

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

кафедра фізики та інформаційних систем

«До захисту допускаю»

Завідувач кафедри фізики та інформаційних систем,

кандидат фізико-математичних наук, доцент

_____ Віталій ГОЛЬСЬКИЙ

«_____» _____ 2025 р.

**Розробка лабораторних робіт з курсу фізики 7-го класу,
адаптованих до дистанційного навчання**

Спеціальність 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)

Предметна спеціальність: 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)

Додаткова предметна спеціальність: 014.04 Середня освіта (Математика)

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на здобуття кваліфікації

**Магістр середньої освіти. Вчитель фізики та астрономії,
вчитель математики**

Автор роботи: Русак Євген Дмитрович

_____ *підпис*

**Науковий керівник: кандидат фізико-математичних
наук, доцент Кузик Олег Васильович**

_____ *підпис*

Дрогобич, 2025

АНОТАЦІЯ

Русак Є.Д. Розробка лабораторних робіт з курсу фізики 7-го класу, адаптованих до дистанційного навчання. Магістерська робота, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Дрогобич, 2025 р.

У роботі проаналізовано психолого-педагогічні особливості учнів 7-го класу, основні виклики та тенденції дистанційної освіти (включно з використанням штучного інтелекту та STEAM-підходів), а також чинні модельні програми з фізики. Результатом роботи є розробка двох альтернативних комплексів лабораторних робіт: 8 класичних (натурних) лабораторних робіт, які учні можуть виконати в домашніх умовах з використанням простого підручного обладнання та комплекс з 8 віртуальних лабораторних робіт, що базуються на інтерактивних комп'ютерних симуляціях PhET. До кожної віртуальної роботи створено детальний дидактичний супровід, що включає покрокові інструкції, шаблони таблиць та дослідницькі завдання. Практичне значення роботи полягає у можливості прямого використання розроблених методичних матеріалів вчителями фізики для забезпечення неперервності та ефективності освітнього процесу під час дистанційного навчання.

Ключові слова: фізика 7 клас, дистанційне навчання, лабораторні роботи, комп'ютерні симуляції, PhET, натурний експеримент, методика навчання фізики, STEAM.

ANNOTATION

Rusak Ye.D. Development of laboratory works adapted for distance learning in the 7th-grade physics course. Master's Thesis, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Drohobych, 2025.

This thesis analyzes the psycho-pedagogical characteristics of 7th-grade students, the primary challenges and trends in distance education (including the use of artificial intelligence and STEAM approaches), as well as current model programs in physics. The research has resulted in the development of two alternative sets of laboratory assignments: 8 classic (hands-on) laboratory experiments that students can perform at home using simple, readily available equipment, and a set of 8 virtual laboratory assignments based on PhET interactive computer simulations. Comprehensive instructional support has been developed for each virtual assignment, including step-by-step instructions, table templates, and inquiry-based tasks. The practical significance of the work lies in the direct applicability of the developed methodological materials by physics teachers to ensure the continuity and effectiveness of the educational process during distance learning.

Keywords: 7th-grade physics, distance learning, laboratory works, computer simulations, PhET, hands-on experiment, physics teaching methodology, STEAM.

Список умовних позначень і скорочень

МОН- міністерство освіти і науки

ШІ – Штучний інтелект

ПК – персональний комп'ютер

ТЗН – технічний засіб навчання

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. Літературний огляд	8
1.1. Методичні та організаційні засади дистанційного навчання учнів 7 класу.....	8
1.2. Сучасні тенденції та інновації в організації дистанційного навчання	14
РОЗДІЛ 2. Методичні підходи до організації лабораторного практикуму з фізики у 7 класі	23
2.1. Методика проведення класичних (натурних) лабораторних робіт з використанням простого обладнання.....	23
2.2. Порівняльний аналіз онлайн-сервісів цифрових лабораторій з фізики.....	31
2.3. Використання комп'ютерних симуляцій для проведення віртуальних лабораторних робіт з фізики	33
ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	47

ВСТУП

Наша старість залежить від учнів, яких ми самі виховали. Способи виховання змінюються з кожним поколінням: від лекцій у гімназіях Стародавньої Греції до дистанційних семінарів із викладачами з усіх куточків світу. Прагнення до навчання залишається незмінним.

Згідно із законодавством України, базова середня освіта є обов'язковою для всіх громадян України. Таким чином, ми як учителі зобов'язані надати дітям знання, а вони, своєю чергою, їх засвоїти.

Але бувають випадки, коли через вплив незалежних від нас чинників якість освітнього процесу погіршується. Щоб запобігти повній зупинці навчання, починаючи з пандемії 2019 року [1-2], у закладах освіти почався активний розвиток дистанційних технологій, що дозволило не зупиняти освітній процес.

Фізика – наука про природу, яку важко досліджувати через монітор комп'ютера. Її потрібно розуміти з усіма її закономірностями, оскільки це фундамент існування нашого світу.

Сучасні освітні процеси зазнали значних змін у зв'язку з розвитком сучасних комп'ютерних технологій та необхідністю адаптації до нових умов. Одним з найважливіших викликів стало впровадження дистанційного навчання, яке вимагало перегляду традиційних методів викладання, зокрема у такій практично орієнтованій дисципліні, як фізика. Пропонуючи більшу гнучкість і доступність для учнів, студентів і викладачів, дозволяючи їм збалансувати навчання з іншими важливими обов'язками, а також дозволяючи їм скористатися перевагами епохи цифрових технологій, одночасно з цим дистанційне вивчення фізики зіткнулося із рядом важливих проблем. Зокрема, особливо складним завданням стало забезпечення ефективного проведення лабораторних робіт в умовах дистанційного навчання (у домашніх умовах). Лабораторні роботи є ключовим елементом у вивченні фізики, адже вони дозволяють студентам безпосередньо ознайомитися з фізичними явищами, експериментально

підтвердити теоретичні знання та розвинути навички роботи з фізичними приладами. Перенесення цих практичних занять у формат домашнього навчання [3] ставить перед викладачами та студентами низку нових завдань, пов'язаних з організацією експериментів, доступністю необхідного обладнання та забезпеченням відповідного рівня навчальної взаємодії [4].

У ході виконання цієї роботи були поставлені такі цілі: розробити лабораторні роботи для учнів 7-го класу, адаптовані під дистанційне навчання з максимальним комфортом для всіх учасників освітнього процесу.

Таким чином, розв'язані у магістерській роботі завдання є *актуальними* та мають практичну цінність, оскільки вирішують проблему забезпечення доступу учнів до освітнього процесу в умовах дистанційного навчання.

Метою роботи є розробка комплексу лабораторних робіт, адаптованих до дистанційного формату, що дозволяють учням ефективно засвоювати матеріал та розвивати експериментальні навички поза межами спеціалізованого кабінету фізики.

Об'єкт дослідження: процес навчання фізики учнів 7-го класу в умовах дистанційної освіти.

Предмет дослідження: методичні підходи до організації лабораторних робіт з фізики (класичних "домашніх" та віртуальних) під час дистанційного навчання.

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Методичні та організаційні засади дистанційного навчання учнів 7 класу

Для початку роботи необхідно ознайомитись з віковими особливостями сьомого класу, розібрати зв'язок між лабораторною роботою і теоретичним матеріалом, а також зі специфікою дистанційного навчання.

Зокрема, відносно проблеми, що стосується обсягу уваги, концентрації та її стійкості в учнів сьомого класу, то спостерігається тенденція до їх зростання, однак цей процес лише розпочинається [5].

Якщо під час уроку використовуються однотипні завдання, то увага семикласників починає розсіюватися вже через 10 хвилин, а приблизно через 20 хвилин учні практично втрачають інтерес до теми обговорення.

Натомість, застосування творчих завдань, які ґрунтуються на власному досвіді учнів, дає змогу утримувати їхню зацікавленість до 30 хвилин, а в окремих випадках упродовж усього уроку. Семикласники здатні зосереджувати увагу лише після чіткого акценту вчителя на важливості матеріалу.

Середній обсяг уваги учнів цього віку становить 5–6 об'єктів одночасно. Однією з проблем залишається недостатній рівень уважності окремих школярів, що негативно впливає на загальний рівень засвоєння навчального матеріалу всього класу.

Якщо оперувати даними недавніх досліджень, то в процесі аналізу результатів за методикою «Числові ряди» авторства В. Ліппманна [6] було виявлено таке:

- 16 % учнів виконали тест на відмінний результат;
- 54 % – на хороший результат;
- 30 % – на середній результат.

Ці дані свідчать про те, що математичний апарат учнів розвивається на належному рівні, однак доцільно продовжувати цілеспрямовану роботу щодо його вдосконалення [7] (див. рис. 1.1).

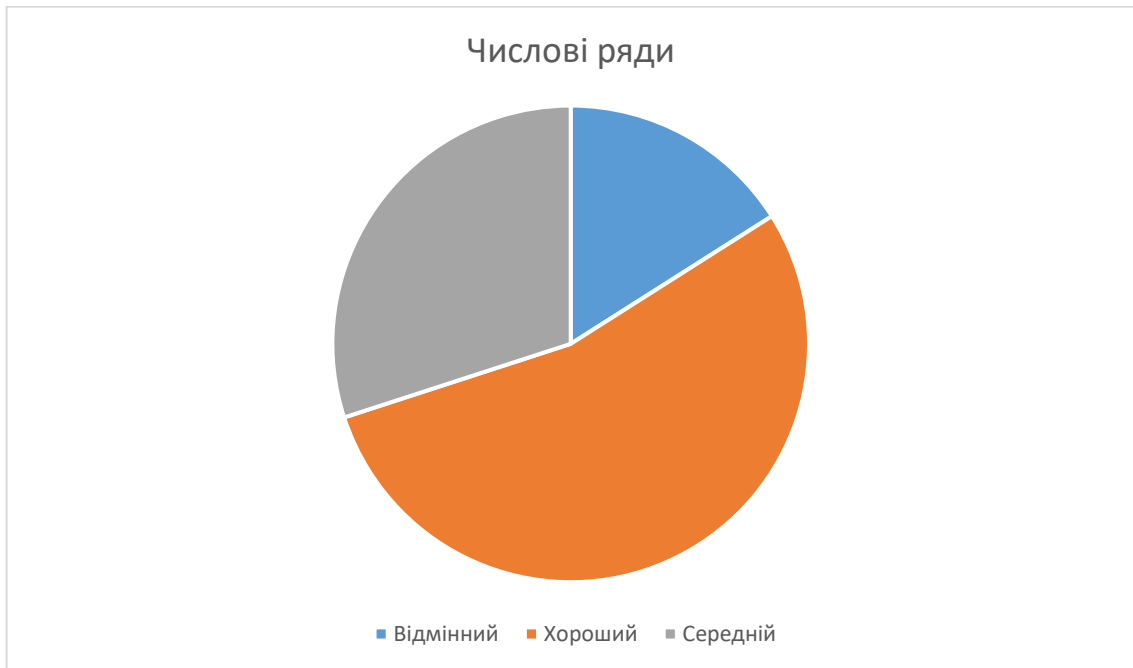


Рис. 1.1 Результат методики «Числові ряди»

Крім того, було проведено дослідження рівня комунікабельності за методикою «Оцінка комунікабельності» В. Ряховського [8], результати якого розподілилися таким чином:

7 % учнів отримали максимальний результат (24–19 балів), що свідчить про мінімально необхідний рівень комунікабельності;

33 % – 14–18 балів, що відповідає функціональному рівню;

27 % – 9–13 балів, що вказує на достатній рівень;

33 % – 4–8 балів, що свідчить про високий рівень комунікабельності.

