному семінарі кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ (протокол № 4 від 18 листопада 2024 р.).

Кваліфікаційна робота магістра містить: вступ, три розділи, висновки, перелік посилань (45 джерел), 3 рисунка, 2 таблиці.

1 РОЗВИТОК ЕКСПЕРИМЕНТАТОРСЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

1.1 Лабораторні роботи з фізики як метод розвитку експериментаторських умінь учнів

Лабораторні роботи з фізики є важливим засобом формування експериментаторських умінь учнів, які грають ключову роль у підготовці до подальшої самостійної наукової діяльності. Сучасна школа ставить перед учнями завдання оволодіти не лише теоретичними знаннями, а й розвинути практичні навички, необхідні для розв’язання реальних наукових і технічних проблем. У цьому процесі фізика, як навчальна дисципліна, відіграє важливу роль у розвитку ключових компетентностей учнів, таких як дослідницькі вміння та здатність до самостійного навчання.

Лабораторні роботи дозволяють учням застосовувати отримані знання на практиці, що сприяє формуванню експериментаторських умінь і розвитку критичного мислення. Відповідно до Державного стандарту базової і повної середньої освіти [1], вивчення предметів природничого циклу передбачає не лише засвоєння теорії, але й розвиток навичок самостійного експериментування, що є одним з основних елементів навчальної діяльності в школі.

У науково-методичній літературі поняття «лабораторна робота» має різні трактування. Наприклад, у «Короткому словнику термінів для професійного мовлення вчителя» лабораторна робота визначається як один з видів навчальної діяльності, що передбачає вивчення природних явищ за допомогою спеціального обладнання [2]. З іншого боку, в «Енциклопедії професійної освіти» лабораторна робота описується як самостійна практична робота учнів, метою якої є закріплення теоретичних знань і розвиток навичок самостійного експериментування [3]. Отже, лабораторна робота – це форма

організації освітнього процесу, яка забезпечує учням можливість особисто проводити експерименти для підтвердження або спростування теоретичних положень, отриманих під час вивчення фізики.

Лабораторні роботи в навчанні фізики реалізують діяльнісний підхід, який орієнтований на активну участь учнів у навчальному процесі через виконання практичних завдань [4]. Цей підхід забезпечує розвиток як інтелектуальних, так і практичних навичок, таких як планування експерименту, постановка мети, виконання вимірювань, аналіз отриманих результатів і формулювання висновків.

Під час виконання лабораторних робіт учні розвивають комплекс експериментаторських умінь, що охоплюють як інтелектуальні, так і практичні навички. До експериментаторських умінь відносяться:

- Формулювання мети та завдань експерименту – учні вчаться ставити перед собою конкретні завдання, виходячи з проблем, які вони мають вирішити під час дослідження.
- Аналіз і обробка результатів – важливим етапом є вміння правильно інтерпретувати отримані дані та робити науково обґрунтовані висновки.
- Оцінка похибок – учні навчаються розраховувати можливі похибки вимірювань та враховувати їх під час аналізу результатів.
- До практичних умінь, що формуються під час лабораторних робіт, належать:
- Збір експериментальної установки – вміння правильно організувати роботу з обладнанням та дотримуватися інструкцій.
- Проведення вимірювань – точне та правильне вимірювання фізичних величин є важливим елементом лабораторної роботи.
- Спостереження та дослідження – учні вчаться спостерігати за перебігом експерименту, фіксувати зміни та робити висновки на основі отриманих результатів.

Лабораторні роботи можуть бути класифіковані за різними ознаками. За змістом вони поділяються на лабораторні роботи з механіки, електродинаміки, квантової фізики та інших розділів фізики. За місцем у навчальному процесі їх можна поділити на попередні, ілюстративні та підсумкові роботи. За ступенем самостійності учнів лабораторні роботи бувають перевірочними, евристичними і творчими [5].

Фронтальні лабораторні роботи виконуються одночасно всіма учнями під керівництвом учителя, використовуючи однакове обладнання. Практикуми проводяться наприкінці великих тем, коли учні працюють більш самостійно і узагальнюють свої знання. Домашні експерименти дозволяють учням використовувати доступні їм матеріали для проведення фізичних дослідів вдома, що сприяє розвитку самостійності та підвищенню інтересу до предмету.

Значення лабораторних робіт для формування експериментаторських умінь

лабораторні роботи є важливим інструментом у формуванні дослідницьких навичок та розвитку критичного мислення учнів. Вони сприяють:

- Підвищенню мотивації – виконання практичних завдань робить навчання більш цікавим та привабливим для учнів.
- Розвитку наукового мислення – учні вчаться будувати причинно-наслідкові зв’язки між явищами та формулювати обґрунтовані висновки.
- Оволодінню практичними навичками – учні отримують досвід роботи з фізичними приладами, що є важливим елементом їхньої наукової підготовки.

Таким чином, лабораторні роботи з фізики не тільки допомагають учням краще зрозуміти теоретичний матеріал, але й сприяють розвитку їхніх дослідницьких умінь, що є необхідними для повноцінної наукової діяльності у майбутньому.

1.2 Особливості проведення лабораторних робіт з фізики за дистанційної форми навчання

В умовах дистанційного навчання лабораторні роботи з фізики потребують особливої організації та підходів для забезпечення якісного освітнього процесу. Дистанційна форма навчання надає можливість реалізувати освітній процес у віддаленому форматі, використовуючи сучасні інформаційно-комунікаційні технології [6]. Зокрема, така форма навчання стала актуальною під час карантинних обмежень, викликаних пандемією COVID-19, коли навчальні заклади були вимушені перейти на дистанційне навчання. Проте організація лабораторних робіт у цих умовах стикається з низкою викликів і особливостей, які важливо враховувати.

Переваги та проблеми дистанційного навчання у контексті лабораторних робіт

Дистанційне навчання має кілька переваг, таких як гнучкість у графіку навчання, можливість навчання у власному темпі та доступ до великої кількості онлайн-ресурсів [7]. Учні можуть використовувати сучасні технології, які дозволяють отримувати знання з фізики у зручний спосіб, незалежно від місця перебування. Вони мають доступ до різних платформ, що пропонують інструменти для проведення онлайн-занять, таких як симуляції, віртуальні лабораторії та інші освітні технології.

Однак разом із цим дистанційне навчання ставить перед учнями і вчителями нові виклики [8]. Відсутність безпосереднього доступу до реальних фізичних приладів і матеріалів, які використовуються у шкільних лабораторіях, стає серйозною перешкодою для проведення експериментальних робіт. Також виникають проблеми з контролем за дотриманням техніки безпеки під час виконання дослідів вдома, оскільки вчитель не може особисто слідкувати за процесом [9]. Ще однією проблемою є недолік обладнання вдома в учнів, що ускладнює виконання багатьох експериментів.

Використання віртуальних лабораторій і симуляторів. Одним із важливих рішень для проведення лабораторних робіт у дистанційному форматі є застосування віртуальних лабораторій та симуляторів. Ці інструменти дозволяють моделювати фізичні експерименти в онлайн-форматі, забезпечуючи учнів можливістю виконувати досліди, які у звичайних умовах потребують спеціального обладнання [10]. Віртуальні симулятори, такі як Google Physics Labs, дозволяють учням експериментувати з різними параметрами і вивчати фізичні явища без ризику для здоров'я і без використання дорогих приладів.

Переваги використання віртуальних лабораторій полягають у тому, що учні можуть візуалізувати складні фізичні явища, змінювати параметри експерименту в реальному часі, виконувати багаторазові випробування і отримувати точні результати для аналізу [11]. Крім того, учні можуть зберігати результати своїх експериментів і порівнювати їх з теоретичними значеннями.

