

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка**

**Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики та методики її навчання**

Кваліфікаційна робота

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАДАЧІ ЯК ЗАСІБ
АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ
НА УРОКАХ ФІЗИКИ**

Спеціальність 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)

Освітня програма «Середня освіта (Фізика та астрономія, математика)»

Здобувача другого (магістерського) рівня
вищої освіти

Кісів Наталії Степанівни

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

кандидат педагогічних наук, доцент

Федчишин Ольга Михайлівна

РЕЦЕНЗЕНТ:

кандидат технічних наук, доцент, завідувач

кафедри фізики Тернопільського

національного технічного університету

імені Івана Пулюя

Сіткарь Оксана Андріївна

АНОТАЦІЯ

Кісів Н. С. Експериментальні задачі як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» зі спеціальності 014 Середня освіта. ТНПУ ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2025. 77 с.

У першому розділі «Теоретичні основи використання експериментальних задач в освітньому процесі» висвітлено роль експериментальних задач в освітньому процесі та їх характеристику, а також вплив на пізнавальну діяльність учнів.

У другому розділі «Методичні основи розв’язування експериментальних задач у процесі навчання фізики» розглянуто методичні основи конструювання експериментальних задач в освітньому процесі, методичні основи використання експериментальних задач для розвитку пізнавальної діяльності учнів та здійснено аналіз ефективності впровадження методики використання експериментальних задач.

Результатом виконання кваліфікаційної роботи є підбірка задач для використання у курсі фізики, які забезпечують інтегацію «теорія+експеримент».

Ключові слова: освітній процес, пізнавальна діяльність, експериментальні задачі.

ABSTRACT

Kisiv N. S. Experimental problems as a tool for activating students' cognitive activity in Physics lessons. Qualification work for the degree of Master of Education in the speciality 014 Secondary Education. V. Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University. Ternopil, 2025. 77 p.

The first chapter, 'Theoretical foundations for the use of experimental tasks in the educational process,' highlights the role of experimental tasks in the educational process and their characteristics, as well as their impact on students' cognitive activity.

The second chapter, 'Methodological Foundations for Solving Experimental Problems in the Process of Teaching Physics,' examines the methodological

foundations for constructing experimental problems in the educational process, the methodological foundations for using experimental problems to develop students' cognitive activity, and analyses the effectiveness of implementing the methodology for using experimental problems.

The result of the qualification work is a selection of problems for use in a physics course that ensure the integration of 'theory + experiment.'

Key words: educational process, cognitive activity, experimental problems.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ	7
1.1. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ НА СУЧАСНИХ УРОКАХ ФІЗИКИ	7
1.2. ВПЛИВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ НА ПІЗНАВАЛЬНУ ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ	13
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	16
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗВ’ЯЗУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ ..	17
2.1. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ В КУРСІ ФІЗИКИ 7 КЛАСУ	17
2.2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ В КУРСІ ФІЗИКИ 8 КЛАСУ	30
2.3. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ В КУРСІ ФІЗИКИ 9 КЛАСУ	49
2.4. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ.....	61
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	67
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69
ДОДАТКИ.....	72

ВСТУП

Фізика – одна з важливих наук, яка допомагає пояснити багато явищ навколо нас. Вивчення фізики не обмежується лише теоретичними знаннями, а й передбачає вміння розв’язувати задачі, що тісно переплітаються з фізичними дослідженнями і експериментами.

Експериментальні задачі в шкільному курсі фізики допомагають учням глибше зрозуміти закони природи, розвиваючи при цьому їх аналітичне мислення, покращуючи знання формул та навички роботи з обладнанням.

Дослідження різних явищ за допомогою експериментів і правильно поставлених задач стимулює інтерес учнів до вивчення науки та робить навчання цікавим та захопливим. Такий підхід ще формує вміння працювати у команді, розвивати творче та критичне мислення [13, с. 156].

Розкриттю суті проблеми слугував теоретичний аналіз наукових праць таких вчених, як А. Давиденко, С. Полетило, І. М. Головкин, Д. Засєкін, Т. Засєкіна, І. Соколов, О. Ляшенко, Є. Коршак, Б. Кременський, І. Гельфгат, Ф. Божинова, П. Знаменський, В. Буров, С. Гончаренко і багатьох інших.

Грунтовне вивчення фізики можливе лише з використанням експериментальних задач, які є ключовим компонентом для розвитку пізнавальної діяльності учнів. Під час вивчення фізики більша увага приділяється теоретичній частині, яка включає вивчення формул, законів і розв’язування задач, і доволі мала увага приділяється експериментальним дослідженням.

У цьому дослідженні ми розглянемо вплив експериментальних задач на розвиток пізнавальної діяльності учнів для 7-9 класів та розробимо ряд експериментальних задач, які можна використати у цих класах.

Метою дослідження – є розробити методичні основи використання експериментальних задач з фізики та обґрунтувати їх вплив на розвиток та активізацію пізнавальної діяльності.

Відповідно до мети визначено **завдання дослідження**:

1. Проаналізувати психолого-педагогічну та науково-методичну літературу.
2. Визначити та дослідити можливості використання експериментальних задач для розвитку пізнавальної діяльності учнів.
3. Розробити методичні аспекти використання експериментальних задач для учнів.
4. Перевірити аналіз ефективності використання експериментальних задач.

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

Предмет дослідження – використання експериментальних задач у процесі навчання фізики та їх вплив на розвиток пізнавальної діяльності учнів.

Методи дослідження. Для реалізації поставленої мети та виконання завдань дослідження використовувались методи:

- *теоретичні*: аналіз нормативних документів, психологічної та методичної літератури з метою вивчення проблеми використання експериментальних задач у теорії та методиці навчання фізики для розвитку пізнавальної діяльності учнів.
- *емпіричні*: педагогічне спостереження, анкетування, опитування вчителів з метою виявлення рівня готовності до активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти.

Теоретична значущість дослідження: обґрунтована потреба для розвитку і активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики.

Практична значущість дослідження: запропоновано експериментальні завдання для розвитку пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів на уроках фізики.

Структура магістерської роботи: робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

1.1. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ НА СУЧАСНИХ УРОКАХ ФІЗИКИ

Сучасний урок фізики – особистісно-орієнтовний, гнучкий та ефективний урок, спрямований на формування компетентностей та глибоке засвоєння матеріалу учнями, завдяки використанню найновіших методичних розробок.

Важлива увага при вивченні фізики у закладах загальної середньої освіти має приділятися формуванню в учнів узагальненого експериментального вміння [19, с. 7]. Це вміння формується різними методами, наприклад за допомогою спосереджень, невеликих дослідів, демонстраційних експериментів, лабораторних робіт, проєктів і експериментальних задач.

Експериментальні задачі є невід'ємною частиною під час вивчення фізики, адже вони формують зв'язок між теоретичною задачею і експериментом [13, с. 156].

Експериментальні задачі – це вид навчальних завдань з фізики, для виконання яких необхідно провести реальний фізичний експеримент з використанням наявного обладнання, приладів та матеріалів, щоб досягти поставленої мети, наприклад, виміряти фізичну величину, перевірити закон чи дослідити явище [24, с. 84].

Експериментальне вміння, яке учні отримують в результаті розв'язуванні експериментальних задач навчає їх спостерігати, придумувати план експерименту, підготовлювати даний експеримент, вимірювати різні фізичні величини і запам'ятовувати їх одиниці вимірювання, правильно підбирати прилади і вміти ними користуватись, аналізувати результати експерименту [24, с. 85].

Експериментальні задачі як різновид фізичного експерименту допомагають вивчати фізику на якісному і кількісному рівні. Ми можемо вважати задачу експериментальною, якщо в ній кінцевий результат отримується

за допомогою експерименту, що проводить учень, і підтверджується використаними формулами і законами фізики [24, с. 84].

Наукові дослідження на уроках фізики є цікавішими, якщо учні можуть самостійно вивести формулу чи закон, перевірити якесь твердження, придумати і реалізувати запланований або свій придуманий експеримент. Таке залучення учнів до виконання експериментальних задач покращує розвиток їх теоретичних і практичних навичок, кожна з яких є доволі складною. Такими навичками є вміння користуватись формулами, працювати з графіками і таблицями, визначати фізичні величини і одиниці вимірювання, працювати з лабораторними приладами і, звичайно, здійснювати дослідження [19, с. 8].

Виконання експериментальних задач дозволяє переконатись у наступному:

1. Експериментальні задачі дають змогу знаходити рішення у непередбачуваних ситуаціях, які можуть траплятись у житті;
2. Експериментальні задачі покращують дослідницькі навичками, такі як аналіз, самоаналіз, критичне мислення;
3. Розв'язування експериментальних задач дозволяє краще зрозуміти і запам'ятати теоретичний матеріал;
4. Знання і вміння, які учень отримує в процесі розв'язування експериментальних задач, краще запам'ятовуються, аніж просте вивчення формул і теорій [13, с. 157].

Кожна експериментальна задача має:

1. Теоретичну частину, що включає виведення основної формули чи закону або використання вже відомих формул і законів;
2. Практичну частину, що включає саме лабораторне дослідження, фіксування вимірювань потрібних фізичних величин і математичні розрахунки.

Важливо, що перед виконанням експериментальної задачі учні ознайомлюються з обладнанням, які будуть використовувати, або самостійно визначають, яке обладнання їм потрібно для даної експериментальної задачі.

У розділах «Механічний рух» і «Взаємодія тіл. Сили в природі» у 7 класі [12, с. 4] можна виконати такі експериментальні задачі:

1. Експериментальне визначення густини речовини;
2. Експериментальне визначення періоду, частоти і швидкості обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Дослідження зв'язку періоду і частоти обертання;
3. Експериментальне визначення коефіцієнту пружності тіла при пружній деформації розтягу. Дослідження закону Гука;
4. Експериментальне визначення коефіцієнту тертя при використанні тіла, що вільно ковзає по поверхні. Дослідження закону Амонтона-Кулона;
5. Експериментальне визначення густини розчину солі. Дослідження гідростатичного тиску.

У розділах «Момент сили. Механічна робота та енергія», «Внутрішня енергія. Теплові явища» і «Електричні явища. Електричний струм» у 8 класі [12, с. 5] можна виконати такі експериментальні задачі:

6. Експериментальне визначення відношення роботи до часу її виконання. Дослідження потужності тіла;
7. Експериментальне визначення моменту сили. Дослідження умови рівноваги важеля;
8. Експериментальне визначення коефіцієнту корисної дії реального нагрівача;
9. Експериментальне визначення швидкості випаровування рідини.
10. Експериментальне визначення відношення електричної напруги до сили струму. Дослідження закону Ома;
11. Експериментальне визначення електричного опору провідника.

У розділах «Світлові явища» і «Будова атома та атомного ядра» у 9 класі [12, с. 5] можна виконати такі експериментальні задачі:

12. Експериментальне визначення відношення кута падіння променя до його кута заломлення. Дослідження закону Снеліуса;
13. Експериментальне визначення показника заломлення матеріалу плоско-паралельної пластинки.

14. Експериментальне визначення радіоактивного розпаду ядер на основі теорії ймовірності. Дослідження закону радіоактивного розпаду;

15. Експериментальне визначення коефіцієнту ослаблення γ -випромінювання різними матеріалами.