Учнів із результатом 0–3 бали не виявлено. Такий показник, згідно з інтерпретацією методики, відповідає надмірній комунікативності. Для кращої наочності наведені результати представлені на рис. 1.2.



Рис. 1.2 Результат методики «Оцінка комунікабельності»

Також було проведено дослідження працездатності та стійкості учнів до монотонної діяльності на основі коректурної проби «Кільця Ландольта» (модифікація Б. Бурдона) [9].

Результати дослідження показали:

81 % учнів продемонстрували середній рівень працездатності;

7 % – низький рівень;

12 % – дуже низький рівень (див. рис. 1.3).



Рис 1.3 Результат методики «Кільця Ландольта»

Таким чином, спираючись на дослідження О.Г. Шаумян [7], можна зробити висновок, що найбільші труднощі виникають у сфері міжособистісного розвитку учнів. У зв'язку з цим необхідно мінімізувати негативний вплив зовнішніх факторів та спрямовувати дітей на особистісний і комунікативний розвиток.

Для педагогів головним завданням є створення сприятливої атмосфери навчання, формування позитивної мотивації та підтримка емоційного комфорту учнів.

На даний момент, спираючись на модельну навчальну програму, рекомендовану Міністерством освіти і науки України [10], для учнів сьомого класу передбачено вивчення трьох основних тем:

1. Методи пізнання природи. Фізика як природнича наука.
2. Механічний рух.
3. Взаємодія тіл. Сили в природі.

Згідно з програмою, тижневе навантаження з фізики для 7 класу становить 2 години. Кількість лабораторних робіт визначається навчальним закладом індивідуально, однак у навчальній програмі МОН рекомендовано такий перелік:

1. Визначення середньої швидкості руху тіла.

2. Визначення періоду обертання тіла.
3. Дослідження коливань нитяного маятника.
4. Вимірювання маси тіл.
5. Визначення густини речовини (твердих тіл, рідин).
6. Дослідження пружних властивостей тіл.
7. Визначення коефіцієнта тертя ковзання.
8. Вимірювання тиску тіла на опору.
9. Гідростатичне зважування тіла.
10. Перевірка умов плавання тіла.

Даний перелік лабораторних робіт повністю відповідає підручнику з фізики для 7 класу авторства В. Бар'яхтара [11].

Проте, проаналізувавши інші підручники, можна виявити різну кількість лабораторних робіт, а саме:

8 лабораторних робіт – у підручнику Б. Максимовича [12];

11 лабораторних робіт – у підручнику Л. Генденштейна [13];

9 лабораторних робіт – у підручнику Т. Засєкіна [14].

Таким чином, можна зробити висновок, що різні автори підручників по-різному структурують лабораторний практикум, але всі вони орієнтуються на єдині змістові лінії та базові теми, визначені МОН.

Відповідно до пункту 1.2 Положення про дистанційне навчання,

«Під дистанційним навчанням розуміється індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається переважно за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, що функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій» [15].

У сучасних реаліях це один із основних способів отримання освіти в районах активних бойових дій. Якщо розглядати дане питання у ширшому, міжнародному контексті, дистанційне навчання надає можливість здобувачам

освіти отримувати знання з різних куточків світу, не залишаючи власного комфортного середовища.

Можемо виділити три основні періоди розвитку дистанційного навчання:

1. Кореспондентське навчання – студенти навчалися самостійно, використовуючи підручники та поштові відправлення; іспити складали в акредитованих установах.
2. Одностороннє навчання – застосовувалися публікації в журналах, радіопередачі та телебачення, що активно розвивалися.
3. Багатостороннє навчання, яке активно використовується сьогодні. На відміну від попередніх моделей, воно передбачає двосторонній синхронний режим взаємодії, за якого здобувач освіти має можливість відразу ставити запитання та отримувати відповіді і додаткові роз'яснення.

У статті Григорія Кузьменка та Валерія Солодовника [16], дистанційне навчання може стати ефективним інструментом для вирішення низки актуальних проблем, а саме:

1. Забезпечення доступу до освіти для учнів з особливими освітніми потребами.
2. Організація індивідуального навчання для учнів екстернату.
3. Надання можливості здобувати освіту учням, які тимчасово відірвані від навчального процесу через захворювання.
4. Забезпечення доступу до уроків для учнів, які фізично не можуть бути присутніми через особисті обставини (зокрема, перебування за кордоном).
5. Організація навчання для дітей, що перебувають на територіях активних бойових дій.
6. Можливість здобувати освіту за іноземними освітніми програмами.
7. Реалізація права на здобуття освіти рідною мовою для представників національних меншин.

Проте дистанційне навчання має і низку недоліків, серед яких:

1. Відсутність особистого спілкування між учасниками освітнього процесу;
2. Обмежена комунікація між колегами, що ускладнює обмін актуальним педагогічним досвідом;
3. Зниження мотивації учнів та наявність великої кількості відволікаючих чинників;
4. Складність забезпечення належного контролю поведінки та залученості учнів;
5. Можлива відсутність або недостатність засобів ІКТ у частини здобувачів освіти.

Разом з тим, у контексті дистанційного навчання фізики сьогодні існує значна кількість комп'ютерних симуляцій, які дають змогу ефективно візуалізувати окремі фізичні процеси. Це дозволяє частково компенсувати відсутність традиційного експерименту та сприяє кращому засвоєнню матеріалу. Зазначене питання буде детальніше розглянуто у подальших розділах роботи.

1.2. Сучасні тенденції та інновації в організації дистанційного навчання

Для подальшої роботи необхідно детальніше проаналізувати всі особливості дистанційного навчання, зокрема способи та форми його реалізації, а також визначити його сильні та слабкі сторони.

Згідно з дослідженням Бикова В. Ю. [17], проведеним у 2022 році, протягом трьох років залишаються невирішеними такі ключові проблеми дистанційного навчання:

- недостатнє матеріально-технічне забезпечення учнів;
- низька якість інтернет-з'єднання;
- низький рівень самоорганізації учнів;
- недостатнє матеріально-технічне забезпечення закладів освіти;

- відсутність належної підтримки з боку батьків;
- брак часу вчителів через додаткове навантаження;
- зниження якості освітнього процесу;
- психологічні труднощі учасників освітнього процесу;
- недостатній рівень володіння та використання ІКТ педагогами.

Що стосується цифрових інструментів, то було отримано такі результати (див. рис. 1.4).

- Viber – 78,4%;
- Zoom – 65,4%;
- сайт навчального закладу – 23,5%;
- Google workspace for education - 20,2%;
- МійКлас – 19,5%;
- Електронний щоденник – 15,4%;
- Навчальна платформа навчального закладу – 14,3%;
- Telegram – 13,3%;
- JitsiMeet – 13,1%;
- Padlet – 11%;
- FlippedClassroom – 10,9%;
- Skype – 8,3%;
- Microsoft Office 365 – 7,6%;
- Microsoft Teams – 4,7%;
- WhatsApp – 3,3%;
- Moodle – 3,2%;
- ClassDojo – 1,5%;
- Tik-Tok – 1,4%

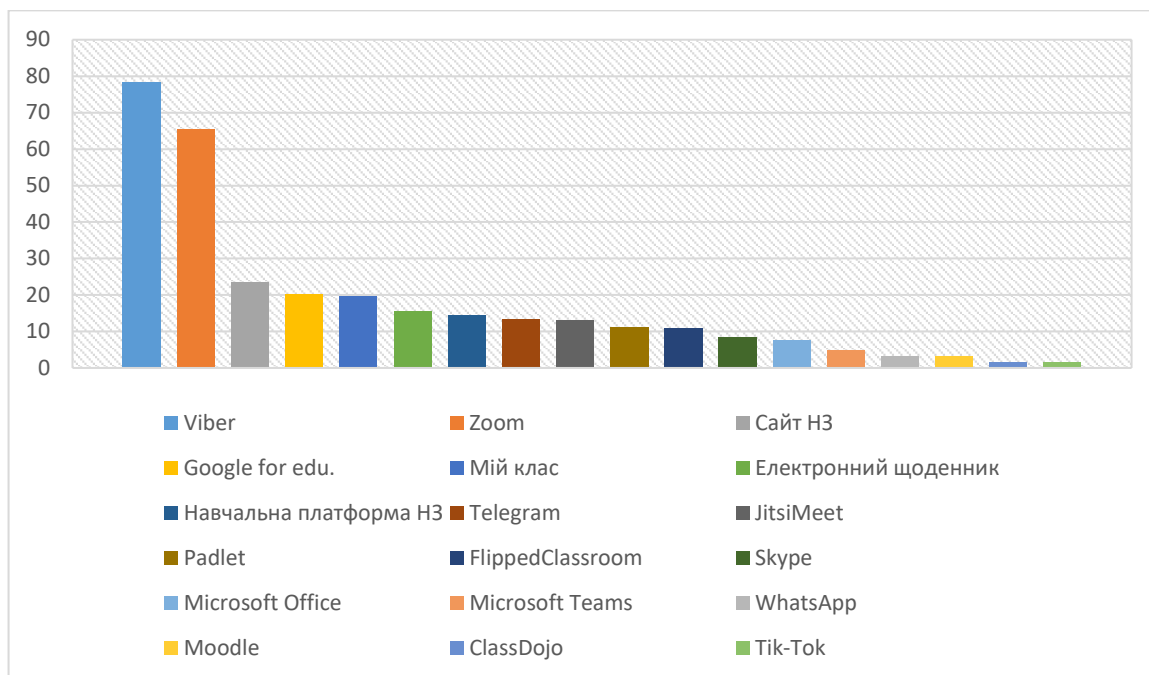


Рис. 1.4 використання цифрових інструментів

Якщо порівняти ці результати з попередніми роками, можна дійти висновку, що вчителі поступово опановують нові засоби ІКТ, які є для них більш зручними та краще задовольняють професійні потреби. Завдяки проходженню курсів підвищення кваліфікації та набуттю практичних навичок, педагоги отримують доступ до складніших програмних засобів. Це, у свою чергу, відкриває можливість використовувати більш спеціалізовані інструменти для ефективнішої подачі навчального матеріалу учням.

Якщо проаналізувати тенденції останніх років, то можна відзначити зростання популярності нейромереж, зокрема штучного інтелекту (ШІ). Згідно зі статтею «Використання штучного інтелекту для вирішення фізичних задач» [18], використання GPT сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу. Для вчителів це означає зменшення навантаження, пов'язаного з веденням документації та плануванням уроків, а для учнів – можливість отримувати додаткові роз'яснення та підтримку під час навчання.

Водночас слід враховувати й потенційні ризики, зокрема недостатню достовірність інформації, зумовлену принципами роботи ШІ. У разі відсутності

відповідних відомостей у навчальних даних нейромережі, згенеровані нею відповіді можуть бути неточними або повністю не відповідати дійсності.

З метою перевірки практичної користі ШІ було проведено експеримент: чату GPT було поставлене запитання – «Як можна використовувати тебе для навчання фізики в школі?» – на яке була отримана така відповідь:

«Це чудове запитання

Мене можна використовувати як ефективний «допоміжний інструмент у навчанні фізики в школі – як для вчителя, так і для учнів.