Проте, не зважаючи на переваги віртуальних симуляторів, їх використання не може повністю замінити реальні фізичні досліди. Практичні навички роботи з обладнанням, які є важливими для учнів, формуються лише під час виконання реальних експериментів, коли учні безпосередньо взаємодіють з приладами, виконують вимірювання і фіксують результати.

Домашні експерименти як засіб проведення лабораторних робіт

Одним з альтернативних підходів до проведення лабораторних робіт за дистанційної форми навчання є організація домашніх експериментів. Учням пропонуються прості досліди, для яких не потрібне спеціальне шкільне обладнання, а використовуються доступні у побуті матеріали. Наприклад, для проведення дослідів з вимірювання густини речовини можна використовувати побутові ваги, мірний стакан або навіть пластикові пляшки з водою.

Основні вимоги до домашніх лабораторних робіт є такі:

- Безпека. Учні повинні виконувати досліди без ризику для здоров'я, використовуючи безпечні матеріали.

- Простота. Лабораторні роботи мають бути легко виконуваними, без потреби в складному обладнанні.
- Наявність зворотного зв’язку. Важливо, щоб учитель отримував результати виконаних робіт у вигляді звітів, відео або фото виконаних експериментів.
- Мінімальні витрати. Учні повинні мати можливість виконувати роботи без додаткових фінансових витрат.
- Домашні експерименти допомагають учням не лише закріплювати знання, але й розвивати самостійність, здатність до планування експерименту та аналізу результатів.

Іншим варіантом проведення дистанційних лабораторних робіт є використання цифрових лабораторій [12]. Цифрова лабораторія – це набір спеціальних датчиків і програмного забезпечення, які дозволяють проводити фізичні експерименти в цифровому середовищі. Учитель може проводити уроки в синхронному режимі, використовуючи цифрові датчики, а учні – отримувати результати вимірювань, аналізувати їх і робити висновки.

Такі лабораторії надають можливість учням працювати з реальними даними, отриманими за допомогою цифрових приладів, що підвищує якість виконання експериментів і полегшує їхній аналіз [13].

Отже, проведення лабораторних робіт з фізики за дистанційної форми навчання має свої особливості та труднощі, проте використання сучасних технологій, таких як віртуальні симулятори та цифрові лабораторії, дозволяє значною мірою компенсувати відсутність реальних фізичних приладів. Домашні експерименти є також важливим інструментом для розвитку експериментаторських умінь учнів, що дозволяє їм самостійно проводити дослідження та аналізувати результати. Незважаючи на це, дистанційне навчання не може повністю замінити безпосередній контакт з реальними фізичними приладами, тому важливо поєднувати різні форми навчання для досягнення максимальної ефективності.

2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ДОМАШНІХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЕКСПЕРИМЕНТАТОРСЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

2.1 Особливості розроблення домашніх лабораторних робіт з фізики для дистанційної форми навчання

В умовах дистанційного навчання розробка домашніх лабораторних робіт з фізики вимагає адаптації методів та інструментів для забезпечення можливості виконання експериментів учнями вдома [14]. Основною метою таких робіт є збереження навчальної цінності лабораторних дослідів, але з використанням простого обладнання та матеріалів, які легко знайти у повсякденному житті.

Вимоги до домашніх лабораторних робіт.

- Використання доступних матеріалів. У процесі розробки домашніх лабораторних робіт важливо передбачити використання простого обладнання, яке учні можуть легко знайти вдома або придбати без значних фінансових витрат. Наприклад, для проведення вимірювань у фізичних дослідах можна використовувати побутові ваги, лінійку, гумки, пластикові пляшки, склянки, воду та інші поширені предмети (як зазначено в прикріпленому файлі). Такий підхід дозволяє учням виконувати експерименти без спеціалізованого лабораторного обладнання.
- Простота виконання. Лабораторні роботи мають бути зрозумілими та чітко структурованими. Учень повинен отримати чіткі інструкції, які описують кожен крок експерименту[15]. Це дозволяє забезпечити якісне виконання завдання навіть за відсутності безпосередньої допомоги вчителя.

- Безпека. Оскільки роботи виконуються в домашніх умовах без постійного нагляду вчителя, особливу увагу слід приділяти безпеці учнів під час виконання експериментів. Необхідно уникати завдань, які можуть бути небезпечними або потребувати використання спеціалізованих інструментів, що не є доступними вдома.
- Адаптація завдань для дистанційного виконання. Лабораторні роботи повинні бути адаптовані до умов дистанційного навчання, тобто забезпечувати можливість учням самостійно виконати експеримент, фіксувати результати та надавати звіти у зручному форматі (фото, відео, текстові звіти). Це дозволяє вчителю перевіряти роботи учнів дистанційно та надавати індивідуальний зворотний зв’язок.

У звіті повинні бути такі елементи:

- Фото або відео процесу вимірювань;
- Розрахунки;
- Висновок з результатами обчислення.

Переваги. Учні можуть виконати експеримент самостійно вдома, спостерігати фізичні явища, робити вимірювання та аналізувати результати.

Важливою перевагою такого підходу є можливість розвитку у школярів критичного мислення та експериментаторських навичок. Виконуючи домашні лабораторні роботи, учні вчаться самостійно планувати дослідження, виконувати вимірювання та робити висновки на основі власних спостережень. Крім того, такий формат робіт дозволяє вчителю контролювати якість виконання завдання через надання фото або відео-звітів, що є ефективним інструментом для дистанційної перевірки знань та вмінь учнів [45].

Отже, розробка домашніх лабораторних робіт для дистанційної форми навчання повинна враховувати використання доступних матеріалів, простоту інструкцій та можливість для учнів самостійно виконувати експерименти. Це дозволить зберегти високу якість освітнього процесу навіть за умов дистанційного навчання.

2.2 Особливості проведення домашніх лабораторних робіт з фізики за дистанційної форми навчання

Проведення домашніх лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання має свої специфічні особливості. Через відсутність доступу до спеціалізованого лабораторного обладнання в шкільних умовах, учні змушені виконувати експерименти вдома, використовуючи прості підручні матеріали. Такі роботи допомагають розвивати експериментаторські навички, незважаючи на обмеження, що накладає дистанційна форма навчання.

Включення домашніх лабораторних робіт до навчальної програми. Згідно з програмою з фізики, вивчення предмета в 10-11 класах [18] передбачає обов'язкове виконання лабораторних робіт, які є частиною освітнього процесу. За класичною програмою, для учнів 10 класу на лабораторні роботи відводиться певна кількість годин, які можна частково виконувати в домашніх умовах. Наприклад, деякі лабораторні роботи вчитель може рекомендувати виконати вдома, якщо це дозволяють умови та наявні матеріали.

Під час дистанційного навчання домашні експерименти стають альтернативою звичайним лабораторним роботам, що проводяться в шкільних лабораторіях. Наприклад, робота з вимірювання періоду коливань маятника або визначення густини речовин може бути виконана вдома за допомогою підручних матеріалів

Використання простого обладнання для домашніх лабораторних робіт

Одна з основних особливостей проведення домашніх лабораторних робіт полягає в необхідності використовувати просте та доступне обладнання. Для цього учні можуть використовувати побутові предмети, такі як:

- вимірювальні прилади: кухонні ваги для вимірювання маси, лінійка або рулетка для вимірювання довжини;

- посудини для рідин: мірний стакан або будь-яка посудина з поділками для визначення об’єму;
- домашнє обладнання: пружини, гумки, пластикові пляшки, склянки тощо.

Такі прості засоби дозволяють учням виконувати експерименти, не потребуючи спеціалізованого лабораторного обладнання [38]. Крім того, вчитель може адаптувати завдання, щоб зробити їх доступними для виконання в домашніх умовах.