У додатку Е запропоновані додаткові 15 експериментальних задач, які також можна використати під час вивчення фізики у 7-9 класах. Дані експериментальні задачі є простішими у виконанні і підходять для учнів з різними рівнями знань.

Ефективне проведення вчителем експериментальних задач у закладі середньої освіти вимагає від учнів попереднього формування низки ключових експериментальних навичок. Ці вміння зможуть забезпечити перехід від пасивного спостереження учня до активної дослідницької діяльності та якісного і кількісного опису фізичних явищ і законів.

Для проведення експериментальної задачі учень повинен володіти навичками, спрямованими на якісне розуміння явищ:

- 1) знати і вміти формулювати мету, актуальність та завдання даної експериментальної задачі;
- 2) забезпечувати необхідні умови для найкращого спостереження, експерименту і вимірювання;
- 3) вміти здійснювати спостереження протягом тривалого часу, не відволікаючись на сторонні чинники;
- 4) мінімізувати і помічати вплив додаткових, сторонніх чинників, які можуть негативно впливати на результат і створювати значну похибку результатів вимірювання;
- 5) знати будову та принцип дії усіх вимірювальних приладів, що використовуються в даній експериментальній задачі;
- 6) вміти правильно визначати ціну поділки та межі вимірювання приладу;
- 7) точно зчитувати та фіксувати результати вимірювань;
- 8) знати одиниці вимірювання фізичних величин та правила запису і округлення результатів;

- 9) знати основні та допоміжні формули і фізичні закони, які описують досліджуване явище;
- 10) вміти створювати схематичні малюнки дослідження, будувати графічні залежності та формувати таблиці на основі експериментальних даних;
- 11) вміти застосувати математичний апарат для обчислення шуканої величини з урахуванням одиниць вимірювання;
- 12) правильно аналізувати кінцеві результати, порівнювати їх із теоретично очікуваними значеннями, за необхідності, визначати абсолютні та відносні похибки вимірювань;
- 13) формулювати аргументовані висновки і результати експериментального дослідження [24, с. 85].

Майстерне володіння навичками спостереження, дослідження, вимірювання та розрахунку дозволить учневі успішно реалізувати фізичний експеримент, забезпечити якісний і кількісний опис досліджуваного явища і досягти результатів, що максимально відповідають дійсності з мінімальними похибками.

Підхід до розв'язування експериментальних задач у вчителів може бути різний, використовуватись для різних цілей і кожен з них може бути по-своєму правильний. Наприклад, для порівняння фізичних величин, виведення або перевірки закону чи формули, роботи з лабораторним обладнанням [24, с. 86].

Можна виділити кілька варіантів проведення експериментальних задач з фізики. Перший варіант: вчитель може самостійно підібрати лабораторне обладнання і повідомити учням, яку фізичну величину вони повинні за допомогою цього обладнання визначити, або яке явище чи закон доказати.

Другий варіант: вчитель може лише повідомити фізичну величину, яку учням потрібно визначити, або явище чи закон, який потрібно перевірити, а учні вже самостійно мають обрати лабораторне обладнання, необхідне для виконання даної експериментальної задачі.

Порівняльна характеристика проведення експериментальних задач подана у таблиці 1.1.1.

Таблиця 1.1.1

Порівняльна характеристика проведення експериментальних задач

Варіант	Обладнання задано	Обладнання не задано
Опис	вчитель надає все необхідне лабораторне обладнання і формулює учням мету експериментальної задачі	вчитель формулює учням мету експериментальної задачі і учні самостійно обирають лабораторне обладнання.
Основна діяльність учня	виконання експерименту; обчислення даних; аналіз результатів	вибір обладнання, виконання експерименту; обчислення даних; аналіз результатів
Рівень складності	простий: зосередження на формулах і вимірюванні	складний: потрібна глибока інтеграція знань
Розвиток навичок	технічні: вимірювання, точність; аналітичні: аналіз формул	проблемно-пошукові; технічні; аналітичні; планування; креативність
Цінність	закріплення знань і формул	глибоке дослідження явища
Труднощі	може бути нудним	вимагає більше часу; може викликати роздратування через складність

Порівнюючи обидва варіанти, варто зауважити:

1) перший варіант проведення експериментальних задач буде актуальним для кожного учня на початковому етапі освоєння теми, оскільки він дозволяє учням зосередитися на виборі формул, обчисленні та правилах роботи з приладами такими, як амперметр, вольтметр, секундомір. Такий підхід розвиває у учнів точність і виконавчу дисципліну;

2) другий варіант проведення експериментальних задач буде актуальним для учнів з достатнім і високим рівнями знань. Для правильного вибору обладнання, учень має глибоко усвідомлювати фізичну природу фізичних величин, які вимірює, і явищ, які досліджує. Також має розуміти межі застосування та точність кожного доступного приладу. Такий підхід формує у учнів справжнє інженерне та наукове мислення, розвиває самостійність і креативність.

Для досягнення найкращих результатів учнів варто комбінувати обидва варіанти проведення експериментальних задач в залежності від орієнтованого часу, наявності обладнання і розумових можливостей учнів.

Інтерес до таких задач зумовлений, в першу чергу, їх творчим потенціалом. Ефективність використання експериментальних задач у навчальному процесі значною мірою визначається і їх технологічністю, і невибагливістю у виборі обладнання, можливістю використання не тільки на уроках різних типів, але й на факультативних заняттях, позакласних заходах, для організації навчально-дослідницької роботи здобувачів освіти [13, с. 157].

Важливо розуміти, що усі експериментальні задачі повинні бути цікаві учням за змістом і методом розв'язання, і мають допомогти передбачити або відкрити явища природи, або властивості фізичних тіл. Також вони мають бути реальними у виконанні, адже нецікаві і непосильні задачі викликатимуть розчарування і небажання далі вивчати предмет [20, с. 235].

1.2. ВПЛИВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ НА ПІЗНАВАЛЬНУ ДІЯЛЬНІСТЬ УЧНІВ

Пізнавальна активність визначається як динамічна характеристика діяльності та поведінки суб'єкта. Вона проявляється в здатності людини до взаємодії з іншими людьми, а саме в спілкуванні і спільній діяльності.

Пізнавальна активність людини залежить від різних факторів, зокрема від внутрішніх потреб самої людини, її психологічного стану суб'єкта, діяльності, яку необхідно виконати для реалізації поставленої мети.

Розвиток пізнавальної діяльності в учнів відбувається безпосередньо у процесі навчання, що забезпечує глибоке засвоєння знань і максимально стимулює когнітивний розвиток. Учні, у яких добре сформована пізнавальна активність, не лише ефективно засвоюють навчальний матеріал, але й можуть самостійно організовувати і покращувати свою пізнавальну діяльність, шукати раціональні методи виконання завдань та успішно переносити набуті вміння і навички в нові, нетипові навчальні та життєві ситуації.

Серед всіх видів фізичних експериментів, які можна проводити на уроках фізики, саме експериментальні задачі найкраще розвивають пізнавальну діяльність учнів, формуючи в них теоретичні, експериментальні, дослідницькі і аналітичні вміння.

Виконання експериментальних задач на уроках фізики має численні та багатоаспектні переваги для учнів:

1) підвищує пізнавальну активність та інтерес до науки, розвиваючи логічне мислення та вміння аналізувати фізичні явища, навчає формулювати мету, планувати дослідження та робити висновки;

2) допомагає усвідомити об'єктивну необхідність вивчення фізики та міцно засвоювати знання, отримуючи можливість прогнозувати перебіг явищ і тестувати гіпотези експериментальним шляхом;

3) сприяє формуванню наукового світогляду, спостереження за об'єктивністю фізичних закономірностей у процесі експерименту, дає змогу учням виявляти причинно-наслідкові взаємозв'язки між фізичними явищами та процесами;

4) виховує критичне ставлення до отриманих результатів, формуючи розуміння наближеного характеру вимірювань та необхідності врахування похибок;

5) активізує творчі здібності та самостійність учнів у здобуванні знань. Зокрема, домашні експериментальні завдання стимулюють винахідницькі здібності, оскільки вимагають самостійного вибору матеріалів та конструювання пристроїв для моделювання явищ;

б) підвищує загальну культуру учнів і формує стійку потребу в самостійній дослідницькій діяльності.

Таким чином, експериментальні задачі у навчально-виховному процесі є ключовим інструментом для розвитку дослідницьких умінь та творчого потенціалу учнів [24, с. 85].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

У даному розділі проаналізовано та узагальнено науково-педагогічну та методичну літературу, що дозволило розкрити психолого-педагогічні основи застосування експериментальних задач у процесі навчання фізики. Встановлено, що вони є невіддільною складовою навчального процесу та важливим інструментом для активізації пізнавальної діяльності учнів.

Уточнено поняття «експериментальна задача» та визначено її місце у структурі фізичного експерименту. Здійснено класифікацію експериментальних задач за різними критеріями, що є необхідною передумовою для їх ефективного методичного використання.

Обґрунтовано, що розв'язання експериментальних задач безпосередньо сприяє розвитку ключових компонентів пізнавальної діяльності, а саме:

- 1) формуванню дослідницьких умінь (планування експерименту, вимірювання, обробка результатів);
- 2) розвитку самостійності та творчого мислення;
- 3) поглибленню і систематизації теоретичних знань через їх практичне застосування.

За результатами теоретичного аналізу, проведеного у даному розділі, були успішно виконані наступні завдання:

- 1) проаналізовано психолого-педагогічну та науково-методичну літературу;
- 2) обґрунтовано роль та вплив експериментальних задач на розвиток пізнавальної діяльності учнів.

Таким чином, у розділі 1 створено міцний теоретико-методологічний фундамент, необхідний для розробки конкретних методичних основ та практичного матеріалу, що буде розглянуто в розділі 2.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

2.1. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ В КУРСІ ФІЗИКИ 7 КЛАСУ

Курс фізики 7 класу є першим етапом системного вивчення природничих явищ, і саме тут закладаються основи теоретичних знань та формуються початкові практичні вміння. Для забезпечення ефективності цього процесу навчальна програма пропонує учням різноманітні типи навчальних задач, зокрема експериментальні задачі.

Навчальна програма з фізики у 7 класі включає наступні розділи: «Механічний рух» і «Взаємодія тіл. Сили в природі» [12, с. 4]. Відповідно до цих розділів рекомендовано провести 5 експериментальних задач.

У розділі «Механічний рух» варто виділити дві експериментальні задачі: «Експериментальне визначення густини речовини» і «Експериментальне визначення періоду, частоти і швидкості обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Дослідження зв'язку періоду і частоти обертання».

У розділі «Взаємодія тіл. Сили в природі» варто виділити три експериментальні задачі: «Експериментальне визначення коефіцієнту пружності тіла при пружній деформації розтягу. Дослідження закону Гука», «Експериментальне визначення коефіцієнту тертя при використанні тіла, що вільно ковзає по поверхні. Дослідження закону Амонтона-Кулона» і «Експериментальне визначення густини розчину солі. Дослідження гідростатичного тиску».

Експериментальна задача №1. Експериментальне визначення густини речовини.