Ось кілька практичних способів, які справді працюють

1. Допомога вчителю в підготовці уроків

Створення конспектів уроків за темами (наприклад, «Закон Архімеда» або «Механічна робота та потужність»).

Генерація прикладів і задач різного рівня складності – від базових до олімпіадних.

Пояснення складних тем простою мовою, адаптованою до віку учнів.

Підготовка тестів, контрольних та самостійних робіт з автоматичною перевіркою правильності відповідей.

Підбір експериментів та демонстрацій, які можна провести в класі або віртуально.

Наприклад:

«Зроби мені план уроку для 7 класу на тему “Сила тертя” з цікавим експериментом» – і я сформулю повноцінний сценарій уроку.

2. Підтримка учнів

Пояснення теорії “людською мовою”, поетапно.

(Можна запитати: «Поясни мені закон Гука, якби я був п’ятикласником».)

Розв’язування задач з детальним поясненням кроків (не просто відповідь!).

Тренування перед контрольними – я можу згенерувати десятки подібних задач для практики.

Інтерактив – можна робити вікторини, квести або ігрові завдання з балами.

3. Візуалізація та симуляції

Побудова графіків руху, залежностей сили, прискорення тощо.

Створення інфографіки, схем, плакатів (наприклад, “Типи механічного руху”).

Можу допомогти знайти чи змоделювати віртуальні лабораторії або анімації фізичних явищ.

4. Проєкти, досліди та STEAM

Ідеї для проєктів або експериментів, які можна зробити вдома або в школі.

Інтеграція фізики з іншими предметами – наприклад, з інформатикою чи біологією.

Покрокові інструкції для простих дослідів (наприклад, «як визначити прискорення вільного падіння за допомогою телефону»).

5. Диференційоване навчання

Можу адаптувати пояснення під різний рівень учнів – сильним дати складніші задачі, слабшим – прості з покроковими підказками.

Створювати індивідуальні плани повторення чи підготовки до ЗНО/НМТ.

Приклади команд, які можна використовувати

«Поясни закон Архімеда простими словами».

«Зроби тест на 10 запитань про механічну роботу з варіантами відповідей».

«Придумай цікаву гру для закріплення теми “Тиск у рідинах”».

«Розв’яжи задачу: тіло масою 2 кг рухається з прискоренням 3 м/с². Яка сила діє на тіло?»

«Зроби коротку презентацію про закони Ньютона для 8 класу».

Бонус: я можу зберігати стиль викладу або структуру уроків, які вам подобаються, щоб ви отримували матеріали у своєму форматі.

Якщо хочете, я можу показати приклад повного уроку з фізики (план, пояснення, задачі, перевірка знань) на конкретну тему.

Назвіть тему (наприклад, “Сила тяжіння”) – і я зроблю демонстрацію. Хочете спробувати?»

Таким чином, за допомогою штучного інтелекту можна значно зекономити час та зменшити навантаження на вчителя, зокрема під час підготовки навчальних матеріалів і ведення документації.

Таким чином чат GPT здатний виконувати низку важливих функцій під час уроків фізики, а саме:

1. Надання допомоги під час виконання лабораторних робіт власноруч.
2. Сприяння проведенню віртуальних лабораторних робіт.
3. Використання інтерактивних елементів для залучення учнів.
4. Додаткове пояснення складних фізичних концепцій у доступній формі.
5. Створення персоналізованого освітнього досвіду для кожного учня.
6. Надання зворотного зв'язку в режимі реального часу під час проведення експериментів.
7. Допомога під час виконання групових експериментів.

З точки зору авторського права, результати, згенеровані за допомогою ШІ, не мають чіткого індивідуального автора, а отже можуть вільно використовуватися в освітніх цілях без порушення прав інтелектуальної власності.

Штучний інтелект може бути корисним інструментом для полегшення та покращення освітнього процесу, проте водночас все частіше виникають ситуації, коли учні використовують його для порушення принципів академічної доброчесності, зокрема під час списування або автоматичного виконання завдань.

У результаті таких зловживань можуть виникати такі проблеми:

1. Відсутність розвитку критичного й аналітичного мислення через механічне копіювання інформації без її усвідомлення, запам'ятовування та аналізу.
2. Складність в оцінюванні реального рівня засвоєння матеріалу учнями.

3. Поверхнєве засвоєння знань через відсутність потреби глибоко опрацьовувати навчальний матеріал.
4. Надмірна довірливість до результатів, згенерованих ШІ. Нейромережі формують відповіді на основі алгоритмів і наявних даних, тому у випадку відсутності необхідної інформації можуть генерувати недостовірні відомості [23].
5. Зменшення рівня комунікації між учнями. Раніше під час виконання завдань діти взаємодіяли, обговорювали можливі шляхи розв'язання, а з появою ШІ ця потреба значною мірою зникла.
6. Додаткове навантаження на зір через часте використання смартфонів та комп'ютерів.

Остання проблема є особливо актуальною для здобувачів освіти, які навчаються за дистанційною формою. Постійне навантаження на зір, спричинене тривалим перебуванням перед моніторами персональних комп'ютерів та технічних засобів навчання (ТЗН), може негативно впливати на здоров'я учнів.

Відповідно до наказу МОН України «Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти» [19], тривалість навчальної діяльності під час дистанційного навчання має становити:

- 2 заняття по 45 хвилин, або
- 3 заняття по 40 хвилин, або
- 4 заняття по 30 хвилин, або
- 5 занять по 25 хвилин.

Обов'язковою умовою після дистанційних занять є виконання вправ для зняття зорового навантаження, зокрема, рухової активності та гімнастики для очей.

Таким чином, під час виконання лабораторних робіт використання технічних засобів навчання має бути мінімальним, лише для забезпечення комунікації з учителем, отримання інструкцій або демонстраційного матеріалу.

Одним із популярних напрямів розвитку сучасного навчання є STEAM-освіта, це комплексний підхід, що охоплює кілька галузей: природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering), мистецтво (Art) та математику (Mathematics)[20].

Як зазначає Ігор Старенький у своїй статті [21], основною особливістю STEAM-освіти є те, що в центрі навчального процесу перебуває не вчитель із традиційним поданням матеріалу, а певна проблема, над вирішенням якої працюють учні. Роль учителя полягає не у викладанні готових знань, а у наставництві та скеруванні мислення учнів у напрямі пошуку ефективних рішень.

Такий підхід є особливо актуальним із точки зору розвитку ключових компетентностей, які формуються в учнів під час навчання:

- Вільне володіння державною мовою – розвивається під час оформлення звітів лабораторних робіт.
- Спілкування іноземними мовами – удосконалюється через використання англійських сайтів і комп'ютерних симуляцій.
- Математична компетентність – формується в процесі виконання обчислень і розв'язування задач.
- Компетентність у галузі природничих наук і технологій – є ключовою та фундаментальною, особливо в межах курсу фізики.
- Інформаційно-цифрова компетентність – активно розвивається в умовах дистанційного навчання.
- Уміння навчатися впродовж життя – формується завдяки пошуку нестандартних шляхів розв'язання поставлених задач.
- Соціальна та громадянська компетентності – розвиваються через комунікацію та співпрацю учасників освітнього процесу.
- Підприємливість – формується під час пошуку економічно доцільних і раціональних рішень.

- Загальнокультурна грамотність – збагачується через аналіз історичного досвіду та прикладів із минулого.

- Екологічна грамотність і здоровий спосіб життя – формуються через дослідження природних явищ і розуміння процесів у власному організмі.

Таким чином, STEAM-освіта сприяє гармонійному розвитку всіх ключових компетентностей, необхідних сучасному учневі для успішної самореалізації.

РОЗДІЛ 2. Методичні підходи до організації лабораторного практикуму з фізики у 7 класі

2.1. Методика проведення класичних (натурних) лабораторних робіт з використанням простого обладнання

Основною метою даної магістерської роботи є розробка лабораторних робіт з фізики для учнів 7 класу, які навчаються дистанційно.

Не менш важливим аспектом є практична застосовність отриманих знань та розуміння їх значення у повсякденному житті.

Специфіка дистанційного навчання обмежує можливість учнів користуватися лабораторним обладнанням та інвентарем, тому виконання лабораторних робіт може здійснюватися кількома способами:

1. Демонстраційні роботи – коли вчитель у режимі онлайн демонструє дослід, пояснюючи спостережувані явища та доводячи певні закономірності природи.
2. Демонстраційні відео – подібні до попереднього способу, однак демонстрація попередньо записана.
3. Онлайн-симуляції – їхнім недоліком є відсутність похибок вимірювань, оскільки програмний код часто нехтує другорядними фізичними факторами. Проте перевагою є можливість перевіряти гіпотези, які в реальних умовах можуть становити небезпеку для учасників освітнього процесу або обладнання закладу освіти.
4. Відтворення лабораторних робіт у домашніх умовах – виконання дослідів за допомогою підручних засобів.

Саме останній спосіб буде використано під час розробки лабораторних робіт у межах цієї магістерської роботи.

Отже, основним завданням є підбір лабораторних завдань, які учні зможуть самостійно виконати вдома, використовуючи доступні матеріали, а

також створення інструкцій для лабораторних робіт за допомогою комп'ютерних симуляцій Phet.

Визначення ціни поділки

Першою для виконання пропонується найбільш необхідна та практично значуща лабораторна робота – «Визначення ціни поділки вимірювальних приладів».

Основна мета роботи – навчити учнів визначати ціну поділки на різних вимірювальних приладах.

Для виконання лабораторної роботи учням пропонується обрати три довільних вимірювальних прилади, які вони можуть знайти вдома (наприклад, мірну посудину, секундомір, штангенциркуль, термометр, тонометр тощо), а також лінійку.

Хід виконання роботи:

1. Нагадати учням формулу для обчислення ціни поділки: $S_p = \frac{b-a}{n}$, де b і a – значення двох сусідніх позначок шкали, n – кількість поділок між ними.
2. Визначити ціну поділки лінійки.
3. Визначити ціну поділки обраних учнями довільних приладів.

Під час виконання роботи необхідно звернути увагу на одиниці вимірювання, зазначені на кожному приладі.

У висновку учні повинні:

- вказати, для яких приладів вони визначали ціну поділки;
- зазначити, які фізичні величини вимірюють ці прилади;
- зробити короткий висновок про точність вимірювання різних приладів.

Методичні рекомендації для вчителя:

Певну складність під час проведення цієї лабораторної роботи може становити різний набір приладів, які обирають учні. Тому вчителю варто передбачити декілька прикладів і шаблонів звітів, щоб спростити перевірку та уніфікувати оцінювання.

Дифузія

Наступною для виконання лабораторною роботою є дослідження явища дифузії.

Основна мета цієї роботи – дослідити явище дифузії у повітрі та рідинах.

Для виконання лабораторної роботи необхідні: секундомір, парфуми, склянки з холодною та гарячою водою, а також довільний барвник (рекомендовано чай).

Хід виконання роботи:

1. Повторити поняття дифузії.
2. Розпилити парфуми та запустити секундомір.
3. Дочекатися, коли запах стане відчутним, і зупинити секундомір.
4. Помістити барвник у склянки з гарячою та холодною водою.
5. Виміряти час, за який вода повністю забарвиться.