Проведення домашніх лабораторних робіт. Під час виконання домашніх лабораторних робіт важливо, щоб учні не тільки повторювали етапи експерименту, але й розуміли їхній сенс і могли самостійно робити висновки. Успішне виконання лабораторних робіт вимагає від учнів певного рівня самостійності та організованості [19].

Приклади домашньої лабораторної роботи.

Лабораторна робота для учнів 10 класу з теми «Визначення густини твердого тіла неправильної форми», коли вони повторюють поняття густини, маси та об’єму, а також пригадують принцип Архімеда.

Лабораторна робота № 1

Тема: Визначення густини твердого тіла неправильної форм.

Мета: Навчитися визначати густину твердих тіл неправильної форми за допомогою вимірювання їхньої маси та об’єму.

Обладнання: кухонні ваги для вимірювання маси; мірний стакан або будь-яка посудина з відомим об’ємом, наприклад, мірна склянка; вода; тверде тіло неправильної форми, яке не розчиняється у воді та тоне (наприклад, камінь).

Хід роботи:

1. Вимірювання маси:

Зважте обране тверде тіло на кухонних вагах та запишіть його масу m у грамах;

2. Вимірювання об’єму методом витіснення:

Налийте в мірний стакан певний об’єм води (наприклад, 100 мл) та запишіть цей об’єм як V_1;

Обережно опустіть тверде тіло у воду, стежачи, щоб не утворювалися бульбашки повітря.

Виміряйте новий об’єм води з тілом та запишіть його як V_2;

Розрахуйте об’єм тіла за формулою: $V = V_2 - V_1$;

3. Визначте густину тіла за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

де ρ – густина, m – маса, V – об’єм;

Запишіть отримане значення густини в грамах на кубічний сантиметр (г/см³).

4. У висновку зазначити: одержане значення густини, який метод був застосований та на чому він базується.

Наступна лабораторна робота для учнів 10 класу допомагає учням зрозуміти поняття тертя та його залежність від властивостей поверхонь, а також розвиває навички проведення експериментів і аналізу отриманих даних.

Лабораторна робота № 2

Тема: Визначення коефіцієнта тертя ковзання між двома поверхнями

Мета: Визначити коефіцієнт тертя ковзання між двома поверхнями за допомогою простих підручних матеріалів.

Обладнання: дерев’яна або пластикова дошка (як похила площина); невеликий брусок або коробка (як тіло, що ковзає); лінійка або рулетка для вимірювання висоти та довжини похилої площини; транспортир для вимірювання кута нахилу (за наявності).

Хід роботи:

1. Підготовка похилої площини:

Виміряйте довжину дошки L;

Розмістіть дошку на столі або іншій поверхні так, щоб один її кінець був піднятий, утворюючи похилу площину;

2. Визначення критичного кута:

Поступово збільшуйте кут нахилу дошки α, підкладаючи під неї книги або інші предмети, доки брусок не почне рівномірно ковзати вниз.

3. Розрахунок коефіцієнта тертя:

Коефіцієнт тертя ковзанняμ визначається як:

$$\mu = \tan \alpha$$

4. У висновку зазначити: запишіть отримане значення коефіцієнта тертя ковзання між бруском і поверхнею дошки; зробіть висновок про залежність коефіцієнта тертя від матеріалів поверхонь, що контактують.

Наступна лабораторна робота для учнів 10 класу, коли вони вивчають Момент сили і обертальний рух.

Лабораторна робота № 3

Тема: Дослідження рівноваги важеля

Мета: Визначити умови рівноваги важеля під дією кількох сил, дослідити вплив моментів сил на стійкість важеля.

Обладнання: дерев’яна лінійка або будь-який інший прямий стрижень (як важіль); підставка або опора (наприклад, стакан або коробка) для розміщення лінійки горизонтально; набір невеликих вантажів (монети, гайки тощо); лінійка для вимірювання відстаней.

Хід роботи:

1. Підготовка до експерименту:

Помістіть лінійку на підставку, так щоб вона могла вільно обертатися навколо точки опори. Знайдіть точку рівноваги лінійки без вантажів (зазвичай це середина лінійки).

2. Перше вимірювання:

Підвісьте вантаж на одному кінці лінійки на певній відстані від точки опори, щоб лінійка нахилилася під дією моменту сили.

Щоб урівноважити важіль, додайте інший вантаж на протилежний бік лінійки, змінюючи його положення доти, поки лінійка не досягне рівноваги (горизонтального положення).

3. Вимірювання відстаней та розрахунки:

Вимірюйте різницю від точок опори до кожного вантажу (позначте їх як r_1та r_2).

Визначте маси обох вантажів (позначте їх як m_1 та m_2).

Розрахуйте момент сили для кожного завантаження за формулою

$$M = F \cdot r$$

де $F = g \cdot m$

4. Перевірка умов рівноваги:

Порівняйте значення моментів сил для кожного вантажу. Якщо лінія в рівновазі, то момент сили на одному кінці дорівнює момент сили на іншому кінці, тобто $M_1 = M_2$ або $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$

5. Повторити експеримент:

Змініть вагу або положення одного з вантажів і повторіть експеримент для перевірки умов рівноваги з іншими параметрами.

6. У висновку запишіть отримані значення моментів сил для кожного випадку та умови рівноваги, зробіть висновок про залежність рівноваги важеля від значення моментів сил, обговоріть можливості похибки вимірювання (наприклад, неточність у вимірюванні відстаней чи мас) та їх вплив на результат експерименту.

2.3 Розвиток експериментаторських навичок через симуляційне моделювання в рамках домашніх лабораторних робіт

Актуальність застосування цифрових технологій у сучасному освітньому процесі не викликає сумнівів [39]. Особливо гостро це питання

постало під час пандемії COVID-19, коли дистанційне навчання стало основною формою організації освітнього процесух [24]. Одним з найбільш ефективних інструментів для проведення лабораторних робіт з фізики в дистанційному форматі є віртуальні лабораторії та симулятори фізичних процесів [40].

Використання віртуальних лабораторій дозволяє учням проводити експерименти, які з різних причин неможливо виконати в реальних умовах шкільної лабораторії [20]. Це можуть бути досліди, що вимагають дорогого обладнання, експерименти з небезпечними речовинами або процеси, що відбуваються надто швидко або повільно для спостереження неозброєним оком [44].

Симуляція фізичних явищ: це процес створення комп'ютерної моделі реального фізичного процесу або системи, що дозволяє проводити з нею експерименти в інтерактивному режимі [21]. Симулятори надають можливість змінювати параметри системи, спостерігати за змінами результатів і аналізувати отримані дані [35].

Переваги застосування симуляторів у освітньому процесі [22]:

- Доступність. Віртуальні лабораторії забезпечують можливість використання в будь-який час та з будь-якого пристрою, що має підключення до Інтернету.Безпека [25]. Учні можуть проводити експерименти без ризику для здоров'я та майна.
- Інтерактивність. Симулятори дозволяють учням активно взаємодіяти з віртуальним експериментом, змінюючи параметри та спостерігаючи за результатами.
- Наочність. Візуалізація фізичних процесів сприяє кращому розумінню їх сутності.
- Ефективність. Симулятори дозволяють проводити велику кількість експериментів за короткий час, що підвищує ефективність навчання.
- Приклади віртуальних лабораторій:

PhET Interactive Simulations [14]: набір безкоштовних інтерактивних симуляцій з фізики, хімії, біології та математики, розроблений в Університеті Колорадо в Боулдері.

Virtual Physics Laboratory: онлайн-платформа, що містить широкий спектр віртуальних лабораторій з різних розділів фізики.

Algodoo: Інтерактивна пісочниця для створення і симуляції фізичних систем.

Google Physics Labs: набір інтерактивних експериментів з фізики, розроблений компанією Google.