Мета: визначити густину пластиліну, використовуючи ваги та мірний циліндр.

Обладнання: пластилін, мірний циліндр з водою, ваги з набором тягарців.

Теоретична частина. Густина речовини – це фізична величина, що дорівнює відношенню маси однорідного тіла, виготовленого із цієї речовини, до об'єму тіла. Формула для розрахунку густини речовини має вигляд:

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

де ρ – густина тіла, m – маса тіла, V – об'єм тіла [1, с. 118]. Одиницями вимірювання густини в системі СІ є кг/м^3 , але на практиці також використовують г/см^3 .

Для виконання даної експериментальної задачі важливо, щоб тіло було однорідним і без порожнин. Якщо взяти суцільне тіло певної маси і об'єму, і яке виготовлене з однієї речовини, то таке тіло буде однорідним. Проте, якщо розширити тіло так, щоб всередині утворилась порожнина з повітря, то маса тіла залишиться сталою, а об'єм збільшиться і буде складатись з об'єму повітря і об'єму матеріалу, виготовленого з даної речовини. Числове значення густини речовини стане меншим. В такому випадку, тіло не можна буде вважати однорідним і формула визначення густини речовини не буде справедливою!

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Ретельно ущільнити пластилін, щоб в ньому не було повітряних порожнин. Це забезпечить однорідність тіла;
- 2) Визначити масу пластиліну за допомогою лабораторних ваг і зафіксувати отримане значення: $m = 35,17 \text{ г}$.
- 3) Налити в мірний циліндр певну кількість води і зафіксувати початковий об'єм: $V_{\text{в}} = 56 \text{ см}^3$.
- 4) Занурити пластилін у воду і зафіксувати об'єм води з пластиліном: $V_{\text{в+п}} = 82 \text{ см}^3$.
- 5) Визначити об'єм пластиліну за формулою: $V = V_{\text{в+п}} - V_{\text{в}}$.

$$V = 82 - 56 = 26 (\text{см}^3).$$

- 6) Визначити густину пластиліну за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad \rho = \frac{35,17}{26} \approx 1,35 \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right).$$

Висновок. Проведені розрахунки показуються, що густина пластиліну становить $1,35 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ і для визначення густини однорідного тіла необхідно знати його масу і об'єм. Об'єм тіла можна визначити, як і фізичним експериментом, так і за допомогою математичної формули, якщо тіло має правильну форму.

Актуальність. Дана задача дозволяє учням не лише засвоїти теоретичну формулу густини, але й сформувати практичні навички роботи з вимірювальними приладами, такими як ваги та мірний циліндр. Вона розвиває навички аналізу та розрахунків, необхідні для експериментальних досліджень.

Експериментальна задача №2. Експериментальне визначення періоду, частоти і швидкості обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Дослідження зв'язку періоду і частоти обертання.

Мета: визначити період і частоту обертання тіла, що рухається рівномірно по колу.

Обладнання: нитка, кулька, лінійка, секундомір.

Теоретична частина. Рівномірне обертання твердого тіла – це такий обертальний рух, при якому за будь-які проміжки часу тіло обертається на рівні кути. Обертальний рух — це такий рух тіла, при якому всі його точки рухаються по колах з центрами, які лежать на одній прямій — осі обертання [9, с. 65].

Період обертання – скалярна фізична величина, що рівна часу, за який тіло, що обертається, виконує один повний оберт. Формула періоду обертання має вигляд:

$$T = \frac{t}{N},$$

де T – період обертання тіла, t – час руху тіла, N – кількість обертів тіла. Одиницями вимірювання періоду обертання є секунда (с) [1, с. 118].

Частота обертання – скалярна фізична величина, що дорівнює числу обертів, виконаних тілом за одиницю часу. Формула частоти обертання має вигляд:

$$n = \frac{N}{t},$$

де n – частота обертання тіла, N – кількість обертів тіла, t – час руху тіла. Одиницями вимірювання частоти обертання тіла є оберти за секунду $\left(\frac{\text{об}}{\text{с}}\right)$ або обернени секунди $\left(\frac{1}{\text{с}}\right)$. На практиці також часто використовують одиниці вимірювання оберти за хвилину чи оберти за годину [1, с. 84].

Зв'язок між періодом та частотою передбачає, що період і частота обертання є взаємно оберненими величинами:

$$T = \frac{1}{n}, \quad n = \frac{1}{T}.$$

Лінійна швидкість – векторна фізична величина, що характеризує швидкість точки тіла, яке обертається. При рівномірному русі по колу, швидкість тіла залишається сталою за модулем, а її напрямок напрямлений по дотичній і постійно змінюється.

Швидкості рівномірного прямолінійного руху визначається за формулою: $v = \frac{l}{t}$. При рівномірному русі по колу, коли тіло робить один оберт, шлях, що пройшло тіло, рівне довжині кола. Формула довжини кола має вигляд: $l = 2\pi R$, де R – радіус кола. А час одного оберту рівний періоду обертання тіла: $t = T$.

Отримуємо формулу лінійної швидкості:

$$v = \frac{2\pi R}{T},$$

де v – лінійна швидкість тіла, R – радіус кола, що описує тіло, T – період обертання тіла. Одиницями вимірювання швидкості є метр за секунду $\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$ [1, с. 85].

Зверніть увагу, при рівномірному обертальному русі період, частота і лінійна швидкість є сталими за модулем величинами!

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Прикріпити кульку до нитки.
- 2) Зобразити на аркуші паперу три кола радіусами: $R_1 = 10$ см, $R_2 = 15$ см, $R_3 = 20$ см.

- 3) Взяти нитку за вільний кінець і заставити кульку обертатись з незмінною швидкістю в горизонтальній площині по кожному колу окремо.
- 4) Виміряти час, за який кулька зробить 10 повних обертів по кожному з кіл. Зафіксувати отримані дані: $t_1 = 8,4$ с, $t_2 = 9,5$ с, $t_3 = 10,5$ с.
- 5) Визначити період обертання для кожного експерименту за формулою:

$$T = \frac{t}{N}.$$

$$T_1 = \frac{t_1}{N}, \quad T_1 = \frac{8,4}{10} = 0,84 \text{ (с)};$$

$$T_2 = \frac{t_2}{N}, \quad T_2 = \frac{9,5}{10} = 0,95 \text{ (с)};$$

$$T_3 = \frac{t_3}{N}, \quad T_3 = \frac{10,5}{10} = 1,05 \text{ (с)}.$$

- 6) Визначити частоту обертання для кожного експерименту за формулою:

$$n = \frac{N}{t}.$$

$$n_1 = \frac{N}{t_1}, \quad n_1 = \frac{10}{8,4} \approx 1,19 \left(\frac{1}{\text{с}}\right);$$

$$n_2 = \frac{N}{t_2}, \quad n_2 = \frac{10}{9,5} \approx 1,05 \left(\frac{1}{\text{с}}\right);$$

$$n_3 = \frac{N}{t_3}, \quad n_3 = \frac{10}{10,5} \approx 0,95 \left(\frac{1}{\text{с}}\right).$$

- 7) Визначити лінійну швидкість руху тіла для кожного експерименту за

$$\text{формулою: } v = \frac{2\pi R}{T}.$$

$$v_1 = \frac{2\pi R_1}{T_1}, \quad v_1 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,10}{0,84} \approx 0,75 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right);$$

$$v_2 = \frac{2\pi R_2}{T_2}, \quad v_2 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,15}{0,95} \approx 1,00 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right);$$

$$v_3 = \frac{2\pi R_3}{T_3}, \quad v_3 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,20}{1,05} \approx 1,20 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right);$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.1.1.

Таблиця 2.1.1

Обертальний рух

№	Радіус кола $R, \text{м}$	Кількість обертів N	Час обертання $t, \text{с}$	Період $T, \text{с}$	Частота $n, \frac{1}{\text{с}}$	Швидкість руху $v, \frac{\text{м}}{\text{с}}$
1	0,10	10	8,0	0,84	1,19	0,75
2	0,15		9,5	0,95	1,05	1,00
3	0,20		10,5	1,05	0,95	1,20

Висновок. Проведені розрахунки показують, чим більший радіус кола, по якому обертається тіло, тим більший період обертання і швидкість руху тіла, і тим менша частота обертання.

Актуальність. Дана експериментальна задача дозволяє засвоїти формули періоду і частоти обертання тіла навколо нерухомої осі і формулу лінійної швидкості руху тіла. Встановлює зв'язок між періодом і частотою обертання. Розвиває у учнів вміння проводити математичні розрахунки і аналізувати отримані дані.

Експериментальна задача №3. Експериментальне визначення коефіцієнту пружності тіла при пружній деформації розтягу. Дослідження закону Гука.

Мета: визначити коефіцієнт пружності гумової нитки при пружній деформації розтягу і підтвердити закон Гука.

Обладнання: штатив, гумова нитка, провідник, чаша, лінійка, набір тягарців різної маси.

Теоретична частина. При малих пружних деформаціях сила пропорційна видовженню тіла. Ця залежність називається законом Гука і описується формулою:

$$F = k\Delta l,$$

де F – сила пружності, k – коефіцієнт пружності або жорсткість тіла, Δl – видовження тіла [14, с. 88].

Коефіцієнт пружності залежить від форми та розмірів тіла. У стані рівноваги сила пружності, що виникає в гумовій нитці внаслідок її деформації, компенсується силою тяжіння, що діє на тіло. Формула сили тяжіння має вигляд:

$$F = mg,$$

де F – сила тяжіння, m – маса тіла, g – прискорення вільного падіння, яке становить $9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ [14, с. 84]. Для зручності розв'язання будемо використовувати значення прискорення вільного падіння $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Закріпити гумову нитку в штативі, приєднати до неї провідник і чашу. Поруч встановити лінійку для вимірювання видовження гумової нитки.
- 2) Послідовно покласти на чашу тягарець певної маси та зафіксувати відповідне видовження нитки. Провести таке дослідження чотири рази, змінюючи масу тягарців.

$$m_1 = 5 \cdot 10^{-3}(\text{кг}), \quad \Delta l_1 = 2 \cdot 10^{-3}(\text{м});$$

$$m_2 = 10 \cdot 10^{-3}(\text{кг}), \quad \Delta l_2 = 4 \cdot 10^{-3}(\text{м});$$

$$m_3 = 15 \cdot 10^{-3}(\text{кг}), \quad \Delta l_3 = 6 \cdot 10^{-3}(\text{м});$$

$$m_4 = 20 \cdot 10^{-3}(\text{кг}), \quad \Delta l_4 = 8 \cdot 10^{-3}(\text{м}).$$

- 3) Визначити силу пружності, скориставшись формулою сили тяжіння:

$$F = mg.$$

Зверніть увагу, сили компенсують одна одну, тому вони рівні між собою!

$$F_1 = m_1 g, \quad F_1 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 50 \cdot 10^{-3}(\text{Н});$$

$$F_2 = m_2 g, \quad F_2 = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 100 \cdot 10^{-3}(\text{Н});$$

$$F_3 = m_3 g, \quad F_3 = 15 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 150 \cdot 10^{-3}(\text{Н});$$

$$F_4 = m_4 g, \quad F_4 = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 200 \cdot 10^{-3}(\text{Н}).$$

- 4) Визначити коефіцієнт пружності, використовуючи закон Гука за формулою: $k = \frac{F_1}{\Delta l_1}$.

$$\begin{aligned}
 k_1 &= \frac{F_1}{\Delta l_1}, & k_1 &= \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 25 \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right); \\
 k_2 &= \frac{F_2}{\Delta l_2}, & k_2 &= \frac{100 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3}} = 25 \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right); \\
 k_3 &= \frac{F_3}{\Delta l_3}, & k_3 &= \frac{150 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3}} = 25 \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right); \\
 k_4 &= \frac{F_4}{\Delta l_4}, & k_4 &= \frac{200 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-3}} = 25 \left(\frac{\text{Н}}{\text{м}} \right).
 \end{aligned}$$

Всі отримані дані подати в таблицю 2.1.2.