У висновку учні повинні зазначити:

- Від чого залежить швидкість дифузії.
- У якому середовищі дифузія відбувається швидше і чому.
- При яких температурах дифузія відбувається швидше і чому.
- Як перемішування впливає на швидкість дифузії.
- Чи можна спостерігати явище дифузії у твердих тілах і як саме.

Складності для вчителя полягає у необхідності нагадування про техніку безпеки при роботі з гарячими речовинами та різні типи барвників та кількість води, яку виберуть учні.

Вимірювання розмірів малих тіл

Не менш важливою з практичної точки зору є лабораторна робота з вимірювання розмірів малих тіл, оскільки не завжди в наявності є необхідні прилади.

Основна мета цієї роботи – здобуття навичок вимірювання малих тіл.

Для виконання лабораторної роботи учням знадобляться: крупи (довільні), нитка та лінійка.

Хід виконання роботи:

1. Виставити в ряд 10–20 крупин.
2. Виміряти довжину, яку вони займають.
3. Поділити виміряну довжину на кількість крупин і знайти розмір однієї крупини.
4. Намотати на олівець нитку, близько 10–20 мотків.
5. Виміряти довжину намотаної нитки.
6. Поділити довжину на кількість мотків, щоб визначити товщину нитки.

У висновку учні повинні зазначити:

- Для яких випадків можна застосовувати даний метод.
- Які неточності можуть виникати під час обчислень.

Складності для вчителя у даній лабораторній відсутні, вона досить проста у реалізації, тому робота чудово підходить для дистанційного навчання.

Вимірювання об'єму тіл

Ця лабораторна робота дає змогу учням проявити креативність і задовольнити власну цікавість, оскільки вимірюватиметься об'єм не лише тіл правильної геометричної форми, а й об'єктів довільної форми.

Основна мета роботи – навчитись вимірювати об'єм тіл будь-якої форми.

Для виконання лабораторної роботи учням знадобляться: лінійка, мірна посудина з водою, тіло правильної геометричної форми (наприклад, прямокутний дерев'яний брусок) та тіло неправильної геометричної форми.

Хід виконання роботи:

1. За допомогою лінійки виміряти довжину, ширину та висоту тіла правильної геометричної форми.
2. Визначити об'єм тіла за формулою $V=a \cdot b \cdot c$.
3. Перевести отримані значення в одиниці СІ.
4. Наповнити мірну посудину наполовину водою.
5. Занурити у воду тіло неправильної геометричної форми.
6. Визначити його об'єм, віднявши початковий об'єм води від кінцевого.

У висновку учні повинні відповісти на запитання:

- Чи співпаде об'єм бруска, виміряний лінійкою, з тим, що отримано при зануренні у воду.
- Який метод є точнішим і чому.
- У яких випадках доцільно застосовувати кожен із методів.

Складності для вчителя можуть виникати через використання різних типів мірних посудин. Це можна компенсувати додатковим завданням – визначити ціну поділки.

Учням також можна дозволити обрати довільне тіло безпосередньо під час уроку, що сприятиме розвитку моторики та забезпечить корисну рухову активність під час дистанційного навчання.

Рівномірний рух по колу

Лабораторна робота присвячена дослідженню рівномірного руху тіла по колу. Її виконання дозволяє учням на практиці ознайомитись з поняттями періоду та частоти обертання, а також навчитися проводити прості експериментальні вимірювання.

Основна мета роботи – визначити період і частоту обертання тіла при рівномірному русі по колу.

Для виконання лабораторної роботи учням знадобляться: нитка довжиною приблизно 20 см (для створення кола діаметром 20 см), гудзик або невеликий вантаж, секундомір, аркуш паперу або маркер для позначення кола.

Хід виконання роботи:

1. Закріпити гудзик на кінці нитки.
2. Накреслити коло діаметром 20см
3. Розкрутити гудзик горизонтально, щоб він рухався рівномірно по колу.
4. За допомогою секундоміра виміряти час 10 повних обертів.
5. Обчислити період обертання за формулою $T = \frac{t}{N}$, де t – загальний час обертів, N – кількість обертів.
6. Обчислити частоту обертання за формулою $n = \frac{1}{T}$

У висновку учні повинні вказати:

- Який період і частоту обертання вони отримали.
- Від чого залежить частота обертання тіла.
- Як зміниться період, якщо збільшити або зменшити радіус кола.
- Які похибки можуть виникати при вимірюванні часу.

Складності для вчителя можуть бути пов'язані з точністю вимірювання часу та підтриманням рівномірності руху. Для спрощення завдання можна порекомендувати учням виконувати декілька вимірювань і знайти середнє значення періоду. Дана лабораторна робота добре підходить для дистанційного виконання, оскільки потребує мінімум обладнання і водночас розвиває навички спостереження та аналізу фізичних явищ.

Вимірювання густини тіла

Лабораторна робота спрямована на вивчення одного з основних параметрів речовини – густини. Її виконання допоможе учням навчитися вимірювати масу і об'єм тіл та обчислювати їх густину, а також зрозуміти практичне значення цієї величини.

Основна мета роботи – навчитись визначати густину тіла за його масою та об'ємом.

Для виконання лабораторної роботи учням знадобляться: ваги (кухонні або шкільні), мірна посудина з водою (або циліндр), тіло правильної форми (наприклад, кубик, брусок) і тіло неправильної форми (камінчик, гайка).

Хід виконання роботи:

1. Повторити означення густини та формулу для її обчислення $\rho = \frac{m}{v}$
2. За допомогою ваг визначити масу тіл правильної і неправильної геометричної форм.
3. За допомогою лінійки виміряти довжину, ширину і висоту тіла, обчислити його об'єм за формулою $V=a \cdot b \cdot c$.

4. Для тіла неправильної форми визначити об'єм методом витіснення води – виміряти рівень води до і після занурення тіла, знайти різницю об'ємів.

5. Обчислити густину обох тіл за формулою $\rho = \frac{m}{v}$

У висновку учні повинні зазначити:

- Яку густину мають виміряні ними тіла.
- Чи співпадають отримані результати з табличними даними, якщо ні – то чому.
- Як похибки у вимірюванні маси та об'єму впливають на точність визначення густини.
- Який із методів – геометричний чи занурення у воду – виявився точнішим і чому.

Складності для вчителя можуть бути пов'язані з відмінностями у формах і матеріалах тіл, які виберуть учні. Проте робота чудово підходить для дистанційного навчання, оскільки може бути виконана з використанням підручних засобів.

Для зацікавлення учнів можна запропонувати визначити густину будь-якого предмета з побуту та зробити висновок, з якого матеріалу він виготовлений.

Умови плавання тіл

Не менш цікавою і наочною є лабораторна робота з дослідження умов плавання тіл.

Основна мета цієї роботи – дослідити, за яких умов тіло тоне або плаває у воді, використовуючи баночки з різною кількістю піску.

Для виконання лабораторної роботи учням знадобляться посудина з водою, кілька однакових невеликих баночок (або пластикових стаканчиків), пісок і ложка.

Хід виконання роботи:

1. Повторити закон Архімеда та поняття виштовхувальної сили.

2. Взяти три однакові баночки.
3. У першу баночку насипати невелику кількість піску, у другу – наполовину, у третю – повністю.
4. Послідовно опустити баночки у посудину з водою.
5. Спостерігати, які з них плавають, а які тонуть.
6. Для баночок, що плавають, визначити, яка частина залишається над водою.

У висновку учні повинні зазначити:

- Чому порожня баночка плаває, а наповнена – тоне.
- Як змінюється сила тяжіння та виштовхувальна сила при збільшенні кількості піску.
- У якому випадку сили врівноважуються і тіло плаває на поверхні.
- Як це явище проявляється у реальному житті (кораблі, підводні човни, рятувальні жилети).

Складності для вчителя у даній лабораторній можуть виникати через різні типи баночок, що використовуватимуть учні, однак це можна компенсувати, нагадавши про важливість однакових умов досліду.

Робота безпечна, доступна для виконання вдома і добре підходить для дистанційного навчання.

Умови рівноваги важеля

Не менш важливою для розуміння принципів механіки є лабораторна робота з дослідження умов рівноваги важеля.

Основна мета цієї роботи – ознайомити учнів із принципом дії важеля та перевірити умову його рівноваги експериментально.

Для виконання лабораторної роботи учням знадобляться: лінійка або дерев'яна паличка, нитка (для підвішування важеля), два маленькі пакети або пластикові стаканчики, які будуть виконувати роль тягарців, і пісок або крупи для регулювання маси.

Хід виконання роботи:

1. Повторити поняття важеля, плеча сили та моменту сили.
2. Підвісити лінійку або паличку на нитці так, щоб вона могла вільно обертатись – це буде важіль.
3. Закріпити пакети або стаканчики по обидва боки важеля на однаковій відстані від точки опори.
4. Насипати пісок в один із пакетів і спостерігати, як важіль нахилиється.
5. Додати пісок у другий пакет або змінити відстань від точки опори так, щоб важіль знову став у рівновагу.
6. Виміряти відстані від точки опори до місця прикладання сил (плечі) і визначити, при яких умовах важіль залишається у рівновазі.

У висновку учні повинні зазначити:

- При яких умовах важіль знаходиться у рівновазі.
- Як співвідносяться сили і плечі з обох боків важеля.
- Яке практичне значення має принцип рівноваги важеля (ваги, гойдалка, ричаги у техніці).

Складності для вчителя можуть виникнути лише у випадку використання різних матеріалів (нерівномірна лінійка, неоднакові контейнери), тому варто наголосити учням на важливості симетрії та точності вимірювань.

Дана лабораторна робота проста у виконанні, безпечна та чудово підходить для дистанційного навчання.

2.2. Порівняльний аналіз онлайн-сервісів цифрових лабораторій з фізики

Для виконання лабораторних робіт також можна застосовувати різноманітні онлайн-сервіси з відповідними симуляціями фізичних процесів. Розглянемо чотири найбільш поширені сервіси, а саме: PhET [22], Vascak [23], MyPhysicsLab [24] та OPhysics [25].

MyPhysicsLab – це сайт з обмеженою кількістю симуляцій. Із переваг цього сервісу варто відзначити складніші фізичні моделі, як-от подвійний або хаотичний маятники. Проте він поступається іншим у таких аспектах: відсутність української мови, відсутність сортування за темами, прості анімації, застарілий дизайн та обмежені налаштування. Єдиною, але головною перевагою є теоретичний опис кожної симуляції з детальним поясненням. Усі ці параметри роблять цей онлайн-сервіс непридатним для виконання лабораторних робіт у шкільному курсі, проте достатнім для університетського рівня.

OPhysics, на відміну від попереднього сервісу, має набагато більшу бібліотеку симуляцій, яка розділена за темами, але тут так само відсутня українська мова. Симуляції розроблені за допомогою GeoGebra, що робить зображення схематичними і математично правильними, а також забезпечує гнучкість у налаштуванні параметрів. Як наслідок, ці симуляції можна використовувати для теоретичного ознайомлення класу з матеріалом (хоча вони потребують додаткового пояснення педагога) або для створення скріншотів для оформлення презентацій.

Vasck є чеським додатком із великим переліком симуляцій, згрупованих за темами. Проте, незважаючи на значну кількість моделей, сервіс має низку недоліків, а саме: перевантаженість сайту надлишковою кількістю відволікаючої реклами та інформації, неінтуїтивність симуляцій, наявність української мови виключно в інтерфейсі сайту та її відсутність у самих симуляціях. Таким чином, цей онлайн-сервіс поступається OPhysics, оскільки його застосування обмежене дуже примітивним роз'ясненням тем.