Структура проведення лабораторної роботи з використанням симулятора [23]:

1. Підготовчий етап. Ознайомлення з теоретичними основами досліджуваного явища. Вибір відповідного симулятора та ознайомлення з його інтерфейсом. Формулювання гіпотез щодо результатів експерименту.

2. Етап проведення експерименту. Виконання інструкції до симулятора. Зміна параметрів системи та спостереження за результатами. Збір даних та їх обробка.

3. Аналіз та узагальнення результатів. Порівняння отриманих результатів з теоретичними прогнозами. Формулювання висновків. Обговорення можливих джерел похибок.

4. Оформлення звіту. Тема роботи, мета роботи, теоретичні відомості, отримані результати (таблиці, графіки), аналіз результатів та висновки. Розглянемо популярні симулятори фізичних процесів та наведемо приклади їх використання у шкільному курсі фізики [17].

Лабораторна робота №1

Тема: дослідження закону Ома за допомогою симулятора PhET

Мета: експериментально перевірити закон Ома для ділянки кола та дослідити залежність сили струму від напруги та опору провідника.

Обладнання: комп’ютер з доступом до інтернету.

Симулятор «Схеми постійного струму» з бібліотеки PhET Interactive Simulations

Теоретичні відомості

Закон Ома для ділянки кола стверджує, що сила струму в ділянці кола прямо пропорційна прикладеній напрузі та обернено пропорційна опору провідника:

$$I = U / R,$$

де I – сила струму (А);

U – напруга (В);

R – опір (Ом).

Хід роботи

1. Підготовчий етап

Ознайомтеся з теоретичними основами закону Ома.

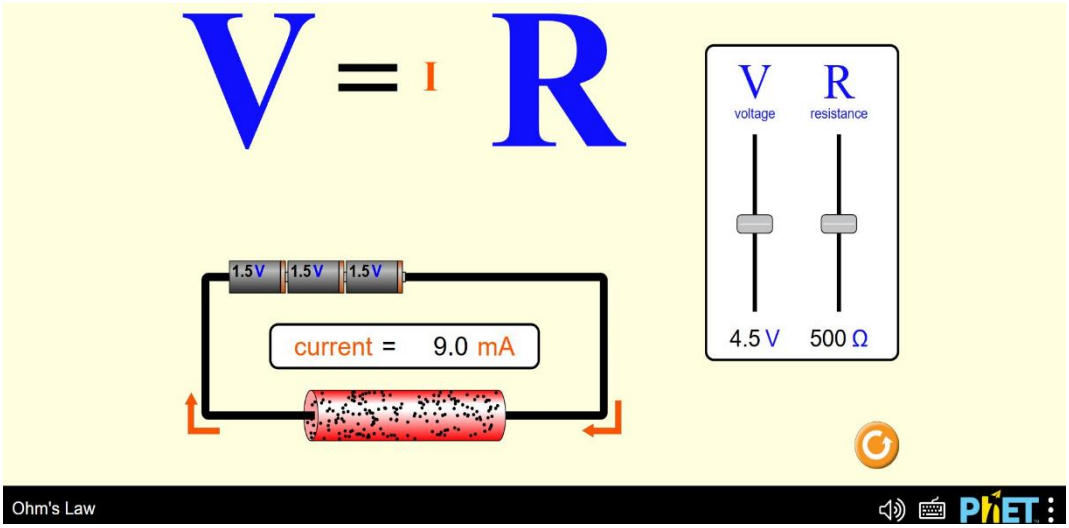


Рисунок 2.1 – Інтерфейс симулятора PhET

Відкрийте симулятор «Схеми постійного струму» на сайті PhET Interactive Simulations.

Ознайомтеся з інтерфейсом симулятора (рис. 2.1): елементами електричного кола, інструментами для вимірювання напруги та сили струму.

2. Проведення експерименту

Дослідження залежності сили струму від напруги:

- Зберіть електричне коло, що складається з джерела живлення, резистора (реостата) та амперметра.
- Змінюйте напругу на джерелі живлення і фіксуйте відповідні значення сили струму.
- Побудуйте графік залежності сили струму від напруги.

Дослідження залежності сили струму від опору:

- Зберіть електричне коло, що складається з джерела живлення, резистора (реостата) та амперметра.
- Змінюйте опір резистора і фіксуйте відповідні значення сили струму при постійній напрузі.
- Побудуйте графік залежності сили струму від опору.

3. Аналіз результатів

Проаналізуйте отримані графіки. Порівняйте отримані результати з теоретичними прогнозами, зробленими на основі закону Ома.

Зробіть висновок про справедливість закону Ома для досліджуваного кола.

Обговоріть можливі джерела похибок у проведенні експерименту (наприклад, похибки вимірювальних приладів, вплив зовнішніх факторів).

4. Оформлення звіту

Складіть звіт про виконану роботу, в якому відобразіть:

Тема роботи, мета роботи, теоретичні відомості, отримані результати (таблиці, графіки), аналіз результатів та висновки.

Лабораторна робота №2

Тема: вивчення законів руху за допомогою симулятора Virtual Physics Laboratory [28]

Мета: експериментально перевірити закони Ньютона за допомогою симулятора, дослідивши рух тіл під дією різних сил.

Обладнання: комп’ютер з доступом до інтернету, симулятор «Virtual Physics Laboratory»

Теоретичні відомості

Перший закон Ньютона (закон інерції): Тіло перебуває в стані спокою або рівномірного прямолінійного руху доти, доки на нього не почне діяти інше тіло. Другий закон Ньютона: Прискорення, якого набуває тіло, прямо пропорційне прикладеній силі і обернено пропорційне масі тіла:

$$a = F / m$$

де:

a – прискорення (м/с²);

F – сила (Н);

m – маса тіла (кг).

Третій закон Ньютона: Сили, з якими два тіла діють одне на одного, рівні за модулем і протилежні за напрямком.

Хід роботи

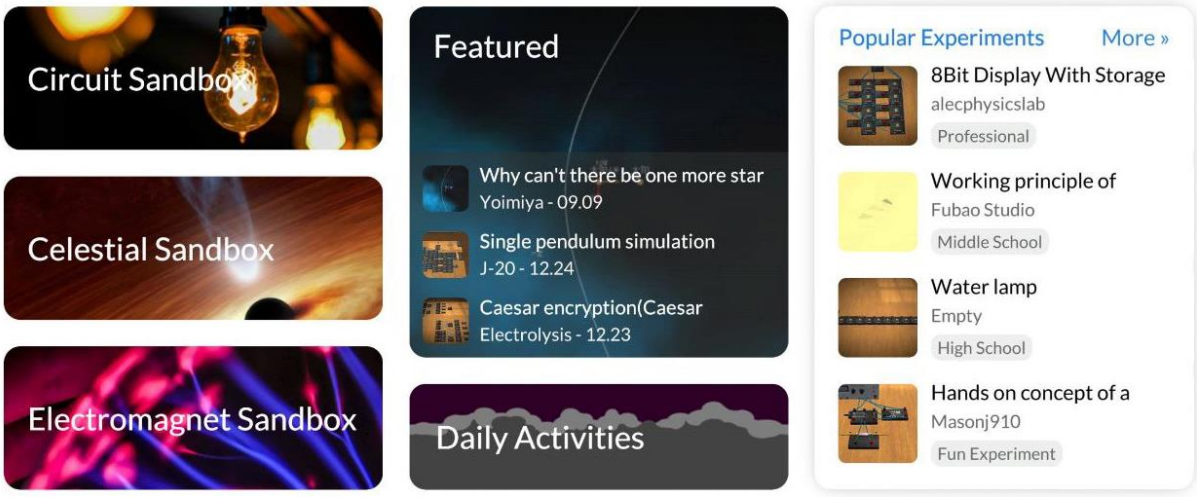


Рисунок 2.2 – Інтерфейс симулятора Virtual Physics Laboratory

1. Підготовчий етап
   - Ознайомтеся з теоретичними основами законів Ньютона.
   - Завантажте та встановіть симулятор «Virtual Physics Laboratory».