Таблиця 2.1.2

Коефіцієнт пружності

№	Маса $m, \cdot 10^{-3} \text{ кг}$	Видовження $\Delta l, \cdot 10^{-3} \text{ м}$	Сила пружності $F, \cdot 10^{-3} \text{ Н}$	Коефіцієнт пружності $k, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
1	5	2	50	25
2	10	4	100	25
3	15	6	150	25
4	20	8	200	25

Висновок. Проведені розрахунки показують, що коефіцієнт пружності є сталою величиною і становить $25 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Це підтверджує пряму пропорційність між силою пружності та видовженням, що впливає з закону Гука.

Актуальність. Дана експериментальна задача не тільки знайомить учнів із важливим фізичним законом, але й розвиває їхні навички вимірювання, збору даних та математичного аналізу результатів.

Експериментальна задача №4. Експериментальне визначення коефіцієнту тертя при використанні тіла, що вільно ковзає по поверхні. Дослідження закону Амонтона-Кулона.

Мета: визначити коефіцієнт тертя поверхні, по якій ковзає тіло, і підтвердити закон Амонтона-Кулона.

Обладнання: динамометр, дерев'яний брусок, два тягарці.

Теоретична частина. Сила тертя – це сила, що протидіє руху фізичного тіла. Вона спрямована протилежно до напрямку швидкості тіла. Розрізняють чотири види тертя: тертя спокою, тертя ковзання, тертя кочення і в'язке тертя [9, с. 131].

Тертя спокою виникає, коли тіло залишається в стані спокою, незважаючи на прикладену силу. Сила тертя спокою, яка виникає між тілом і поверхнею, більша або рівна прикладеній до тіла сили: $F_{\text{тер}} \geq F$ [9, с. 135].

Тертя ковзання виникає, коли тіло ковзає по поверхні рівномірно прямолінійно, тобто з постійною швидкістю. Сила тертя ковзання, яка виникає між тілом і поверхнею, рівна прикладеній до тіла сили: $F_{\text{тер}} = F$. Якщо тіло рухається з прискоренням, то сил тертя ковзання менша за прикладену силу: $F_{\text{тер}} < F$ [9, с. 133, 135].

Зверніть увагу, сила тертя ковзання при рівномірному прямолінійному русі тіла приблизно дорівнює максимальній силі тертя спокою!

Тертя кочення виникає, коли тіло котиться по поверхні, а в'язке тертя – коли тіло плаває в рідині або газі [9, с. 135].

Закон Амонтона-Кулона описує силу тертя ковзання за формулою:

$$F_{\text{тер}} = \mu N,$$

де $F_{\text{тер}}$ – сила тертя, μ – коефіцієнт тертя, N – сила реакції опори [9, с. 133].

Коефіцієнт тертя залежить від матеріалу поверхні, по якому ковзає тіло [1, с. 183].

Зверніть увагу, коефіцієнт тертя не залежить від площі дотику тіла до поверхні!

Під час ковзання тіла по горизонтальній поверхні на нього діють чотири сили:

- 1) вага тіла P вертикально вниз;
- 2) сила реакції опори N вертикально вверху;
- 3) прикладена сила F в напрямку руху тіла;
- 4) сила тертя ковзання $F_{\text{тер}}$ проти напрямку руху тіла (див. рис. 2.1.1) [1, с. 189].

Зверніть увагу, горизонтальні і вертикальні сили, що діють на тіло, рівні між собою! Відповідно, вага тіла за модулем рівна силі реакції опори: $P = N$. Прикладена сила за модулем рівна силі тертя ковзання: $F = F_{\text{тер}}$.

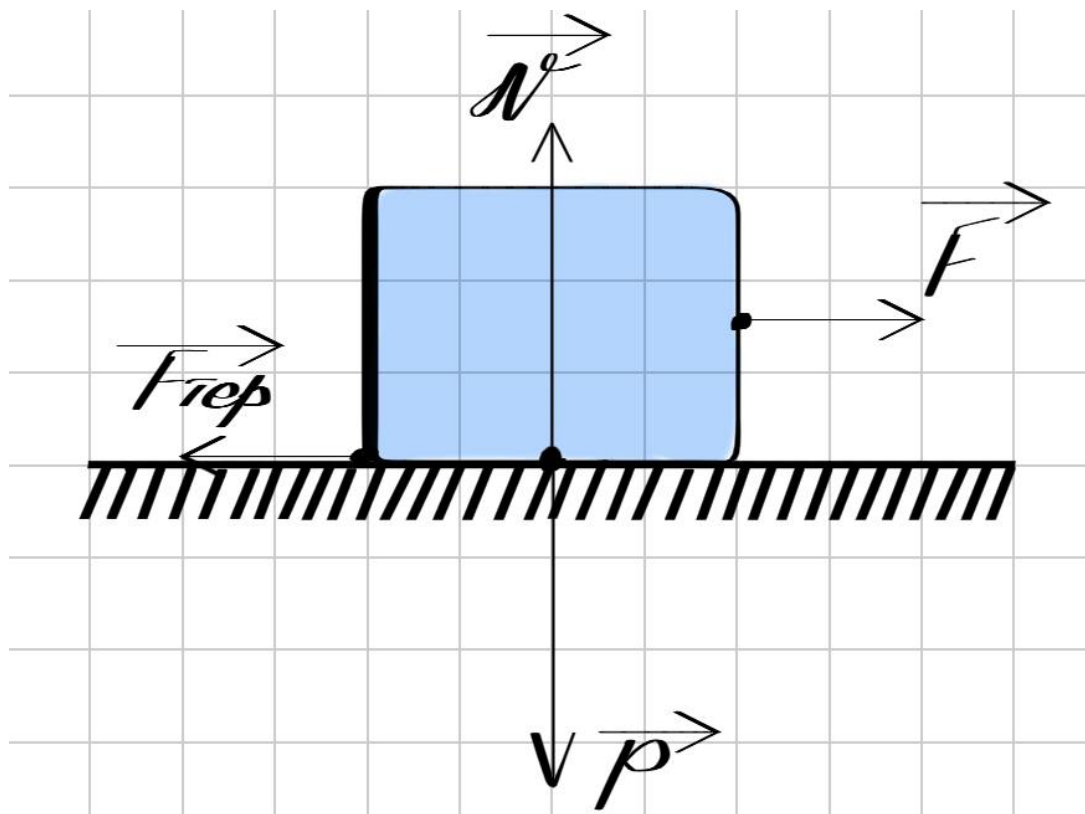


Рис 2.1.1 Сили в природі

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Визначити вагу бруска за допомогою динамометра і зафіксувати отримане значення: $P_1 = 1,9 \text{ Н}$.
- 2) Визначити силу реакції опори, що діє з боку поверхні на брусок, і зафіксувати отримане значення: $N_1 = 1,9 \text{ Н}$.
- 3) Визначити силу тертя ковзання. Для цього потрібно покласти брусок на горизонтальну поверхню і за допомогою динамометра потягнути його рівномірно. Зафіксувати отримані дані: $F_{\text{тер},1} = 0,4 \text{ Н}$.
- 4) Повторити кроки 1, 2 і 3, використовуючи брусок з тягарцем. Зафіксувати отримані дані: $P_2 = 2,9 \text{ Н}$, $N_2 = 2,9 \text{ Н}$, $F_{\text{тер},2} = 0,6 \text{ Н}$.

5) Повторити кроки 1, 2 і 3, використовуючи брусок з двома тягарцями.

Зафіксувати отримані дані: $P_3 = 3,9 \text{ Н}$, $N_3 = 3,9 \text{ Н}$, $F_{\text{тер.3}} = 0,8 \text{ Н}$.

6) Визначити коефіцієнт тертя для кожного експерименту,

використовуючи закон Амонтона-Кулона, за формулою: $\mu = \frac{F_{\text{тер}}}{N}$.

$$\mu_1 = \frac{F_{\text{тер.1}}}{N_1}, \quad \mu_1 = \frac{0,4}{1,9} \approx 0,21;$$

$$\mu_2 = \frac{F_{\text{тер.2}}}{N_2}, \quad \mu_2 = \frac{0,6}{2,9} \approx 0,21;$$

$$\mu_3 = \frac{F_{\text{тер.3}}}{N_3}, \quad \mu_3 = \frac{0,8}{3,9} \approx 0,21.$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.1.3.

Таблиця 2.1.3

Коефіцієнт тертя

№	Вага тіла $P, \text{ Н}$	Сила реакції опори $N, \text{ Н}$	Сила тертя ковзання $F_{\text{тер}}, \text{ Н}$	Коефіцієнт тертя μ
1	1,9	1,9	0,4	0,21
2	2,9	2,9	0,6	0,21
3	3,9	3,9	0,8	0,21

Висновок. Проведені розрахунки показують, що коефіцієнт тертя є сталою величиною, залежить від матеріалу поверхні, по якому ковзає тіло для даної експериментальної задачі і становить 0,21. Це підтверджує пряму пропорційність між силою тертя та силою реакції опори, що випливає з закону Амонтона-Кулона

Актуальність. Дана експериментальна задача знайомить учнів із важливим фізичним законом, розвиває їхні навички користування приладами, навички вимірювання, збору даних та математичного аналізу результатів.

Експериментальна задача №5. Експериментальне визначення густини розчину солі. Дослідження гідростатичного тиску.

Мета: визначити густину розчину солі і дослідити гідростатичний тиск.

Обладнання: мірний циліндр, капіляр або тонка трубка, лінійка.

Теоретична частина. Для визначення густини розчину солі використовується принцип сполучених посудин, який ґрунтується на умові рівноваги тисків. Коли в циліндр з солоною водою помістити тонку трубку з чистою водою, рівень солоної води в циліндрі стане вищим за рівень чистої води в трубці. Так відбудеться, оскільки густина чистої (прісної) води менша за густину солоної води.

Дане явище показує, що для досягнення рівноваги тисків стовпчик менш густої рідини (чистої води) повинен бути вищим, ніж стовпчик більш густої рідини (солоної води) (див. рисунок 2.1.2).