PhET поєднує в собі всі позитивні якості попередніх онлайн-сервісів. Наявна українська мова в більшості симуляцій, які можна відфільтрувати за темами. Симуляції мають потенціал для виконання нестандартних лабораторних робіт, оскільки передбачають можливість зміни умов на «неземні». Сучасний дизайн додатково мотивує учнів, а також є інтуїтивно зрозумілим і не перевантаженим деталями (деякі параметри можна самостійно приховати).

Таким чином, найкращими для виконання лабораторних робіт є PhET та OPhysics. Проте для шкільного курсу зручнішим з точки зору учня буде PhET, зокрема завдяки наявності української мови та якісній візуалізації фізичних процесів.

2.3. Використання комп'ютерних симуляцій для проведення віртуальних лабораторних робіт з фізики

За допомогою використання комп'ютерних симуляцій можна досягнути кращих результатів і меншої похибки за рахунок відсутності випадкових чинників і різних факторів, які можуть вплинути на дослідження.

Одним із доступних середовищ є PhET [26], це велика бібліотека різних симуляцій, яка охоплює такі галузі, як фізику, хімію, біологію і математику. Перевагами даних симуляцій є наявність української мови, що робить їх доступним для учнів, які не володіють іноземними мовами на достатньому рівні.

Дифузія

Для виконання цієї лабораторної роботи нам знадобиться симуляція «Дифузія» [26], розглянемо її детальніше.

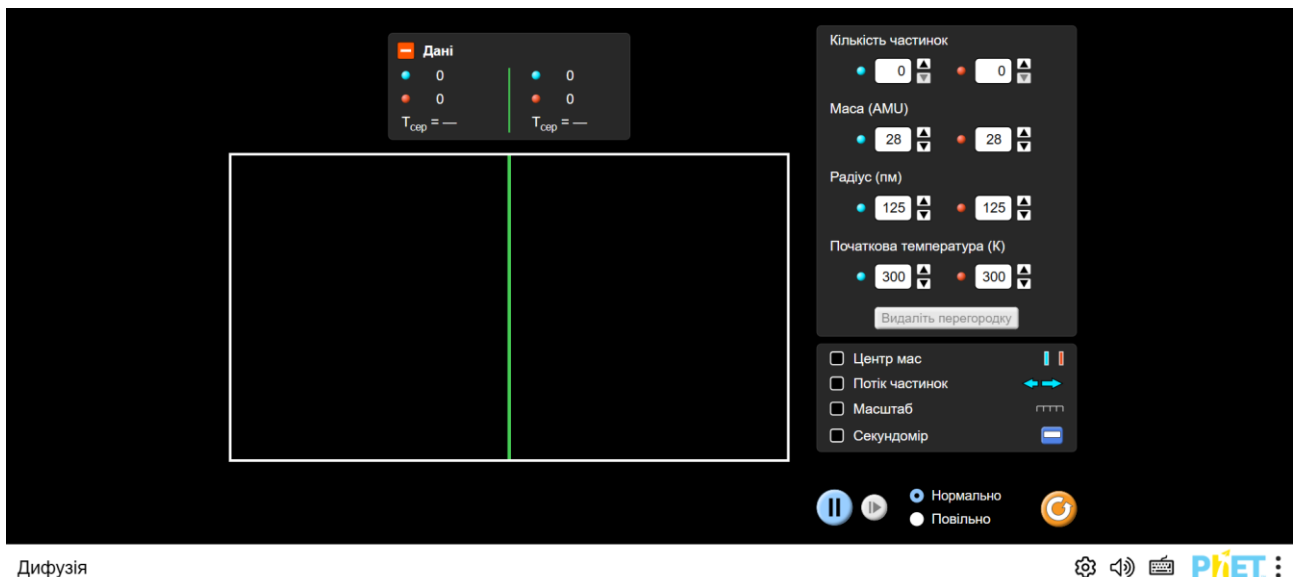


Рис. 2.1 Симуляція Дифузія

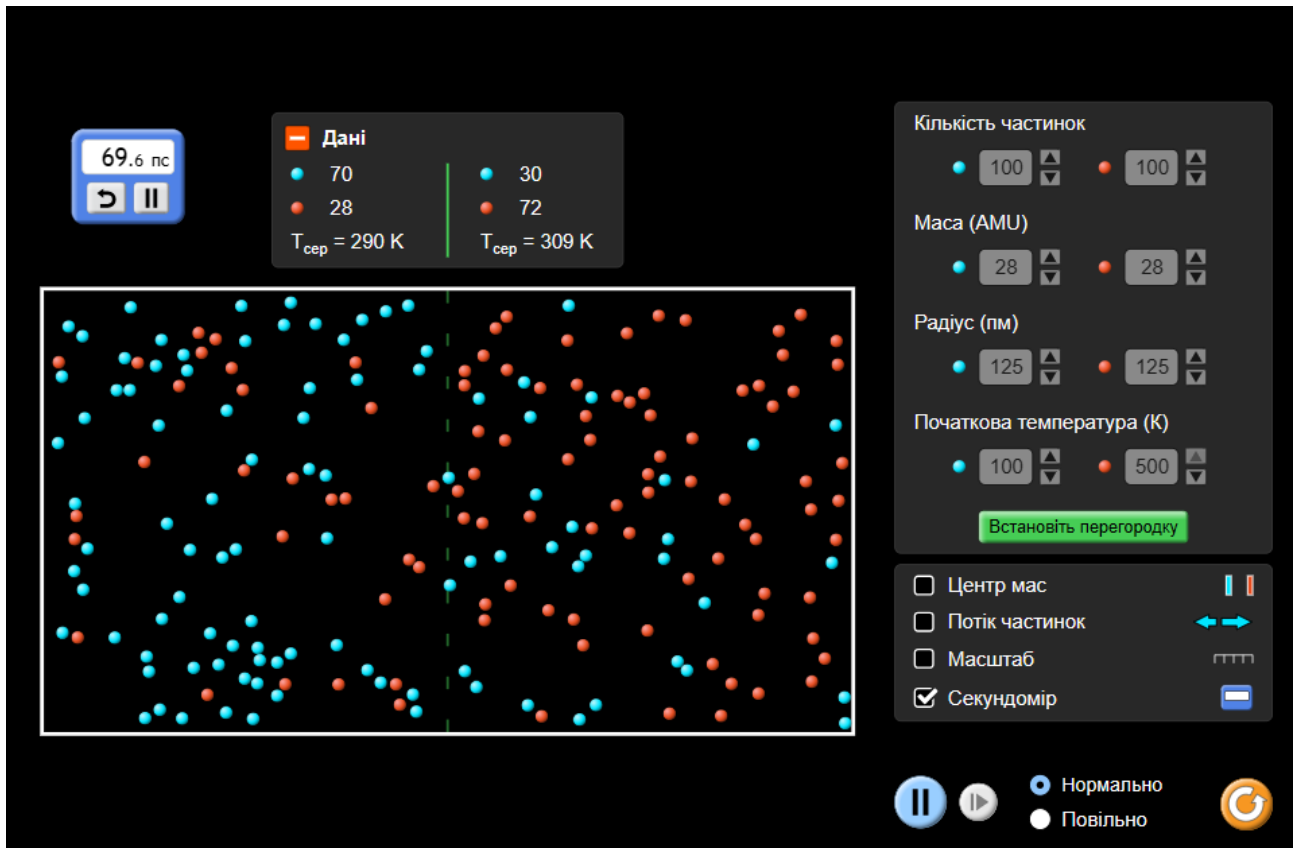


Рис. 2.2 Вигляд запущеної симуляції.

Як видно на рис. 2.1, 2.2, у нас доступні такі параметри: кількість частинок, маса, радіус, початкова температура. Також є додаткові інструменти: центр мас, потік частинок, масштаб і секундомір.

Завдання: дослідити явище дифузії та залежність швидкості дифузії від початкової температури.

Послідовність виконання:

1. Вивести на екран секундомір і додаткові дані; поставити симуляцію на паузу, після чого занулити і підготувати секундомір. (Ці дії потрібні, щоб відлік часу починався одночасно з початком дослідження.)
2. Встановити початкові параметри: кількість синіх і червоних частинок – по 100, початкову температуру частинок – 500 К.
3. Запустити симуляцію та секундомір одночасно. Кожні 30 с фіксувати дані й записувати їх у таблицю (див. Таблицю 2.1).

Таблиця 2.1

Час	Кількість		Кількість		Середня	
	синіх частинок		червоних частинок		температура	

4. Повторити пункти 1–3, але зменшити початкову температуру синіх частинок до 300 К (червоні залишити 500 К).
5. Повторити пункти 1–3, але встановити початкову температуру синіх частинок 100 К (червоні – 500 К).

У висновку вкажіть як залежить явище дифузії від початкової температури і як змінюється середня температура з часом.

Додаткове завдання: з'ясувати за який час кількість частинок буде однаковою при різних температурах.

Дослідження коливань маятника

Для виконання цієї лабораторної роботи використовується симуляція «Лабораторія маятників» [26]. На початковому етапі необхідно перейти до розділу «Вступ», де зображено основні параметри симуляції (рис. 2.3).

У цьому режимі доступні такі інструменти:

Лінійка – для вимірювання довжини маятника;

Секундомір – для визначення періоду коливань;

Траса за період – для візуалізації руху маятника протягом одного циклу.

Також користувач має можливість змінювати основні параметри системи, а саме: довжину маятника, масу тіла, значення гравітації, коефіцієнт тертя, кут початкового відхилення.

Завдання: виміряти період і частоту коливань маятника та встановити їх залежність від довжини і маси.