- Ознайомтеся з інтерфейсом симулятора: інструментами для створення об’єктів, застосування сил, вимірювання параметрів руху.

2. Проведення експерименту

Дослідження першого закону Ньютона:

- Створіть тіло в симуляторі.
- Надайте тілу початкову швидкість і спостерігайте за його рухом у відсутності дії сил.
- Додайте силу тертя і спостерігайте, як змінюється рух тіла.

Дослідження другого закону Ньютона:

- Створіть тіло певної маси.
- Прикладіть до тіла різні сили і вимірюйте його прискорення.
- Побудуйте графік залежності прискорення від сили.
- Змініть масу тіла і повторіть експеримент.

Дослідження третього закону Ньютона:

- Створіть два тіла і з’єднайте їх пружиною.
- Прикладіть силу до одного з тіл і спостерігайте за рухом обох тіл.
- Виміряйте сили, що діють на кожне тіло.

3. Аналіз результатів

Проаналізуйте отримані дані та графіки. Порівняйте отримані результати з теоретичними прогнозами, зробленими на основі законів Ньютона. Зробіть висновки про справедливість законів Ньютона для досліджуваних ситуацій. Обговоріть можливі джерела похибок у проведенні експерименту (наприклад, похибки вимірювань, спрощення моделі).

4. Оформлення звіту

Складіть звіт про виконану роботу, в якому відобразіть:

Тема роботи, мета роботи, теоретичні відомсті, отримані результати (таблиці, графіки), аналіз результатів та висновки. обговорення можливих джерел похибок.

Лабораторна робота №3

Тема: Дослідження законів збереження енергії за допомогою симулятора Algodoo

Мета: Експериментально перевірити закони збереження механічної енергії за допомогою симулятора Algodoo на прикладі різних фізичних систем.

Обладнання: комп’ютер з встановленим симулятором Algodoo

Теоретичні відомості

Закон збереження механічної енергії: у замкнутій системі повна механічна енергія (сума кінетичної та потенціальної енергій) залишається сталою з часом за відсутності неконсервативних сил [29].

Хід роботи

1. Підготовчий етап

Ознайомтеся з теоретичними основами закону збереження механічної енергії.

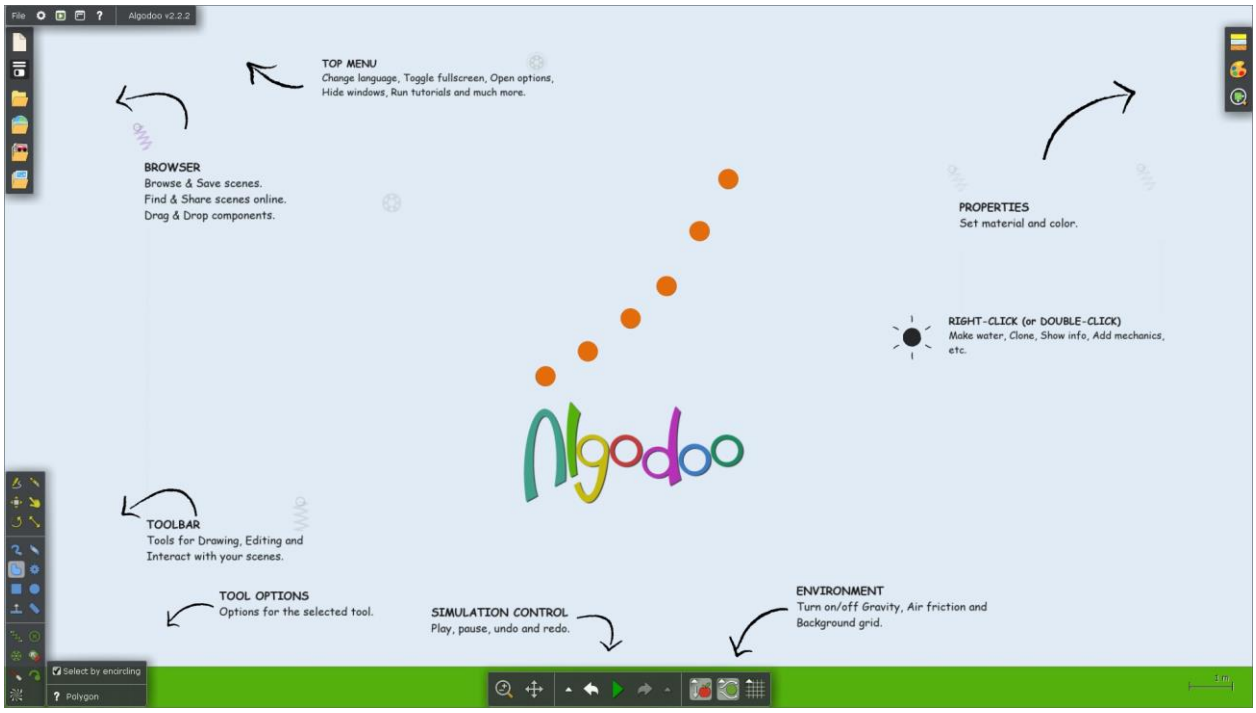


Рисунок 2.2 – Інтерфейс симулятора Algodoo

Відкрийте симулятор Algodoo. Ознайомтеся з інтерфейсом симулятора: інструментами для створення об’єктів, застосування сил, вимірювання

параметрів. Сформулюйте гіпотезу: Як змінюється повна механічна енергія системи при різних видах руху?

2. Проведення експерименту

Дослідження коливань маятника:

- Створіть маятник (точка, підвішена на пружині або нитці).
- Відхиліть маятник від положення рівноваги і відпустіть.
- Виміряйте максимальну висоту підйому маятника та його швидкість в нижній точці траєкторії.
- Розрахуйте кінетичну та потенціальну енергії маятника в різних точках траєкторії.
- Побудуйте графік залежності повної механічної енергії від часу.

Дослідження руху тіла по похилій площині:

- Створіть похилу площину та тіло, що ковзає по ній.
- Виміряйте висоту, з якої починає рух тіло, і його швидкість в кінці шляху.
- Розрахуйте потенціальну енергію тіла на початку руху та кінетичну енергію в кінці.
- Порівняйте отримані значення.

Дослідження зіткнень тіл:

- Створіть два тіла і зімкніть їх.
- Надайте одному з тіл початкову швидкість і спостерігайте за зіткненням.
- Виміряйте швидкості тіл до і після зіткнення.
- Розрахуйте кінетичну енергію системи до і після зіткнення.
- Проаналізуйте, як змінюється повна кінетична енергія системи в результаті зіткнення.

3. Аналіз результатів

Проаналізуйте отримані дані та графіки. Порівняйте отримані результати з теоретичними прогнозами, зробленими на основі закону збереження

механічної енергії. Зробіть висновки про справедливість закону збереження механічної енергії для досліджуваних систем. Обговоріть можливі джерела похибок у проведенні експерименту (наприклад, тертя, опір повітря).

4. Оформлення звіту

Складіть звіт про виконану роботу, в якому відобразіть:

Тема роботи, мета роботи, теоретичні відомості. отримані результати (таблиці, графіки), аналіз результатів та висновки, обговорення можливих джерел похибок.

Лабораторна робота №4

Тема: дослідження закону збереження імпульсу за допомогою Google Physics Labs [30]

Мета: експериментально перевірити закон збереження імпульсу для різних типів зіткнень.