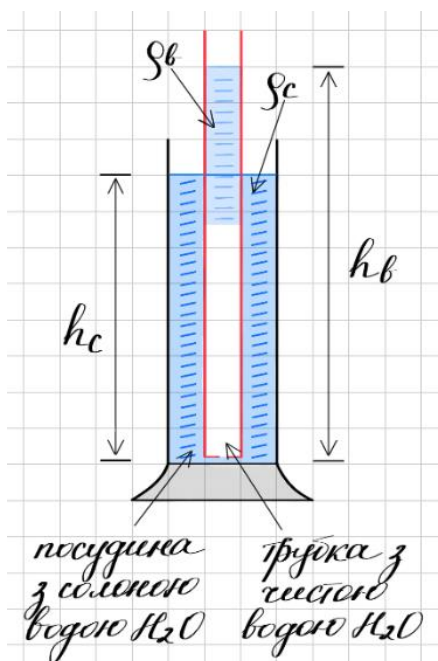


Рис 2.1.2 Сполучені посудини

Умова рівноваги тисків записується: $p_v = p_c$, де p_v – тиск, який створює стовпчик чистої води, а p_c – тиск, який створює стовпчик солоної води [4, с. 264].

Формула гідростатичного тиску має вигляд:

$$p = \rho g h,$$

де p – гідростатичний тиск, ρ – густина речовини, з якого виготовлене тіло, g – прискорення вільного падіння, h – висота стовпчика рідини [1, с. 211].

Одиницями вимірювання тиску є паскалі (Па).

Формули гідростатичного тиску для води і солоної води мають вигляд:

$$p_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} g h_{\text{в}}, \quad p_{\text{с}} = \rho_{\text{с}} g h_{\text{с}}.$$

Виведемо основну формулу для визначення густини розчину солі:

$$p_{\text{в}} = p_{\text{с}}, \quad \rho_{\text{в}} g h_{\text{в}} = \rho_{\text{с}} g h_{\text{с}}, \quad \rho_{\text{в}} h_{\text{в}} = \rho_{\text{с}} h_{\text{с}}.$$

Отримуємо формулу визначення густини розчину солі:

$$\rho_{\text{с}} = \rho_{\text{в}} \frac{h_{\text{в}}}{h_{\text{с}}}.$$

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Виміряти висоту стовпчика солоної води в циліндрі і зафіксувати отримане значення: $h_{\text{с}} = 31,3$ см.
- 2) Набрати у тонку трубку чисту воду, закривши її кінці пальцями.
- 3) Опустити трубку в посудину з солоною водою, а потім прибрати палець. Частина чистої води залишиться в тонкій трубці, утворюючи стовпчик.
- 4) Виміряти висоту стовпчика чистої води у трубці і зафіксувати отримане значення: $h_{\text{в}} = 38,7$ см.
- 5) Визначити густину розчину солі, використовуючи формулу: $\rho_{\text{с}} = \rho_{\text{в}} \frac{h_{\text{в}}}{h_{\text{с}}}.$

$$\rho_{\text{с}} = 1000 \cdot \frac{38,7}{31,3} = 1240 \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right).$$

Висновок. Проведені розрахунки показують, що для досягнення рівноваги тисків стовпчик менш густої рідини повинен бути вищим, ніж стовпчик більш густої рідини, як у випадку з чистою і солоною водою, де чиста вода має меншу густину і розміщується вище рівня солоної води. Для даної експериментальної задачі густина розчину солі становить $1240 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$

Актуальність. Дана експериментальна задача дозволяє засвоїти формулу гідростатичного тиску, розвиває у учнів вміння використовувати і перетворювати дану формулу, а також навички вимірювання і аналітичного мислення.

2.2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ В КУРСІ ФІЗИКИ 8 КЛАСУ

Курс фізики 8 класу є логічним продовженням системного вивчення предмета, розпочатого в 7 класі, і відзначається переходом до складніших і абстрактніших понять, зокрема в галузі теплових та електричних явищ. Це вимагає від учнів не лише міцного знання формул, а й глибокого розуміння суті процесів, що відбуваються на мікрорівні.

Навчальна програма з фізики у 8 класі включає наступні розділи: «Момент сили. Механічна робота та енергія», «Внутрішня енергія. Теплові явища» і «Електричні явища. Електричний струм» [12, с. 5]. Відповідно до цих розділів рекомендовано провести 6 експериментальних задач.

У розділі «Момент сили. Механічна робота та енергія» варто виділити дві експериментальні задачі: «Експериментальне визначення відношення роботи до часу її виконання. Дослідження потужності тіла» і «Експериментальне визначення моменту сили. Дослідження умови рівноваги важеля».

У розділі «Внутрішня енергія. Теплові явища» варто виділити дві експериментальні задачі: «Експериментальне визначення коефіцієнту корисної дії реального нагрівача» і «Експериментальне визначення швидкості випаровування рідини».

У розділі «Електричні явища. Електричний струм» варто виділити дві експериментальні задачі: «Експериментальне визначення відношення електричної напруги до сили струму. Дослідження закону Ома» і «Експериментальне визначення електричного опору провідника».

Експериментальна задача №6. Експериментальне визначення відношення роботи до часу її виконання. Дослідження потужності тіла.

Мета: визначити потужність при піднятті вантажу.

Обладнання: 5 тягарців однакової маси, лінійка, секундомір.

Теоретична частина. Потужність – це фізична величина, що характеризує швидкість виконання роботи і рівна відношенню виконаної роботи до часу, за який цю роботу виконано. Формула потужності має вигляд:

$$N = \frac{A}{t},$$

де N – потужність, A – робота сили, t – час [2, с. 31].

Одиницями вимірювання потужності є ват (Вт).

При піднятті тіла виконується робота сили тяжіння, що рівна добутку сили тяжіння на висоту підняття: $A = Fh$ [2, с. 26]. Сила тяжіння визначається формулою: $F = mg$. Отримуємо формулу роботи сили:

$$A = mgh,$$

де m – маса тіла, g – прискорення вільного падіння, яке становить $9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, h – висота підняття тіла. Для зручності розв'язання будемо використовувати значення прискорення вільного падіння $10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Визначити масу 5-ти тягарців за допомогою лабораторних ваг і зафіксувати отримане значення: $m = 2,5$ кг.
- 2) Виміряти висоту підняття, на яку бажаєте підняти тягарці і зафіксувати отримане значення: $h = 0,45$ м.
- 3) Визначити роботу, яку потрібно виконати, для підняття 5-ти тягарців на вибрану висоту за формулою: $A = mgh$.

$$A = 2,5 \cdot 10 \cdot 0,45 = 11,25 \text{ (Дж)}.$$

- 4) Піднести 5 тягарців на вибрану висоту по одній і зафіксувати час: $t_1 = 5,5$ с.
- 5) Піднести 5 тягарців на вибрану висоту всі разом і зафіксувати час: $t_1 = 0,4$ с.
- 6) Визначити потужність для обох випадків за формулою: $N = \frac{A}{t}$.

Зверніть увагу, для обох випадків виконана робота є однаковою, адже маса вантажу і висота їх підняття однакова!

$$N_1 = \frac{A}{t_1}, \quad N_1 = \frac{11,25}{5,5} \approx 2,1 \text{ (Вт)};$$

$$N_2 = \frac{A}{t_2}, \quad N_2 = \frac{11,25}{0,5} \approx 22,5 \text{ (Вт)}.$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.2.1.

Таблиця 2.2.1

Потужність тіла

№	Маса тіла <i>m</i> , кг	Висота підняття <i>h</i> , м	Робота <i>A</i> , Дж	Час підняття <i>t</i> , с	Потужність <i>N</i> , Вт
1	2,5	0,45	11,25	5,5	2,1
2				0,5	22,5

Висновок. Проведені розрахунки показують, що потужність є характеристикою швидкості виконання роботи. Відповідно, чим менший час виконання роботи, тим більшою є потужність.

Актуальність. Дана експериментальна задача дозволяє засвоїти формули потужності і роботи, розвиває у учнів практичні навички вимірювання фізичних величин, вміння проводити математичні розрахунки і аналізувати отримані дані.

Експериментальна задача №7. Експериментальне визначення моменту сили. Дослідження умови рівноваги важеля.

Мета: визначити моменти сил і дослідити умову рівноваги важеля.

Обладнання: штатив, важіль, лінійка, набір тягарців масами по 50 г.

Теоретична частина. Момент сили – це фізична величина, що характеризує обертальний ефект сили, і рівна добутку сили, що діє на тіло, на її плече.

Формула моменту сили має вигляд:

$$M = Fd,$$

де M – момент сили, F – сила, що діє, d – плече сили [2, с. 13].

Одиницями вимірювання потужності ньютон на метр (Н · м).

Плече сили – це найкоротша відстань від осі обертання до лінії дії сили, що вимірюється в метрах (м) [2, с. 12].

Важіль знаходиться в рівновазі, якщо сума моментів сил, які обертають його проти годинникової стрілки, рівна сумі моментів сил, які обертають його за годинниковою стрілкою. Дане твердження є правилом моментів або умовою рівноваги тіл [15, с. 154].

Зверніть увагу, на рисунку 2.2.1 зображено важіль з підвішеними до нього тягарцями, який перебуває в рівновазі! Точка O – точка опори, F_1 і F_2 – сили, що діють на 1-ше і 2-ге тіло, d_1 і d_2 – плечі сил F_1 і F_2 відповідно.

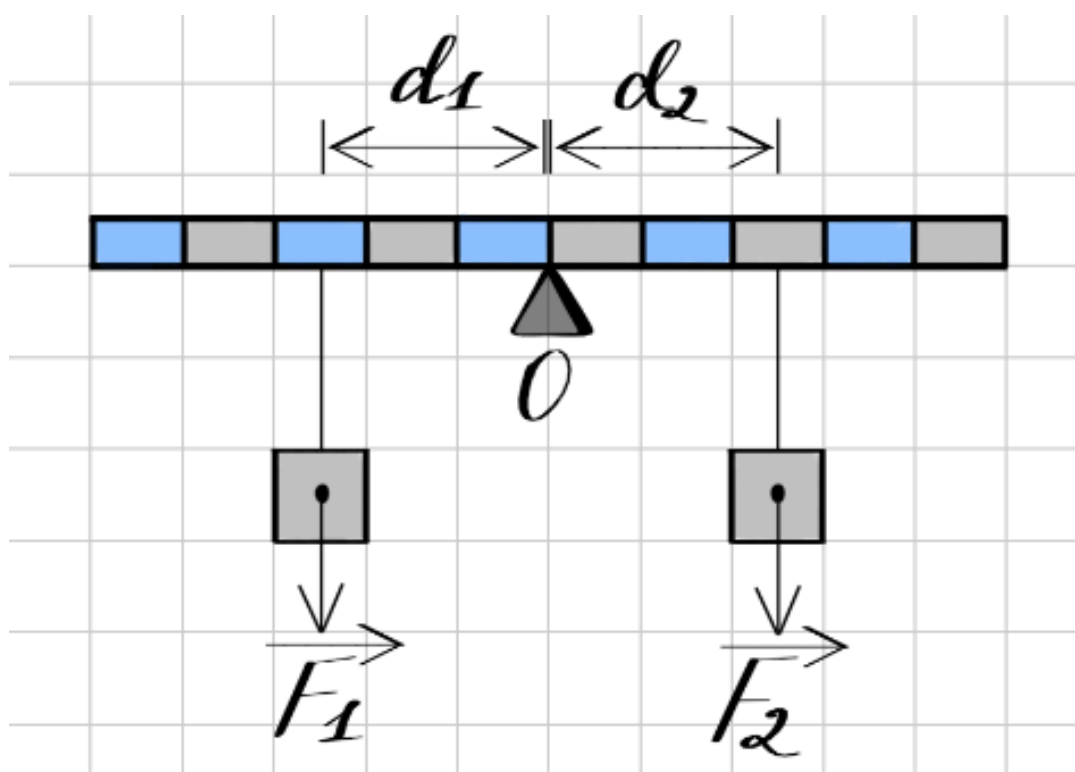


Рис 2.2.1. Важіль

Сила, що діє на тягарець, є силою тяжіння і визначається формулою:

$$F = mg,$$

де F – сила тяжіння, m – маса тіла, g – прискорення вільного падіння, яке становить $9,8 \frac{M}{c^2}$ [14, с. 84]. Для зручності розв'язання будемо використовувати значення прискорення вільного падіння $10 \frac{M}{c^2}$.