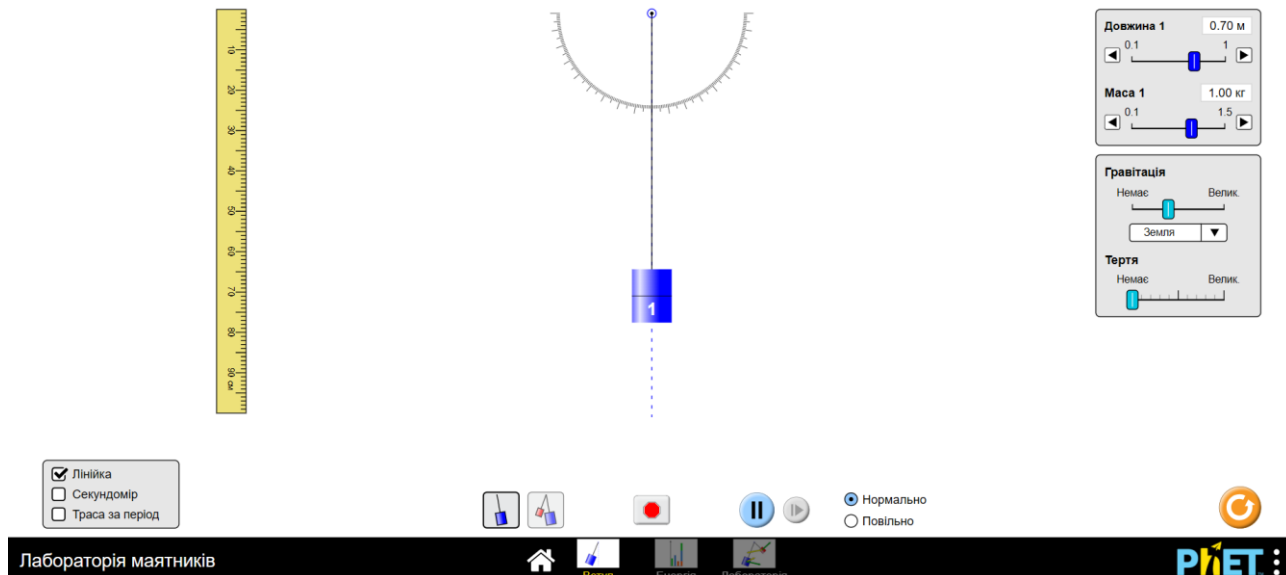


Рис. 2.3 Симуляція «Лабораторія маятників»

Послідовність виконання:

1. Вивести на екран секундомір, поставити симуляцію на паузу, після чого запустити її та підготувати секундомір (ці дії необхідні, щоб відлік часу почався одночасно з початком досліду).
2. Встановити довжину маятника на 0,5 м, масу – 1 кг.
3. Відхилити маятник на 45° .
4. Запустити симуляцію і виміряти час 10 повних коливань.
5. Розрахувати період одного коливання та частоту за відповідними формулами.
6. Внести отримані результати у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2

Довжина	Маса	Кількість коливань	Час	Частота	Період

7. Повторити дослід, збільшивши масу маятника до 1,5 кг, результати занести в таблицю.
8. Повторити дослід, збільшивши довжину маятника до 1 м.
9. Визначити період і частоту коливань маятника для кожного випадку.

У висновку учні повинні зазначити: від чого залежить період і частота коливань маятника; як змінюються ці величини при збільшенні довжини маятника; чи впливає маса маятника на період коливань.

Додаткове завдання: Визначити, як зміниться період і частота коливань, якщо встановити гравітацію Місяця.

Імпульс

Дана лабораторна робота дає змогу дослідити явище імпульсу, що є її перевагою, оскільки подібні експериментальні роботи рідко зустрічаються в шкільних підручниках через складність реальних вимірювань.

Проте симуляція «Лабораторія вивчення імпульсу» [26] дає можливість експериментально дослідити це явище в безпечних умовах і з високою точністю.

Як показано на рис. 2.4, у симуляції доступні дві кульки з можливістю змінювати їхні маси, напрямки та швидкості. Також можна налаштовувати еластичність зіткнення, тобто робити його абсолютно пружним або непружним.

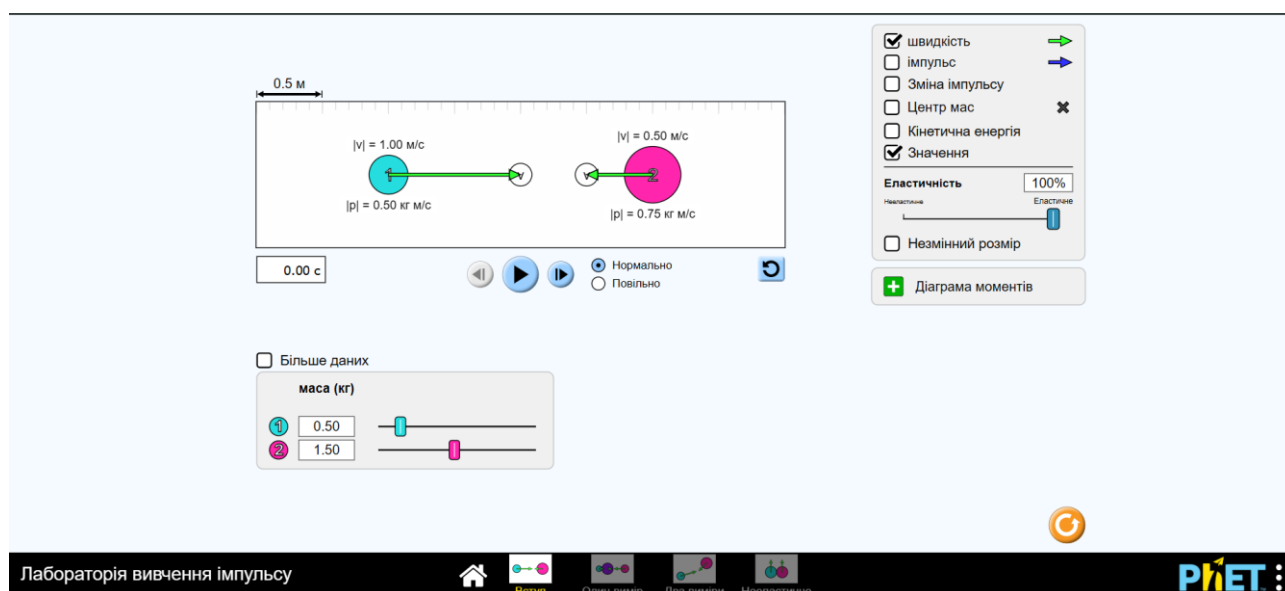


Рис. 2.4 Симуляція «Лабораторія вивчення імпульсу»

Завдання: дослідити залежність імпульсу від маси, швидкості та напрямку руху тіл під час абсолютно пружних і непружних зіткнень.

Послідовність виконання:

1. Встановити масу обох куль на 1 кг.
2. Встановити швидкість першої кулі на 0,5 м/с, а другої на 0. Дані занести до таблиці.

Таблиця 2.3

Маса куль		Швидкість до зіткнення		Швидкість після зіткнення		Імпульс до зіткнення		Імпульс після зіткнення	

3. Збільшити масу першої кулі до 2 кг.
4. Повернути масу першої кулі до 1 кг, а другу встановити 2 кг.
5. Повторити пункти 1–4, але направити швидкість другої кулі у бік першої, встановивши швидкість 0,5 м/с для обох куль.
6. Повторити пункти 1–4, але швидкість куль встановити в одному напрямку: для першої кулі – 1 м/с, для другої – 2 м/с.
7. Повторити пункти 1–6, але встановити еластичність на 0% (непружне зіткнення).

У висновку учні повинні вказати :від чого залежить імпульс тіла. Як змінюється імпульс при зміні швидкості та маси. Чи зберігається імпульс при абсолютно пружному та непружному зіткненні. У якому випадку сума імпульсів тіл залишається сталою.

Додаткове завдання: дослідити, як поведуть себе три кульки з різними масами і швидкостями.

Густина

Симуляція «Густина» [26] дає змогу дослідити однойменну фізичну характеристику. На рис. 2.5 можна побачити можливість змінювати матеріал блоків, їхню масу та об'єм. Але для виконання лабораторної роботи нам знадобиться її частина «Таємничі об'єкти» (див. рис. 2.6), яка складається з трьох наборів по п'ять невідомих об'єктів у кожному, ваг і таблиці густин.

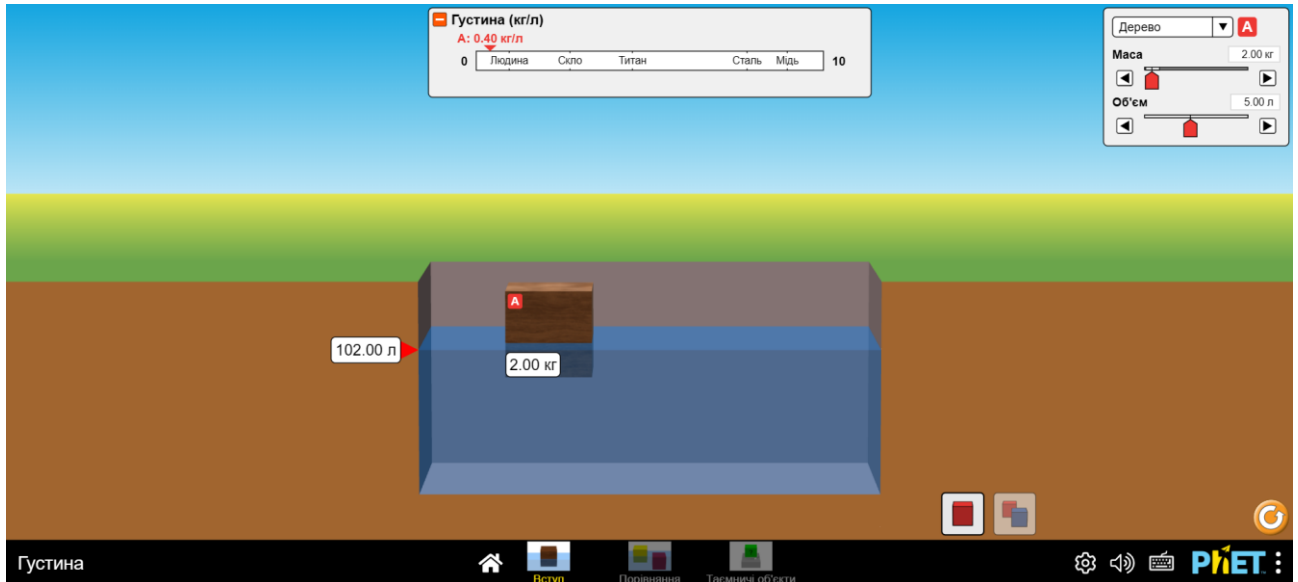


Рис. 2.5 Симуляція «Густина»

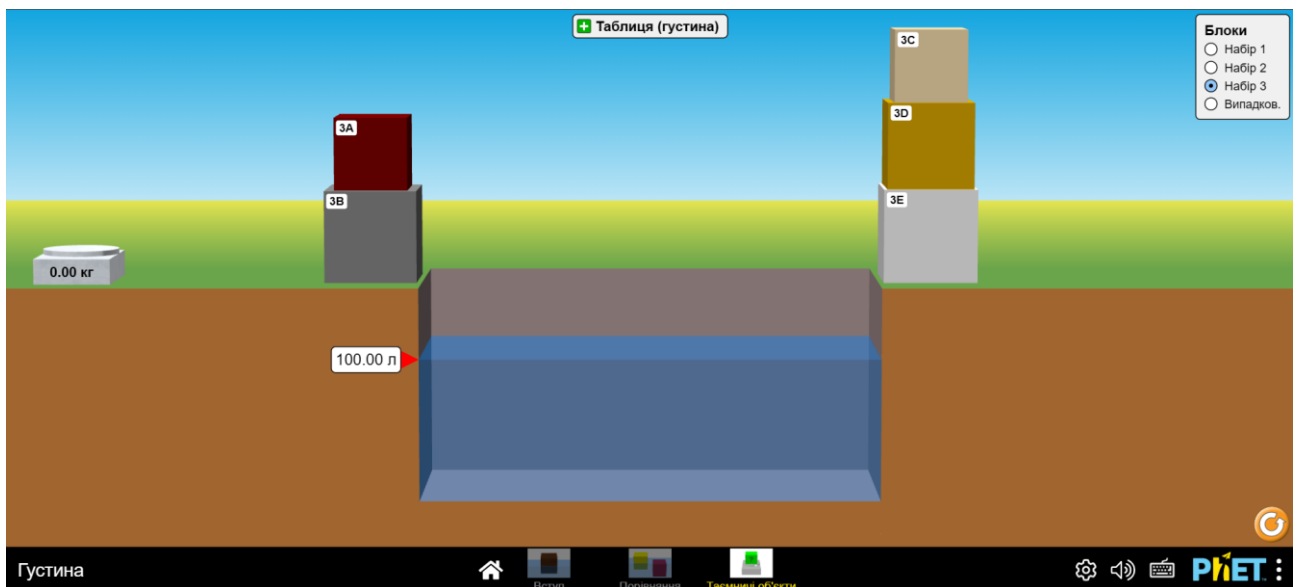


Рис. 2.6 Симуляція «Густина» розділ «Таємничі об'єкти»

Завдання: експериментальним методом визначити густину невідомих об'єктів.