Обладнання: комп’ютер з доступом до інтернету, симулятор «Collision Lab» з бібліотеки Google Physics Labs

Теоретичні відомості

Закон збереження імпульсу: у замкнутій системі геометрична сума імпульсів усіх тіл системи залишається сталою з часом.

Хід роботи

1. Підготовчий етап

Ознайомтеся з теоретичними основами закону збереження імпульсу. Відкрийте симулятор «Collision Lab» на сайті Google Physics Labs. Ознайомтеся з інтерфейсом симулятора: інструментами для створення об’єктів, зміни їх маси та швидкості.

2. Проведення експерименту

Дослідження центрального пружного зіткнення:

- Створіть два кулі однакової маси.

- Надайте одному з куль початкову швидкість і спостерігайте за зіткненням.
- Виміряйте швидкості куль до і після зіткнення.
- Розрахуйте імпульси куль до і після зіткнення.

Дослідження центрального непружного зіткнення:

- Повторіть попередній експеримент, але зробіть кулі з різних матеріалів, щоб відбулося непружне зіткнення.
- Виміряйте швидкості куль після зіткнення.
- Розрахуйте імпульси куль до і після зіткнення.

Дослідження зіткнення під кутом:

- Створіть два кулі і надайте їм різні напрямки руху перед зіткненням.
- Виміряйте швидкості куль до і після зіткнення.
- Розрахуйте імпульси куль до і після зіткнення в проекціях на осі координат.

3. Аналіз результатів

Проаналізуйте отримані дані. Порівняйте отримані результати з теоретичними прогнозами, зробленими на основі закону збереження імпульсу. Зробіть висновки про справедливість закону збереження імпульсу для досліджуваних типів зіткнень [31]. Обговоріть можливі джерела похибок у проведенні експерименту (наприклад, тертя, опір повітря).

4. Оформлення звіту

Складіть звіт про виконану роботу, в якому відобразіть:

Тема роботи, мета роботи, теоретичні відомості. отримані результати (таблиці, графіки), аналіз результатів та висновки, обговорення можливих джерел похибок.

Використання симуляторів у процесі навчання фізики дозволяє: розвивати в учнів експериментальні навички, такі як планування

експерименту, [33] збір даних, аналіз результатів та формулювання висновків, формувати в учнів навички роботи з комп’ютером та інтернет-ресурсами, підвищувати мотивацію до навчання фізики завдяки інтерактивному характеру занять, сприяти розвитку критичного мислення та творчих здібностей учнів.

Отже, віртуальні лабораторії та симулятори є потужним інструментом для проведення лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання [32]. Вони дозволяють зробити освітній процес більш ефективним, цікавим та доступним для кожного учня.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент проводився на базі Запорізького академічного ліцею №23 Запорізької міської ради Запорізької області в двох навчальних групах 10 класу. Перша група – експериментальна (далі ЕГ), крім основного викладу освітнього матеріалу (теорії і задачі), який пропонувався на уроці, використовувала симулятори фізичних процесів, виконувала лабораторні і дослідні роботи за допомогою побутового обладнання [43]. Друга група учасників експерименту була контрольною (далі КГ). Вона засвоювала знання за стандартною програмою [33]. Всього в експерименті взяли участь 63 учні.

Під час проведення експерименту учнями вивчався розділ «Механіка». Учасникам були запропоновані самостійні роботи, які проводились на початку та у підсумку експерименту.

До складу першої самостійної роботи входили такі поняття: шлях, премішення, швидкість руху, сила, маса, прискорення, сила тяжіння, сила тертя, інерція, закон збереження механічної енергії, кінетична енергія, потенуіальна енергія.

Вона містила 10 задач. Завдання 1-4 оцінювалось в 0,5 бал, 5, 6, 7 – в 1 бали, 8,9 – у 2 бали, 10 – у 3 бали. За певну набрану кількість балів учень отримує відповідний результат: 1-3 бали – незадовільна оцінка (низький рівень), 4-6 – задовільна оцінка (середній рівень), 7-9 – добре (достатній рівень), 10-12 – відмінно (високий рівень).

Нижче наведені завдання самостійної роботи №1 за розділом «Механіка».

Самостійна робота №1 за розділом «Механіка»

1.(0,5б) Яка з наведених фізичних величин характеризує швидкість зміни швидкості руху тіла?

А. Швидкість

Б. Шлях

В. Прискорення

Г. Час

2.(0,5б) Тіло рухається рівномірно прямолінійно. Який графік відповідає залежності шляху від часу для такого руху?

А. Пряма лінія, що проходить через початок координат.

Б. Парабола.

В. Гіпербола.

Г. Коло.

3.(0,5б) Який рух називається рівноприскореним?

А. Рух, при якому швидкість тіла не змінюється з часом.

Б. Рух, при якому швидкість тіла змінюється з часом на постійну величину.

В. Рух, при якому швидкість тіла змінюється з часом за довільним законом.

Г. Рух, при якому швидкість тіла дорівнює нулю.

4.(0,5б) Чому дорівнює прискорення вільного падіння тіл поблизу поверхні Землі?

А. 9,8 м/с²

Б. 9,6 м/с²

В. 8,9 м/с

Г. 6,67 м/с

5.(1б) Яка фізична величина є мірою інертності тіла?

А. Сила

Б. Маса

В. Швидкість

Г. Прискорення

6.(1б) Сформулюйте закон збереження механічної енергії.

7.(1б) Тіло вільно падає з певної висоти. Як змінюється при цьому його повна механічна енергія?

8.(2б) Тіло рухається рівномірно прямолінійно зі швидкістю 5 м/с протягом 10 секунд. Який шлях пройшло тіло за цей час?

9.(2б) На тіло масою 3 кг діє сила 12 Н. Яке прискорення набуде тіло?

10.(3б) Тіло масою 5 кг падає з висоти 20 м. Яка його потенціальна енергія в початковій точці? (Прискорення вільного падіння вважати рівним 10 м/с²)

Після проведення педагогічного експерименту учні виконали самостійну роботу №2 за темами того ж розділу. Вона складалася з 10 задач. Завдання 1-4 оцінювалось в 0,5 бал, 5, 6, 7 – в 1 бали, 8,9 – у 2 бали, 10 – у 3 бали. За певну набрану кількість балів учень отримує відповідний результат: 1-3 бали – незадовільна оцінка (низький рівень), 4-6 – задовільна оцінка (середній рівень), 7-9 – добре (достатній рівень), 10-12 – відмінно (високий рівень).

Нижче наведені завдання самостійної роботи №2 за розділом «Механіка».

Самостійна робота №2 за розділом «Механіка»

1.(0,5б) Який графік відповідає рівномірному прямолінійному руху на координатній площині (ось X – час, ось Y – шлях)?

А) Пряма, паралельна осі X

Б) Парабола

В) Гіпербола

Г) Коло

2.(0,5б) Тіло кинули вертикально вгору. У якій точці траєкторії швидкість тіла дорівнює нулю?

А) В початковій точці

Б) У найвищій точці підйому

В) В кінцевій точці руху

Г) Швидкість ніколи не дорівнює нулю

3.(0,5б) Автомобіль рухався зі швидкістю 72 км/год, а потім протягом 5 секунд рівномірно сповільнився до 36 км/год. Визначте прискорення автомобіля.

4.(0,5б) Яка фізична величина є мірою інертності тіла?

А) Сила

Б) Маса

В) Швидкість

Г) Прискорення

5.(1б) Сформулюйте другий закон Ньютона.

6.(1б) До тіла масою 2 кг приклали силу 8 Н. Яке прискорення набуде тіло?

7.(1б) Яка сила тертя діє на тіло масою 5 кг, що ковзає по горизонтальній поверхні з коефіцієнтом тертя 0,2? Сила нормальної реакції опори дорівнює вазі тіла.