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Підвісити важіль на штативі.

Частина 1: Важіль перебуває у рівновазі.

2) Підвісити з лівої сторони 6 тягарців на відстані 10 см від опори.

Зафіксувати масу підвішених тягарців і плече сили в одиницях системи

СІ: $m_1 = 0,3$ кг, $d_1 = 0,10$ м.

3) Підвісити з правої сторони 4 тягарці на відстані 15 см від опори.

Зафіксувати масу підвішених тягарців і плече сили в одиницях системи

СІ: $m_2 = 0,2$ кг, $d_2 = 0,15$ м.

4) Визначити сили, що діють на тягарці з обох сторін за формулою сили

тяжіння: $F = mg$.

$$F_1 = m_1 g, \quad F_1 = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ (Н)};$$

$$F_2 = m_2 g, \quad F_2 = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ (Н)}.$$

5) Визначити моменти сил обох сторін важеля за формулою: $M = Fd$.

$$M_1 = F_1 d_1, \quad M_1 = 3 \cdot 0,10 = 0,3 \text{ (Н} \cdot \text{м)};$$

$$M_2 = F_2 d_2, \quad M_2 = 2 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ (Н} \cdot \text{м)}.$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.2.2.

Таблиця 2.2.2

Важіль перебуває у рівновазі

№	Сторона важеля	Маса тягарців m , кг	Сила F , Н	Плече сили d , м	Момент сили M , Н · м
1	Ліва	0,3	3	0,10	0,3
2	Права	0,2	2	0,15	0,3

Проведені розрахунки показують, що моменти сил з лівої і правої сторін важеля рівні між собою: $M_1 = M_2$. Отже, згідно правила моментів важіль перебуває у рівновазі.

Частина 2: Важіль не перебуває у рівновазі.

1) Підвісити з лівої сторони 4 тягарці на відстані 10 см від опори.

Зафіксувати масу підвішених тягарців і плече сили в одиницях системи

СІ: $m_1 = 0,2$ кг, $d_1 = 0,10$ м.

2) Підвісити з правої сторони 4 тягарці на відстані 15 см від опори.
Зафіксувати масу підвішених тягарців і плече сили в одиницях системи СІ: $m_2 = 0,2$ кг, $d_2 = 0,15$ м.

3) Визначити сили, що діють на тягарці з обох сторін за формулою сили тяжіння: $F = mg$.

$$\begin{aligned} F_1 &= m_1 g, & F_1 &= 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ (Н)}; \\ F_2 &= m_2 g, & F_2 &= 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ (Н)}. \end{aligned}$$

4) Визначити моменти сил обох сторін важеля за формулою: $M = Fd$.

$$\begin{aligned} M_1 &= F_1 d_1, & M_1 &= 2 \cdot 0,10 = 0,2 \text{ (Н} \cdot \text{м)}; \\ M_2 &= F_2 d_2, & M_2 &= 2 \cdot 0,15 = 0,3 \text{ (Н} \cdot \text{м)}. \end{aligned}$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.2.3.

Таблиця 2.2.3

Важіль у не перебуває у рівновазі

№	Сторона важеля	Маса тягарців m , кг	Сила F , Н	Плече сили d , м	Момент сили M , Н · м
1	Ліва	0,2	2	0,10	0,2
2	Права	0,2	2	0,15	0,3

Висновок. Проведені розрахунки показують, що моменти сил з лівої і правої сторін важеля не рівні між собою: $M_1 \neq M_2$. Момент сили з правої сторони більший і відповідно повертає важіль проти годинникової стрілки. Отже, згідно правила моментів важіль не перебуває у рівновазі.

Актуальність. Дана експериментальна задача допомагає засвоїти поняття моменту сили і дає розуміння умови рівноваги важеля, розвиває у учнів аналітичне мислення і вміння робити висновки на основі експериментальних даних.

Експериментальна задача №8. Експериментальне визначення коефіцієнту корисної дії реального нагрівача.

Мета: визначити коефіцієнт корисної дії (ККД) нагрівача при нагріванні води за допомогою газового пальника.

Обладнання: газовий пальник, металева посудина, термометр, мірний циліндр, лабораторні ваги, вода.

Теоретична частина. Коефіцієнт корисної дії нагрівача – це фізична величина, яка дорівнює відношенню кількості теплоти, отриманої тілом, що нагрівається, до кількості теплоти, яка виділилось при повному згорянні палива. Формула визначення коефіцієнту корисної дії (ККД) нагрівача має вигляд:

$$\eta = \frac{Q_{\text{кор}}}{Q_{\text{повна}}} \cdot 100\%,$$

де η – ККД нагрівника, $Q_{\text{кор}}$ – корисна кількість теплоти, $Q_{\text{повна}}$ – повна кількість теплоти. Коефіцієнт корисної дії вимірюють у відсотках [5, с. 192].

За даною експериментальною задачею, корисною є кількість теплоти, яку отримує тіло в процесі нагрівання. Вона визначається за формулою:

$$Q_{\text{кор}} = cm_p(t^\circ - t_0^\circ),$$

де c – питома теплоємність речовини, m_p – маса тіла, t° – кінцева температура, t_0° – початкова температура [5, с. 161].

Формула для визначення маси тіла має вигляд:

$$m_p = \rho V,$$

де ρ – густина речовини, з якого виготовлене тіло, V – об'єм тіла

Повною кількістю теплоти – теплота, виділена при згорянні палива. Вона визначається за формулою:

$$Q_{\text{повна}} = qm_{\text{п}},$$

де q – питома теплота згоряння палива, $m_{\text{п}}$ – маса палива [10, с. 103].

Формула визначення маси палива, що згоріло, має вигляд:

$$m_{\text{п}} = m_1 - m_2,$$

де m_1 – початкова маса нагрівача, m_2 – кінцева маса нагрівача.

Виведемо основну формулу для визначення коефіцієнту корисної дії (ККД) нагрівача:

$$\eta = \frac{Q_{\text{кор}}}{Q_{\text{повна}}} = \frac{cm_p(t^\circ - t_0^\circ)}{qm_{\text{п}}} = \frac{c\rho V(t^\circ - t_0^\circ)}{q(m_1 - m_2)}.$$

Отримуємо формулу визначення коефіцієнту корисної дії (ККД) нагрівача:

$$\eta = \frac{c\rho V(t^{\circ} - t_0^{\circ})}{q(m_1 - m_1)} \cdot 100\%.$$

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Визначити початкову масу газового пальника за допомогою лабораторних ваг і зафіксувати отримане значення: $m_{п1} = 762,9$ г.

Зверніть увагу, в газовому пальнику міститься речовина газ!

- 2) Визначити об'єм води і її початкову температуру за допомогою мірного циліндра і термометра. Зафіксувати отримані дані: $V = 0,8$ см³ і $t_0^{\circ} = 21^{\circ}\text{C}$.

- 3) Перелити воду у металеву посудину і за допомогою газового пальника нагріти до кипіння. Зафіксувати значення кінцевої температури: $t^{\circ} = 100^{\circ}\text{C}$.

Зверніть увагу, важливо не випаровувати воду, а лише довести її до кипіння! У випадку випаровування, маса води посудині зменшиться і отримані дані будуть неточними!

- 4) Визначити кінцеву масу газового пальника за допомогою лабораторних ваг і зафіксувати отримане значення: $m_{п2} = 748,9$ г.

- 5) Заповнити таблицю 2.2.4. Записати всі дані в одиницях вимірювання міжнародної системи СІ.

Зверніть увагу, значення питомої теплоємності речовини подано у додатку Б, густини речовини – у додатку А, питомої теплоти згоряння палива – у додатку В!

- 6) Визначити коефіцієнт корисної дії нагрівника за формулою:

$$\eta = \frac{c\rho V(t^{\circ} - t_0^{\circ})}{q(m_1 - m_2)} \cdot 100\%.$$

$$\eta = \frac{4200 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot (100 - 21)}{46 \cdot 10^6 \cdot (762,9 \cdot 10^{-3} - 748,9 \cdot 10^{-3} \text{ кг})} \cdot 100\% \approx 41,2(\%).$$

Таблиця 2.2.4

ККД – значення фізичних величин

Фізична величина	Числове значення
Питома теплоємність води c	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Густина води ρ	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Об'єм води V	$0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
Початкова температура води t_0	21°C
Кінцева температура води t	100°C
Питома теплота згоряння газу q	$46 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
Початкова маса газового паливника m_1	$762,9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
Кінцева маса газового паливника m_2	$748,9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

Висновок. Проведені розрахунки показують, що коефіцієнт корисної дії (ККД) нагрівача становить 41,2%. Це значить, що лише 41,2% енергії, що віддає газовий паливник, йде на нагрівання води. Відповідно, решту 58,2% втрачається на нагрівання металічної посудини і навколишнього середовища.

Актуальність. Дана експериментальна задача дозволяє засвоїти формулу коефіцієнту корисної дії (ККД), дає розуміння означення корисної і повної енергії і зв'язок між ними. Розвиває у учнів вміння проводити точні вимірювання, виконувати перетворення одиниць вимірювання різних фізичних величин, об'єднувати формули і виводити загальну, а також розвиває аналітичне мислення і вміння працювати з таблицями і аналізувати дані на основі експериментальних досліджень.

Експериментальна задача №9 Експериментальне визначення швидкості випаровування рідини.

Мета: визначити швидкість випаровування рідини та кількісно порівняти інтенсивність випаровування за різних умов.

Обладнання: 3 тарілки, стакан, лабораторні ваги, електрична лампа, вентилятор, секундомір, вода.

Теоретична частина. Випаровування – процес пароутворення, який відбувається з поверхні рідини [10, с. 73].

Згідно Молекулярно-кінетичної теорії (МКТ), молекули рідини перебувають у безперервному хаотичному русі та взаємодіють одна з одною. Молекула, що знаходиться біля поверхні рідини і має швидкість, спрямовану вгору, віддаляється від сусідніх молекул, в результаті чого виникають сили притягання [5, с. 44].

Швидкість молекули пов'язана з її кінетичною енергією, і чим більша кінетична енергія молекули, тим вона має більшу швидкість. Якщо молекула має малу кінетичну енергію, сили притягання повертають її назад у рідину, а якщо її кінетична енергія більша, то молекула протидіє силам притягання і вилітає з рідини, стаючи молекулою водяної пари [21, с. 51].