Послідовність виконання:

1. Накресліть таблицю.

Таблиця 2.4

Маса блока	Витіснений об'єм	Густина блока

2. Зважте блок, помістивши його на ваги, й дані внесіть у таблицю.

3. Помістіть блок у резервуар з водою і запишіть витіснений об'єм у таблицю.

4. Обчисліть густину блоків.

У висновку учні повинні вказати, з якого матеріалу виготовлені блоки, пояснити, чому деякі з них більші за об'ємом, але менші за вагою, а також чому одні блоки тонуть повністю, а інші необхідно утримувати у воді.

Додаткове завдання: зважте всі блоки, помістіть їх у резервуар та обчисліть середню густину всіх блоків.

Виштовхувальна сила

Для виконання дослідження виштовхувальної сили нам знадобиться симуляція «Виштовхувальна сила» [26]. Для виконання рекомендується використовувати пункт «Дослідження» (див. рис. 2.7).

Дана симуляція дає нам наступні можливості: вибір між одним чи двома вимірюваними тілами, два динамометри, цистерна з невідомою речовиною, густину якої можна змінювати.

Також є можливість візуалізації глибини занурення, векторів сили тяжіння, виштовхувальної сили та сили реакції опори.

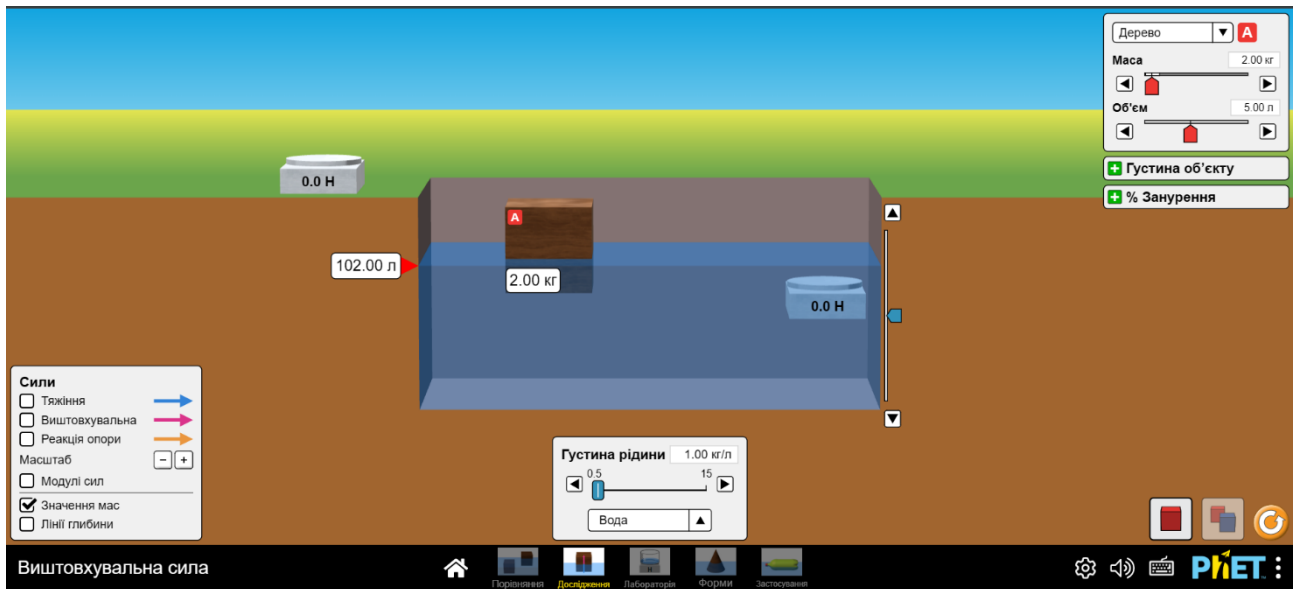


Рис. 2.7 Симуляція «Виштовхувальна сила»

Завдання: експериментально встановити значення сили Архімеда

Послідовність виконання:

1. Накресліть таблицю:

Таблиця 2.5

Вага тіла	Вага тіла у воді	Об'єм тіла	Виштовхувальна сила

2. Виміряйте вагу тіла з матеріалу R.
3. Опустіть тіло, підвішене на динамометрі, у воду.
4. Визначте об'єм даного тіла.
5. Визначте виштовхувальну силу.
6. Повторіть пункти 1-4, але з тілом з матеріалу S.

У висновку учні повинні вказати, від чого залежить виштовхувальна сила, про що свідчить той факт, що тіло опустилося на дно повністю, та що станеться, якщо виштовхувальна сила буде більша за силу тяжіння.

Додаткове завдання: Визначити густину невідомих об'єктів.

Гідростатичний тиск

Для детального вивчення теми «Гідростатичний тиск» [26] використовуємо симуляцію «Під тиском» (див. рис. 2.8). Дана симуляція має наступні можливості (або інструменти): манометр, лінійку, сітку, можливість зміни рівня рідини та її густини, зміну системи обчислень, а також увімкнення атмосфери та зміну її параметрів.

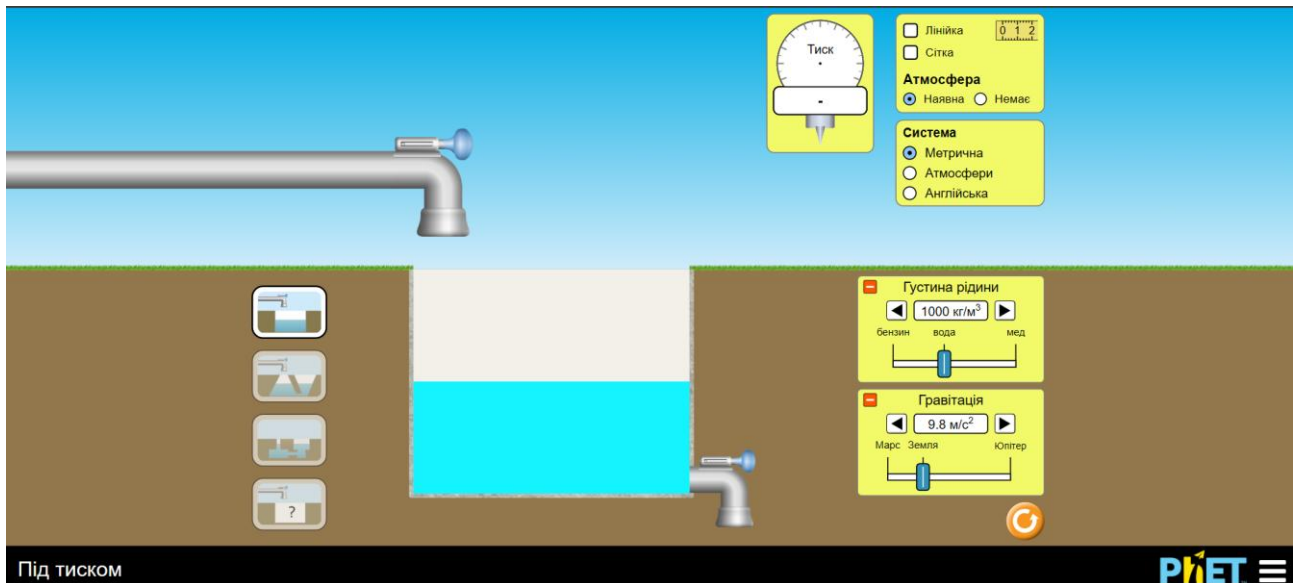


Рис. 2.8 Симуляція «Під тиском»

Завдання: дослідити гідростатичний тиск для різних рідин

Послідовність виконання:

1. Накресліть таблицю:

Таблиця 2.6

Глибина	Тиск	Густина

2. Виберіть симуляцію з невідомою рідиною та виберіть сітку.
3. Занурте манометр на глибину 1 м, дані внесіть до таблиці.
4. Занурте манометр на глибину 2 м, дані внесіть до таблиці.

5. Повторіть пункти 2–3 для рідин Б та С.

6. Обчисліть густину даних рідин.

У висновку учні повинні вказати, від чого залежить гідростатичний тиск та як впливає наявність або відсутність атмосфери.

Додаткове завдання: Пояснити, як зміниться гідростатичний тиск в умовах атмосфери Марсу.

Сила пружності

Для виконання цієї лабораторної роботи можна використати одну з двох симуляцій – «Маси і пружини» [26] та «Маси і пружини. Основи» (див. рис. 2.9). Для учнів 7-го класу більш доцільно використовувати другу симуляцію, щоб не навантажувати їх надлишком інформації, оскільки вона забезпечує спрощене подання.

Дана симуляція містить: один тягарець відомої регульованої маси, три невідомих тягарця, регулятор жорсткості пружини, а також відмітки нерозтягнутої довжини, позиції спокою та рухомої лінії. Також вона дозволяє регулювати тяжіння, вмикати візуалізацію шляху за період, швидкості й прискорення та використовувати інструменти: лінійку і секундомір.

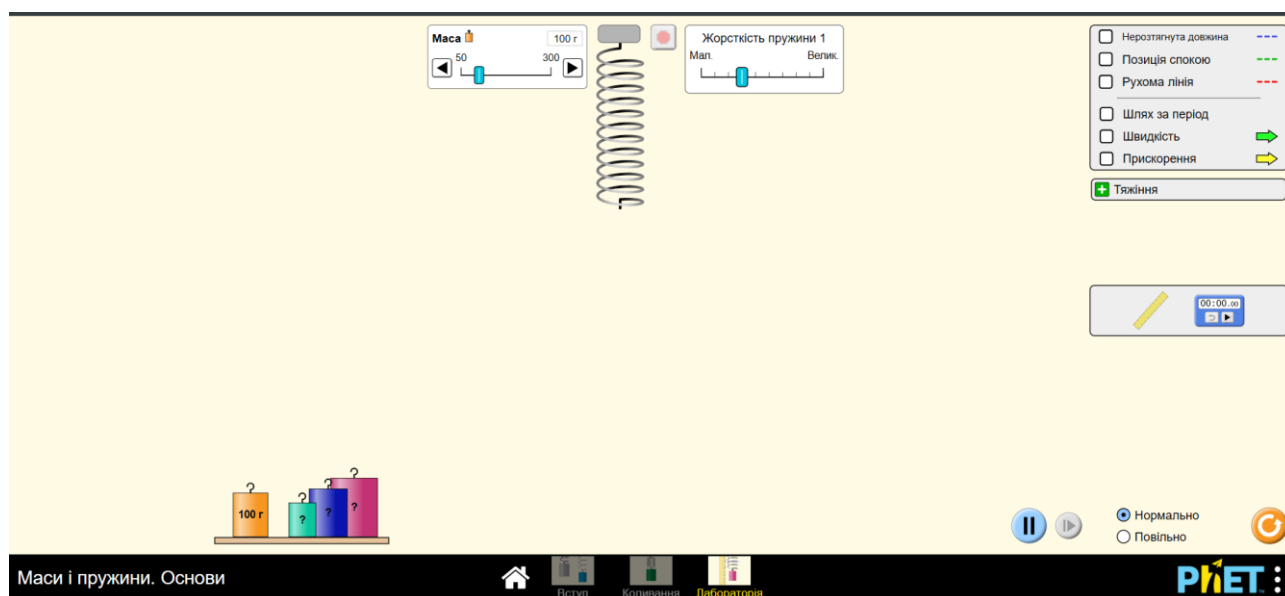


Рисунок 2.9 – Симуляція «Маси і пружини. Основи»

Завдання: експериментальним методом з'ясувати коефіцієнт жорсткості пружини та масу невідомих тягарців.