8.(2б) Сформулюйте закон збереження механічної енергії.

9.(2б) Тіло масою 2 кг вільно падає з висоти 5 м. Обчисліть кінетичну енергію тіла безпосередньо перед ударом об землю. (Прискорення вільного падіння вважати рівним 10 м/с²)

10.(3б) Яка робота виконується силою тяжіння при підніманні вантажу масою 10 кг на висоту 3 м?

3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту

Залучення учнів до проведення домашніх експериментів за допомогою звичайних предметів у поєднанні з віртуальними симуляціями сприяло не лише кращому засвоєнню теоретичного матеріалу, а й розвитку практичних навичок [37]. Результати експериментальної групи підтверджують ефективність такого підходу.

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

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

Рівень підготовки	**Учні КГ**	**Учні ЕГ**
Початковий	9	7

Середній	9	7
Достатній	8	10
Високий	5	8

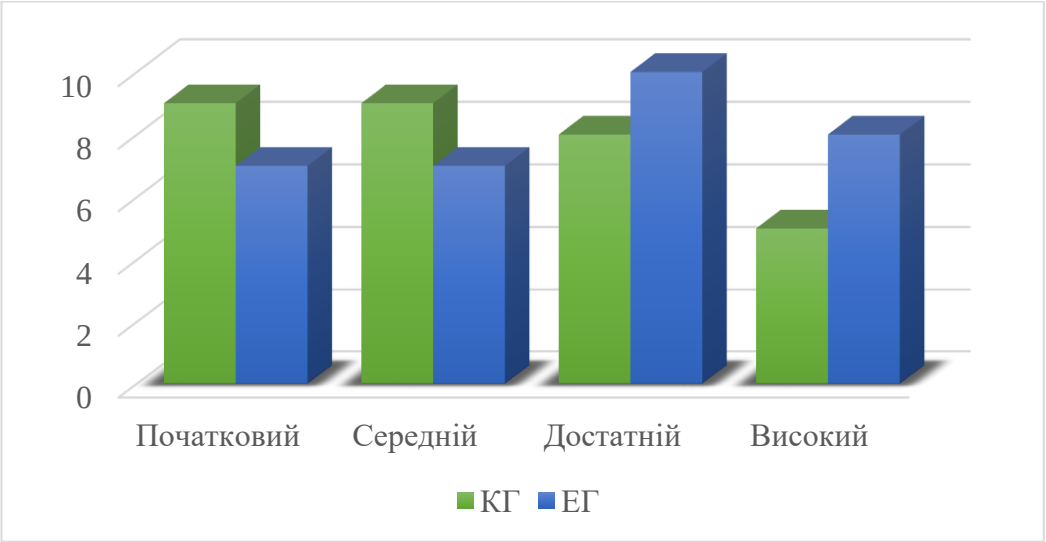


Рисунок 3.1 – Співставлення результатів навчальних досягнень учнів ЕГ та КГ з фізики

Оскільки початковий рівень знань учнів в обох групах був приблизно однаковим, отримані результати експерименту є більш надійними та об’єктивними.

У рамках експерименту учні контрольної групи опановували матеріал дистанційно, використовуючи відео-досліди, тоді як учні експериментальної групи, окрім теоретичних знань, мали змогу проводити віртуальні експерименти та практичні роботи з побутовими предметами. Результати другої самостійної роботи наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Результати самостійної роботи після проведеного експерименту

Оцінка	Учні КГ	Учні ЕГ
1-3	8	4

4-6	10	8
7-9	8	10
10-12	4	10

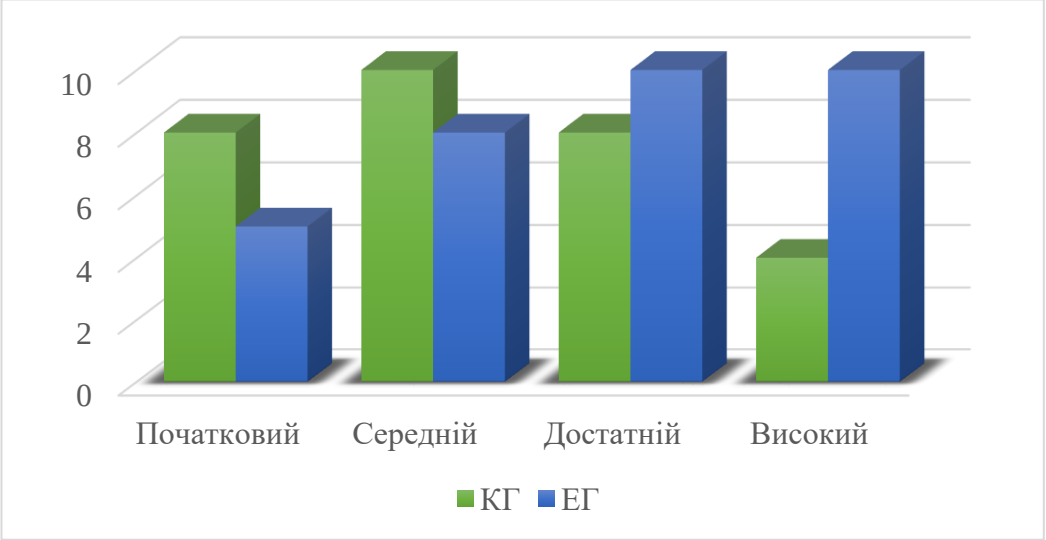


Рисунок 3.2 – Співставлення оцінок за самостійну роботу в ЕГ та КГ

Результати другої самостійної роботи засвідчили, що учні експериментальної групи досягли значно кращих результатів порівняно з учнями контрольної групи.

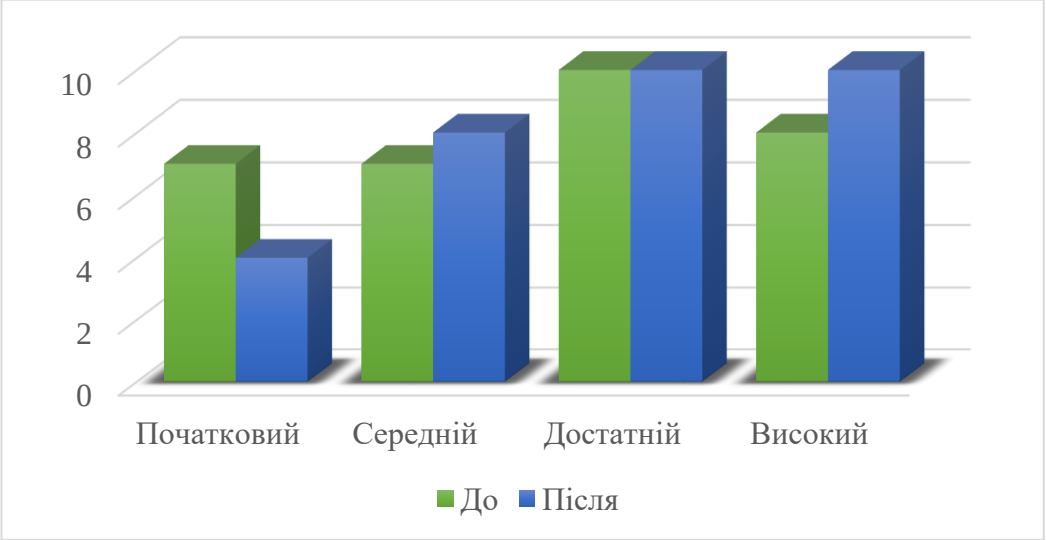


Рисунок 3.3 – Рівень знань учнів ЕГ до та після експерименту

Результати експерименту свідчать про ефективність запропонованих методів навчання. Частина учнів експериментальної групи змогла покращити свої знання з вивченої теми.