Оскільки молекули рухаються хаотично і завжди біля поверхні є швидші молекули, випаровування відбувається за будь-якої температури. Відповідно, коли з рідини вилітають молекули з найбільшою кінетичною енергією і ззовні до рідини не підводиться тепло, то температура рідини знижується і рідина охолоджується.

Швидкість випаровування залежить від чотирьох основних факторів:

- 1) Від роду речовини. За однакових умов спирт випаровується швидше за воду, а вода швидше за олію;
- 2) Від температури. Чим вища температура рідини, тим більшу енергію мають молекули і тим інтенсивніше відбувається випаровування;
- 3) Від потоку повітря над поверхнею рідини – вітру. За відсутності вітру молекули водяної пари над рідиною можуть зіштовхуватися з молекулами повітря і повертатися назад у рідину під дією сил притягання, що обмежує швидкість випаровування. Завдяки вітру потік повітря відносить молекули пари далеко від поверхні рідини, не даючи їм повернутися, що збільшує швидкість випаровування;

- 4) Від площі вільної поверхні рідини. Чим більша площа поверхні, тим більше молекул одночасно можуть вилетіти, і тим швидше відбувається випаровування [10, с. 73].

Оцінити швидкість випаровування рідини можна, якщо визначити, масу рідини випаровується за 1 с часу. Для цього спочатку потрібно визначити співвідношення між масою випаруваної рідини і часом, протягом якого відбувалось випаровування: $\frac{\Delta m}{\Delta t}$.

Формула для визначення маси рідини, що випарувалась за час Δt , має вигляд:

$$\Delta m = m_0 - m,$$

де, Δm – маса рідини, що випарувалась за час Δt , m_0 – початкова маса самої рідини (рідини з посудиною), m – кінцева маса самої рідини (рідини з посудиною).

Формула для визначення часу випаровування має вигляд:

$$\Delta t = t_0 - t,$$

де Δt – час, протягом якого відбувалось випаровування рідини, t_0 – час в момент початкового зважування рідини, t – час в момент кінцевого зважування рідини.

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Розкласти тарілки. Виконати надписи: на 1-ій тарілці «нормальні умови», на 2-ій тарілці – «тепло», на 3-ій тарілці – «вітер».
- 2) Налити воду в 1-шу тарілку, визначити масу тарілки з водою за допомогою лабораторних ваг, ввімкнути секундомір. Зафіксувати значення початкової маси і час початку випаровування: $m_{01} = 63,90$ г, $t_{01} = 0$ с.
- 3) Налити воду в 2-гу тарілку, визначити масу тарілки з водою за допомогою лабораторних ваг і поставити біля ввімкненої електричної лампи. Зафіксувати значення початкової маси і час початку випаровування: $m_{02} = 72,64$ г, $t_{02} = 90$ с.

- 4) Налити воду в 3-ю тарілку, визначити масу тарілки з водою за допомогою лабораторних ваг і поставити біля ввімкненого вентилятора.

Зафіксувати значення початкової маси і час початку випаровування:

$$m_{03} = 75,73 \text{ г}, t_3 = 200 \text{ с}.$$

- 5) Залишити на декілька хвилин, щоб відбувся процес випаровування.

Зверніть увагу, щоб в жодній з тарілок вода не випарувалась повністю! У випадку, якщо ви не прослідкували, і в одній з тарілок випарувалась вся вода, потрібно розпочати експеримент з початку!

- 6) Визначити масу кожної тарілки з водою за допомогою лабораторних ваг і момент часу кожного зважування. Зафіксуйте отримані дані:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 = 63,49 \text{ (г)} \\ t_1 = 840 \text{ (с)} \end{array} \right\}, \quad \left\{ \begin{array}{l} m_2 = 68,66 \text{ (г)} \\ t_2 = 920 \text{ (с)} \end{array} \right\}, \quad \left\{ \begin{array}{l} m_3 = 75,73 \text{ (г)} \\ t_3 = 1000 \text{ (с)} \end{array} \right\}.$$

- 7) Визначити масу води, що випарувалась за час Δt , для кожного експерименту за формулою: $\Delta m = m_0 - m$.

$$\begin{aligned} \Delta m_1 &= m_{01} - m_1, & \Delta m_1 &= 63,90 - 63,49 = 0,41 \text{ (г)}; \\ \Delta m_2 &= m_{02} - m_2, & \Delta m_2 &= 72,64 - 68,66 = 3,98 \text{ (г)}; \\ \Delta m_3 &= m_{03} - m_3, & \Delta m_3 &= 75,73 - 74,38 = 1,35 \text{ (г)}. \end{aligned}$$

- 8) Визначити час випаровування рідини для кожного експерименту за формулою: $\Delta t = t_0 - t$.

$$\begin{aligned} \Delta t_1 &= t_1 - t_{01}, & \Delta t_1 &= 840 - 0 = 840 \text{ (с)}; \\ \Delta t_2 &= t_2 - t_{02}, & \Delta t_2 &= 920 - 90 = 830 \text{ (с)}; \\ \Delta t_3 &= t_3 - t_{03}, & \Delta t_3 &= 1000 - 200 = 800 \text{ (с)}. \end{aligned}$$

- 9) Визначити співвідношення між масою випарованої рідини і часом, протягом якого відбувалось випаровування: $\frac{\Delta m}{\Delta t}$.

$$\frac{\Delta m_1}{\Delta t_1} = \frac{0,41}{840} = 0,0005 \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = 0,5 \left(\frac{\text{мг}}{\text{с}} \right);$$

$$\frac{\Delta m_2}{\Delta t_2} = \frac{3,39}{830} = 0,0041 \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = 4,1 \left(\frac{\text{мг}}{\text{с}} \right);$$

$$\frac{\Delta m_3}{\Delta t_3} = \frac{1,35}{800} = 0,0017 \left(\frac{\text{г}}{\text{с}} \right) = 1,7 \left(\frac{\text{мг}}{\text{с}} \right)$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.2.5.

Таблиця 2.2.5

Швидкість випаровування рідини

№	Умова	m_0 , г	m , г	Δm , г	t_0 , с	t , с	Δt , с	$\frac{\Delta m}{\Delta t}$, $\frac{\text{мг}}{\text{с}}$
1	н.у	63,90	63,49	0,41	0	840	840	0,5
2	тепло	72,64	68,66	3,98	90	920	830	4,1
3	вітер	75,73	74,38	1,35	200	1000	800	1,7

Висновок. Проведені розрахунки показують, що випаровування рідини найшвидше відбувається за умови додаткового тепла, повільніше – за умови вітру і найповільніше – за нормальних умов. Причому за теоретичними даними для цього експерименту ми встановили такі закономірності:

- 1) швидкість випаровування за умови додаткового тепла в 2,4 рази більша, ніж за умови вітру, і в 8 разів більше, ніж за нормальних умов.
- 2) швидкість випаровування за умови вітру в 3,2 рази більша, ніж за звичайних умов.

Актуальність. Дана експериментальна задача допомагає учням зрозуміти і запам'ятати, від чого залежить швидкість випаровування рідини. Покращує навички роботи з приладами, розвиває критичне мислення і вміння аналізувати дані на основі експериментальних досліджень.

Експериментальна задача №10. Експериментальне визначення відношення електричної напруги до сили струму. Дослідження закону Ома.

Мета: визначити відношення електричної напруги до сили струму і опір провідника за допомогою реостату. Підтвердити закон Ома для однорідної ділянки кола.

Обладнання: джерело струму (блок живлення), амперметр, вольтметр, штепсельний реостат, з'єднувальні провідники.

Теоретична частина. Електричний струм – це напрямлений рух заряджених частинок. Електричний струм характеризується фізичними величинами такими, як сила струму, електрична напруга і опір провідника (резистора) [6, с. 163].

Сила струму – фізична величина, чисельно рівна заряду, що проходить через поперечний переріз провідника за одиницю часу. Формула визначення сили струму має вигляд:

$$I = \frac{q}{t},$$

де I – сила струму в провіднику, q – електричний заряд, t – час проходження струму. Одиницями вимірювання сили струму є амperi (A) [15, с. 118].

Для визначення сили струму використовують прилад амперметр, який підключають в коло послідовно в розрив електричного кола.

Електрична напруга – фізична величина, яка визначається між двома точками електричного кола і рівна відношенню роботи електричного поля по переносу заряду між цими точками до величини перенесеного заряду. Формула визначення електричної напруги має вигляд:

$$U = \frac{A}{q},$$

де U – електрична напруга, A – робота електричного поля, q – електричний заряд. Одиницями вимірювання електричної напруги є вольти (В) [15, с. 123].

Для визначення напруги використовують прилад вольтметр, який підключають в коло паралельно між двома точками електричного кола.

Відношення електричної напруги на кінцях провідника до сили струму в провіднику є величиною сталою і називається електричним опором даного провідника.

Електричний опір – це властивість провідника, що описується відношенням напруги на кінцях провідника до сили струму в провіднику. Дане співвідношення має вигляд:

$$R = \frac{U}{I},$$

де R – електричний опір провідника, U – електрична напруга, I – сила струму. Одиницями вимірювання електричного опору є оми (Ом) [6, с. 191].

Записавши формулу іншим виглядом, отримуємо закон Ома для однорідної ділянки кола:

$$I = \frac{U}{R},$$

де сила струму пропорційна до електричної напруги ($I \sim U$), а електричний опір – стала величина.

Важливо розуміти, що в законі Ома електричний опір є характеристикою провідника, що не залежить ні від електричної напруги на джерелі струму, ні від сили струму в електричному колі, а лише від фізичних параметрів самого провідника. Відповідно, при збільшенні електричної напруги на джерелі струму, зростає значення сили струму в електричному колі, а електричний опір залишається сталим [15, с. 129].

Електричний опір провідника може змінюватись лише внаслідок зміни температури нагрівника, чим в даній експериментальній задачі варто знехтувати!

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Скласти електричне коло: послідовно приєднати джерело струму, ключ, амперметр, провідник (резистор) і штепсельний реостат. Паралельно до резистора приєднати вольтметр.
- 2) Зобразити схему (див. рисунок 2.2.2) електричного кола за допомогою умовних позначень.