Послідовність виконання:

1. Увімкніть маркери нерозтягнутої довжини і позиції спокою, та лінійку.
2. Накресліть таблицю:

Таблиця 2.7

Маса тягарця	Видовження пружини	Коефіцієнт натягу

3. Повісьте на пружину тягарець масою 100 г.
4. Визначте видовження пружини (або: довжину, на яку розтягнулась пружина).
5. Визначте коефіцієнт жорсткості.
6. Повісьте тягарець невідомої маси і повторіть пункт 2.
7. Визначте масу невідомого тягарця.
8. Повторіть пункти 4–5 для наступних тягарців.

У висновку учні повинні вказати, від чого залежить сила пружності, як впливає жорсткість пружини на її видовження та за якої умови тягарець перебуває в стані спокою.

Додаткове завдання: Визначте період і частоту коливань в умовах тяжіння Місяця.

Момент сили

Останньою темою лабораторної роботи є момент сили. Для цієї лабораторної роботи розроблена симуляція «Балансування» [26] (див. рис. 2.10), а саме її частина «Лабораторія рівноваги». Це достатньо проста симуляція, яка містить набір об'єктів різних мас та надає можливість відображати позначення маси, сили від предметів та показувати рівень.

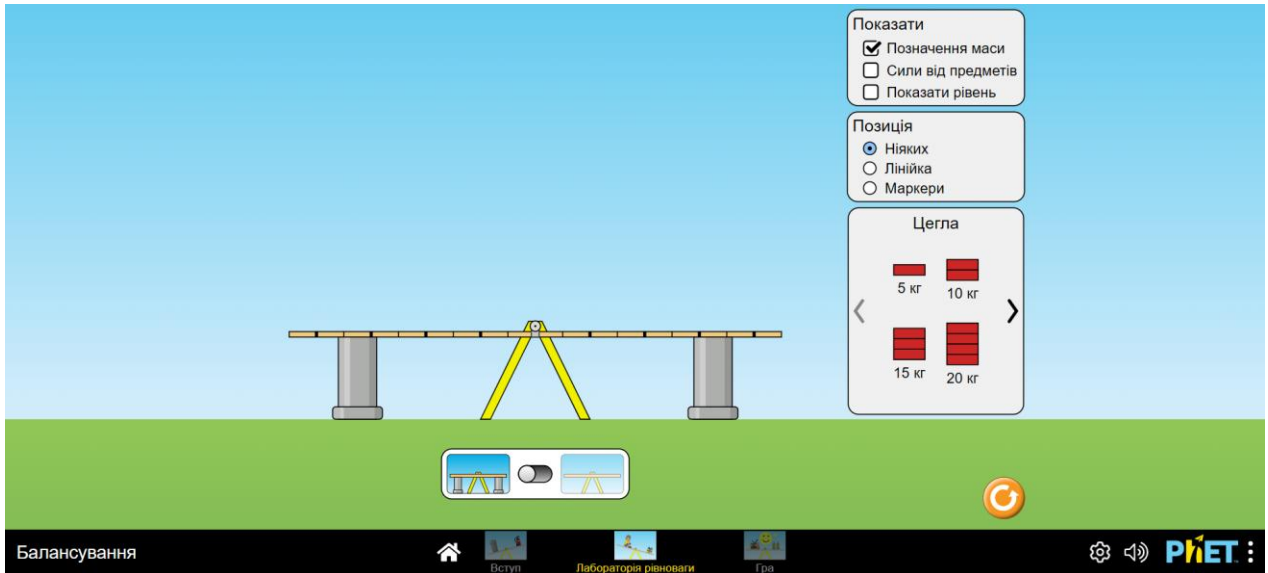


Рисунок 2.10 – симуляція «Балансування».

Завдання: з'ясувати масу невідомих об'єктів за допомогою важеля

Послідовність виконання:

1. Накресліть таблицю:

Таблиця 2.8

Довжина лівого плеча	Маса лівого плеча	Довжина правого плеча	Маса правого плеча

2. Розмістіть невідомий об'єкт на відстані 1 м справа та урівноважте його за допомогою об'єктів відомої маси, розміщених на відстані 1 м зліва.
3. Розмістіть невідомий об'єкт на відстані 2 м справа та урівноважте його за допомогою об'єктів відомої маси, розміщених на відстані 1 м зліва.
4. Розмістіть невідомий об'єкт на відстані 1 м справа та урівноважте його за допомогою об'єктів відомої маси, розміщених на відстані 2 м зліва.
5. Всі дані внесіть до таблиці.

У висновку учні повинні вказати, від чого залежить момент сили.

Додаткове завдання: Розмістіть невідомий об'єкт на відстані 2 м зліва та урівноважте його за допомогою двох об'єктів, розташованих на довільній відстані.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ

1. Проведено порівняльний аналіз онлайн-сервісів з віртуальними симуляціями фізичних явищ і процесів. У ході цього аналізу виявлено два найкращі сервіси: PhET та Orphysics. Однак, для виконання лабораторних робіт учнями 7-го класу більш доречним буде PhET через простіший і зрозуміліший інтерфейс, наявність української мови та додаткові інструменти для проведення лабораторних робіт.

2. Розроблено та апробовано комплекс із 8 лабораторних робіт для учнів 7-го класу, що базуються на інтерактивних симуляціях PhET (теми: "Дифузія", "Коливання маятника", "Імпульс", "Густина", "Виштовхувальна сила", "Гідростатичний тиск", "Сила пружності", "Момент сили").

3. Створено дидактичний супровід до кожної роботи, який включає:

- покрокові інструкції з чітким алгоритмом дій у симуляції;
- додаткові творчі та дослідницькі завдання, спрямовані на поглиблене розуміння теми та розвиток критичного мислення.

4. Теоретично обґрунтовано вибір засобів навчання. Проаналізовано основні виклики та тенденції дистанційної форми навчання та, відповідно до них, обрано інтерактивні симуляції як ефективний інструмент для формування дослідницьких компетентностей та підвищення мотивації учнів.

5. Запропоновано альтернативну добірку "домашніх" лабораторних робіт, які учні можуть безпечно виконати самостійно. Ці роботи не потребують спеціалізованого обладнання і дозволяють закріпити практичні навички в умовах карантинних обмежень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Campari E.G., Barbetta M., Braibant S., Cuzzuol N., Gesuato A., Maggiore L. Physics Laboratory at Home During the COVID-19 Pandemic // The Physics Teacher. – 2021. – V. 59. – P. 68–71.
2. Larriba M., Rodríguez-Llorente D., Cañada-Barcala A., Sanz-Santos E., Gutiérrez-Sánchez P., Pascual-Muñoz G., Álvarez-Torrellas S., Águeda V.I., Delgado J.A., García J. Lab at home: 3D printed and low-cost experiments for thermal engineering and separation processes in COVID-19 time // Education for Chemical Engineers. – 2021. – V. 36. – P. 24–37.
3. Santiago D.E., Melián E.P., Reboso J.V. Lab at home in distance learning: A case study // Education for Chemical Engineers. – 2022. – V. 40. – P. 37–44.
4. Grayson D.J. Physics education for 21st century graduates // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – V. 1512. – P. 012043.
5. Особливості фізичного розвитку підлітків // Spectrum... 2022. URL: <https://spectrum.uni-sport.edu.ua/index.php/main/article/view/18/14> (дата звернення: 12.11.2025).
6. Пашукова Т. І., Допіра А. І., Дьяконов Г. В. Практикум із загальної психології. – Київ : Знання, 2006. – 203 с.
7. Шаумян О. Г. Когнітивний компонент учнів підліткового віку... – 2023. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/bitstream/handle/123456789/9369/Шаомян%20О.Г..pdf> (дата звернення: 12.11.2025).
8. Тест «Оцінка комунікабельності» (автор В. Ряховський). – Всеосвіта. URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/000yza-db4b.docx.html> (дата звернення: 12.11.2025).
9. Коректурна проба «Кільця Ландольта». – Всеосвіта. URL: <https://vseosvita.ua/library/diagnostika-uvagi-metodika-viznacenna-obsagu-uvagi-283217.html> (дата звернення: 12.11.2025).

10. Модельна навчальна програма «Фізика. 7–9 класи». – МОН України. – 31.12.2024.
11. Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я. Фізика : підруч. для 7 кл. – Харків : Ранок, 2020. – 256 с.
12. Максимович З. Ю., Білик М. М., Варениця В. П. Фізика : підруч. для 7 кл. (НУШ). – Тернопіль : Підручники і посібники, 2024. – 208 с.
13. Генденштейн Л. Е., Гельфгат І. М., Калабухов М. О. Фізика : підруч. для 7 кл. – Харків : Ранок, 2020. – 208 с.
14. Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. Фізика : підруч. для 7 кл. – Київ : Оріон, 2020. – 240 с.
15. Про затвердження Положення про дистанційне навчання : Наказ МОН № 466. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13#n18> (дата звернення: 12.11.2025).
16. Використання інтерактивних симуляцій PhET... // Збірник наук. праць ПНПУ. – 2022. – С. 83.
17. Сучасний стан використання цифрових засобів... – Е-бібліотека НАПН України. – 2021. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/> (дата звернення: 12.11.2025).
18. Wahyudi W., Indrasari W., Novitasari S., Paminto A. The use of Artificial Intelligence // Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika. – 2024. – V. 14(1). – P. 10–17. URL: <https://ojspanel.undikma.ac.id/> (дата звернення: 12.11.2025).
19. Про затвердження Санітарного регламенту... : Наказ МОЗ № 2205. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#n237> (дата звернення: 12.11.2025).
20. Erol M., Oğur M. Teaching large angle pendulum via Arduino based STEM education material // Physics Education. – 2023. – V. 58. – P.045001
21. Совсун І. Що таке STEM-освіта... // Українська правда. Життя. – 26.03.2019. URL: <https://life.pravda.com.ua/> (дата звернення: 12.11.2025).
22. PhET: Інтерактивні симуляції. Фізика / University of Colorado Boulder. URL: <https://phet.colorado.edu/> (дата звернення: 12.11.2025).

23. Vaščák V. Physics at School – анімації фізичних явищ / веб-сайт. – Режим доступу: <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=ua> (дата звернення: 12.11.2025).
24. Neumann E. myPhysicsLab — інтерактивні симуляції з фізики / веб-сайт. – Режим доступу: <https://www.myphysicslab.com/> (дата звернення: 12.11.2025).
25. Walsh T. OPhysics — онлайн-симуляції з фізики / веб-сайт. – Режим доступу: <https://ophysics.com/> (дата звернення: 12.11.2025).