Якість знань зросла з 62% до 70%, що є досить непоганим результатом.

Отже, впровадження інноваційних методів проведення лабораторних робіт з фізики, що поєднують віртуальне моделювання та практичні досліди з використанням побутових предметів, виявилось успішним. Отримані позитивні результати свідчать про доцільність подальшого застосування даної методики в навчальному процесі.

ВИСНОВКИ

У роботі наведено теоретико-методичне обґрунтування та авторське розв’язання проблеми розвитку експериментаторських умінь учнів з фізики в умовах дистанційної форми навчання. Узагальнення результатів дослідження є підставою для таких висновків.

1. З’ясовано проблемні питання розвитку експериментаторських умінь учнів з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання: відсутність необхідного обладнання у домашніх умовах; складність організовувати роботу з реальним фізичним обладнанням.

2. Розроблено методичні засади використання симуляторів фізичних процесів PhET, Virtual Physics Laboratory, Algodoo та Google Physics Labs для організації підготовчого етапу виконання лабораторної роботи з метою попереднього ознайомлення учнів з теоретичними основами досліджуваного явища та відпрацюванні експериментаторських умінь, що не потребують безпосереднього контакту з обладнанням (формулювання гіпотези дослідження, створення схеми експериментальної установки, проведення розрахунків, аналізу отриманих експериментальних залежностей тощо).

3. Розроблено методичні засади проведення лабораторних робіт з фізики за допомогою побутового обладнання в умовах дистанційної форми навчання, що полягають у заміні частини традиційних лабораторних робіт циклом домашніх лабораторних робіт із різних розділів фізики, які можна реалізувати за допомогою нескладного обладнання наявного в побуті.

4. Результати педагогічного експерименту довели, що запропоновані методичні засади дозволяють успішно реалізувати діяльнісний підхід до розвитку експериментаторських умінь навіть в умовах дистанційного навчання, оскільки дозволяють поєднати віртуальне моделювання та практичні досліди учнів з використанням побутових предметів.

У подальшому ми плануємо розробити цикл домашніх лабораторних робіт для організації експериментальної діяльності учнів з фізики на профільному рівні.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2024»: у 5 т. / Запорізький національний університет. – Запоріжжя : ЗНУ, 2024. – Т.3. – 259 с.
2. "Короткий словник термінів для професійного мовлення вчителя" / [уклад. Л.П. Ходанич, Т.В. Палько]. Ужгород: Закарпатський інститут післядипломної педагогічної освіти, 2018. 84 с.
3. "Енциклопедія професійної освіти" В 3-х томах / Под ред. С.Я. Батишева. М., АПО. 1998.
4. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. Фізика та астрономія в сучасній школі. 2012. № 4 (99). С. 2–8.
5. Методика навчання фізики в середній школі: загальні питання / Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. 2003.
6. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів
7. Про освіту: Закон України від 05.09.2017р. № 2145-VIII. Верховна Рада України. [Електронний ресурс]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text (дата звернення: 09.08.2024)
8. 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
9. 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: 15.08.2024)
10. B-Pro: На допомогу вчителеві: 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: 25.08.2024)

11. Головіна О.М. Методи й матеріали дистанційного викладання фізики. . URL:https://vseosvita.ua/library/metodi-j-materiali-distancijnogo-vikladanna-fiziki-464328.html (дата звернення: 01.09.2024)
12. 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: 04.09.2024)
13. 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.
14. PhET Interactive Simulation. URL: https://phet.colorado.edu (дата звернення: 20.09.2024).
15. Андрєєв А. М., Тихонська Н. І. Методи розвитку в учнів експериментаторських умінь в умовах дистанційної форми навчання. Педагогічні науки, 2020. Випуск 90. С. 22-27. DOI: https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2020-90-4
16. 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», 2017. С. 6-51.
17. Слободяник О.В. Виконання домашніх експериментальних завдань з використанням PhET-симуляцій / О.В. Слободяник // Наукові записки. Кіровоград : РВВ КДПУ імені В. Винниченка, 2014. С.165-168. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://doi.org/10.32626/2307-4507.2014-20.165-168 (дата звернення: 22.09.2024).
18. Фізика і астрономія: Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти: наказ Міністерства освіти і науки України від 24.11..2017 № 1539. [Електронний ресурс]. URL: https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-

programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv (дата звернення: 26.09.2024).

19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. Левицький, В. І. (2020). "Дистанційне навчання фізики: проблеми та перспективи". Науковий вісник НПУ імені М.П. Драгоманова.
23. Жарких Ю.С., Лисоченко С.В., Сусь Б.Б., Третяк О. В. Міждисциплінарний підхід до створення віртуальних лабораторних практикумів // Вісник національного університеу «Львівська політехніка». Львів: Видавництво Львівської політехніки. 2013. № 775. С. 29 – 34.
24. Пастушенко, Т. О. (2019). "Організація лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання". Педагогічний процес: теорія і практика.
25. Петренко, Ю. В. (2021). "Використання віртуальних лабораторій у навчанні фізики". Фізика та астрономія в школі.
26. "Інноваційні технології в освіті". (2021). Збірник матеріалів конференції.
27. Шевченко, О. П. (2018). "Методичні аспекти дистанційного навчання природничих дисциплін". Освіта та розвиток обдарованої особистості.
28. Anderson, M., & Barnett, M. (2011). "Learning Physics with Virtual Labs". Journal of Educational Technology & Society.

29. Brinson, J. R. (2015). "Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research". Computers & Education.
30. De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). "Physical and virtual laboratories in science and engineering education". Science.
31. Ma, J., & Nickerson, J. V. (2006). "Hands-on, simulated, and remote laboratories: A comparative literature review". ACM Computing Surveys.
32. Zacharia, Z. C. (2007). "Comparing and combining real and virtual experimentation: An effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits". Journal of Computer Assisted Learning.
33. Іванова, Л. П. (2020). "Використання цифрових технологій у викладанні фізики". Педагогічні науки.
34. Nedic, Z., Machotka, J., & Nafalski, A. (2003). "Remote laboratories versus virtual and real laboratories". Proceedings of the 33rd Annual Frontiers in Education Conference.
35. Карпенко, В. О. (2019). "Моделювання експериментів з фізики в домашніх умовах". Молодь і ринок.
36. Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). "Virtual laboratory applications in chemistry education". Procedia - Social and Behavioral Sciences.
37. Сидоренко, О. В. (2021). "Технології дистанційного навчання у викладанні фізики". Вісник КНУ імені Тараса Шевченка.
38. Scheckler, R. K. (2003). "Virtual labs: A substitute for traditional labs?". International Journal of Developmental Biology.
39. Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., et al. (2005). "When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment". Physical Review Special Topics - Physics Education Research.
40. Honey, M. A., & Hilton, M. (2011). "Learning Science Through Computer Games and Simulations". National Academies Press.

41. National Research Council. (2012). "Discipline-Based Education Research: Understanding and Improving Learning in Undergraduate Science and Engineering". National Academies Press.
42. Klahr, D., Triona, L. M., & Williams, C. (2007). "Hands on what? The relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children". Journal of Research in Science Teaching.
43. Мерик, Л. В. (2020). "Ефективність використання дистанційних технологій у навчанні фізики в старших класах". Вісник Запорізького національного університету. Серія: Педагогічні науки.
44. Martín-Blas, T., & Serrano-Fernández, A. (2009). "The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics". Computers & Education, 52(1), 35-44.
45. Hallyburton, A., & Lunsford, E. (2013). "Challenges and benefits of using online laboratories in science and engineering education". International Journal of Online Pedagogy and Course Design, 3(1), 37-49.