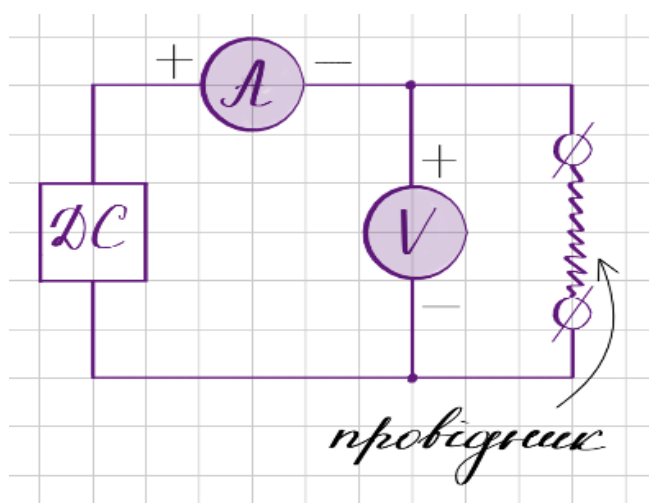


Рис 2.2.2. Схема електричного кола

- 3) штепсельному реостаті вийняти клему з надписом «2».
- 4) На джерелі струму по порядку встановити напруги $U_1 = 1 \text{ В}$, $U_2 = 2 \text{ В}$, $U_3 = 3 \text{ В}$, $U_4 = 4 \text{ В}$, $U_5 = 5 \text{ В}$.
- 5) За показами амперметра визначити значення сили струму при кожному значенні напруги. Зафіксувати отримані дані: $I_1 = 0,5 \text{ А}$, $I_2 = 1,0 \text{ А}$, $I_3 = 1,5 \text{ А}$, $I_4 = 2,0 \text{ А}$, $I_5 = 2,5 \text{ А}$.
- 6) Визначити відношення електричної напруги до сили струму за формулою: $R = \frac{U}{I}$.

$$\left\{ \begin{array}{ll} R_1 = \frac{U_1}{I_1}, & R_1 = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ (Ом)} \\ R_2 = \frac{U_2}{I_2}, & R_2 = \frac{2}{1,0} = 2 \text{ (Ом)} \\ R_3 = \frac{U_3}{I_3}, & R_3 = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ (Ом)} \\ R_4 = \frac{U_4}{I_4}, & R_4 = \frac{4}{2,0} = 2 \text{ (Ом)} \\ R_5 = \frac{U_5}{I_5}, & R_5 = \frac{5}{2,5} = 2 \text{ (Ом)} \end{array} \right.$$

- 7) У штепсельному реостаті повернути назад клему з надписом «2», а вийняти клему з надписом «5».
- 8) Повторити кроки 3, 4 і 5. Зафіксувати отримані дані: $I_1 = 0,2 \text{ А}$, $I_2 = 0,4 \text{ А}$, $I_3 = 0,6 \text{ А}$, $I_4 = 0,8 \text{ А}$, $I_5 = 1,0 \text{ А}$.

$$\left\{ \begin{array}{ll} R_1 = \frac{U_1}{I_1}, & R_1 = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ (Ом)} \\ R_2 = \frac{U_2}{I_2}, & R_2 = \frac{2}{0,4} = 5 \text{ (Ом)} \\ R_3 = \frac{U_3}{I_3}, & R_3 = \frac{3}{0,6} = 5 \text{ (Ом)} \\ R_4 = \frac{U_4}{I_4}, & R_4 = \frac{4}{0,8} = 5 \text{ (Ом)} \\ R_5 = \frac{U_5}{I_5}, & R_5 = \frac{5}{1,0} = 5 \text{ (Ом)} \end{array} \right.$$

9) У штепсельному реостаті вийняти всі клеми.

10) Повторити кроки 3, 4 і 5. Зафіксувати отримані дані: $I_1 = 0,1 \text{ A}$, $I_2 = 0,2 \text{ A}$, $I_3 = 0,3 \text{ A}$, $I_4 = 0,4 \text{ A}$, $I_5 = 0,5 \text{ A}$.

$$\begin{cases} R_1 = \frac{U_1}{I_1}, & R_1 = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ (Ом)} \\ R_2 = \frac{U_2}{I_2}, & R_2 = \frac{2}{0,2} = 10 \text{ (Ом)} \\ R_3 = \frac{U_3}{I_3}, & R_3 = \frac{3}{0,3} = 10 \text{ (Ом)} \\ R_4 = \frac{U_4}{I_4}, & R_4 = \frac{4}{0,4} = 10 \text{ (Ом)} \\ R_5 = \frac{U_5}{I_5}, & R_5 = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ (Ом)} \end{cases}$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.2.6.

Таблиця 2.2.6

Електричний опір резисторів

Резистор «2»			Резистор «5»			Послідовно з'єднані резистори		
$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$\frac{U}{I}, \text{Ом}$	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$\frac{U}{I}, \text{Ом}$	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$\frac{U}{I}, \text{Ом}$
1	0,5	2	1	0,2	5	1	0,1	10
2	1,0	2	2	0,4	5	2	0,2	10
3	1,5	2	3	0,6	5	3	0,3	10
4	2,0	2	4	0,8	5	4	0,4	10
5	2,5	2	5	1,0	5	5	0,5	10

Висновок. Проведені розрахунки показують, що відношення електричної напруги на кінцях провідника до сили струму в провіднику є величиною сталою і називається електричним опором даного провідника.

За допомогою штепсельного реостату можна змінювати значення електричного опору в колі: якщо вийняти клему з надписом «2», в колі

встановиться електричний опір 2 Ом, адже струм буде проходити тільки через даний провідник; якщо вийняти з надписом «5» – 5 Ом; якщо вийняти всі – 10 Ом, адже струм буде проходити через всі п'ять послідовно з'єднаних провідників.

Актуальність. Дана експериментальна задача допомагає учням запам'ятати фізичні величини силу струму, електричну напругу і електричний опір, зрозуміти залежність між електричною напругою і силою струму. Покращує навички складання електричних кіл і роботи з приладами, розвиває вміння аналізувати дані і лінійні залежності на основі експериментальних досліджень.

Експериментальна задача №11. Експериментальне визначення електричного опору провідника.

Мета: визначити електричний опір провідника, використовуючи його фізичні характеристики.

Обладнання: мідним провідником, порожня котушка, мікрометр, електронні ваги.

Теоретична частина. Електричний опір провідника – властивість провідника протидіяти проходженню електричного струму, що залежить від фізичних характеристик самого провідника. Формула визначення електричного опору через його фізичні параметри має вигляд:

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

де R – опір провідника, ρ – питомий опір матеріалу, з якого виготовлений провідник, l – довжина провідника, S – площа поперечного перерізу провідника. Одиницями вимірювання електричного опору є оми (Ом) [15, с. 133].

За даною експериментальною задачею для визначення електричного опору провідника потрібно визначити його довжину і площу поперечного перерізу. Довжину провідника можна визначити з формул визначення маси провідника.

Формули для визначення маси провідника мають вигляд:

$$m = \rho \cdot V, \quad m = m_1 - m_0,$$

де m – маса провідника, ρ^* – густина речовини, з якої виготовлений провідник, V – об’єм провідника, m_1 – маса котушки з провідником, m_0 – маса порожньої котушки.

Об’єм провідника можна визначити за формулою: $V = Sl$, де S – площа поперечного перерізу провідника, l – довжина провідника.

Формула для визначення площі поперечного перерізу провідника: $S = \frac{\pi d^2}{4}$, де d – діаметр провідника.

Виведемо основну формулу для визначення довжини провідника:

$$\begin{cases} m = \rho^* V \\ m = m_1 - m_0 \end{cases}, \quad \rho^* V = m_1 - m_0, \quad \rho^* Sl = m_1 - m_0, \quad l = \frac{m_1 - m_0}{\rho^* S}.$$

Виведемо основну формулу для визначення опору провідника:

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{\rho}{S} \cdot \frac{m_1 - m_0}{\rho^* S} = \frac{\rho}{\rho^*} \cdot \frac{m_1 - m_0}{S^2} = \frac{\rho}{\rho^*} \cdot \frac{m_1 - m_0}{\left(\frac{\pi d^2}{4}\right)^2} = \frac{16\rho(m_1 - m_0)}{\rho^* \pi^2 d^4}.$$

Отримуємо формулу визначення опору мідного провідника:

$$R = \frac{16\rho(m_1 - m_0)}{\rho^* \pi^2 d^4},$$

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Визначити діаметр мідного провідника за допомогою мікрометра і зафіксувати отримане значення: $d = 0,78$ мм.
- 2) Визначити масу порожньої котушки і масу котушки з мідним провідником за допомогою лабораторних ваг. Зафіксувати отримані значення: $m_0 = 0,87$ кг, $m_1 = 6,70$ кг.
- 3) Заповнити таблицю 2.2.7. Записати всі дані в одиницях вимірювання міжнародної системи СІ.

Зверніть увагу, значення питомого опору провідника подано у додатку Д, густини речовини – у додатку А!

- 4) Визначити опір мідного провідника за формулою:

$$R = \frac{16\rho(m_1 - m_0)}{\rho^* \pi^2 d^4}.$$

$$R = \frac{16 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} \cdot (6,70 - 0,87)}{8900 \cdot 3,14^2 \cdot (0,48 \cdot 10^{-3})^4} \approx 340,42 \text{ (Ом)}.$$

Таблиця 2.2.7

Електричний опір – значення фізичних величин

Фізична величина	Числове значення
Питомий опір мідного провідника ρ	$1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$
Маса котушки з мідним провідником m_1	6,70 кг
Маса порожньої котушки m_0	0,87 кг
Густина міді ρ^*	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Діаметр мідного провідника d	$0,48 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Висновок. Проведені розрахунки показують, опір мідного провідника становить 340,42 Ом і він залежить від матеріалу, з якого виготовлений провідник, від довжини і площі поперечного перерізу самого провідника.

Актуальність. Дана експериментальна задача дозволяє запам'ятати формулу для визначення електричного опору, і пригадати формули густини і об'єму. Розвиває у учнів вміння проводити точні вимірювання, виконувати перетворення одиниць вимірювання різних фізичних величин, об'єднувати формули і виводити загальну, а також розвиває аналітичне мислення і вміння працювати з таблицями.

2.3. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ В КУРСІ ФІЗИКИ 9 КЛАСУ

Курс фізики 9 класу є завершальним етапом базової середньої освіти, який знаменує перехід до вивчення найбільш фундаментальних і сучасних розділів науки. Навчальна програма охоплює складні концепції в галузі електромагнітних і світлових явищ та ядерних взаємодій. Це вимагає від учнів високого рівня абстрактного, системного та аналітичного мислення.

Навчальна програма з фізики у 9 класі включає наступні розділи: «Електричний струм у різних середовищах», «Магнітні та електромагнітні явища», «Механічні та електромагнітні хвилі», «Світлові явища» і «Будова атома та атомного ядра» [12, с. 5]. Відповідно до цих розділів рекомендовано провести 4 експериментальні задачі.

У розділі «Світлові явища» варто виділити дві експериментальні задачі: «Експериментальне визначення відношення кута падіння променя до його кута заломлення. Дослідження закону Снеліуса» і «Експериментальне визначення показника заломлення матеріалу плоско-паралельної пластинки».

У розділі «Будова атома та атомного ядра» варто виділити дві експериментальні задачі: «Експериментальне визначення радіоактивного розпаду ядер на основі теорії ймовірності. Дослідження закону радіоактивного розпаду» і «Експериментальне визначення коефіцієнту ослаблення γ -випромінювання різними матеріалами».

Експериментальна задача №12. Експериментальне визначення відношення кута падіння променя до його кута заломлення. Дослідження закону Снеліуса.

Мета: визначити відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення при переході світла з повітря у прозоре середовище. Підтвердити другий закон заломлення світла – закон Снеліуса.

Обладнання: штатив, оптичний диск, пластик або скло (прозоре середовище), лазер.

Теоретична частина. При переході світла з одного прозорого середовища в інше на межі поділу відбувається зміна напрямку його поширення — явище заломлення світла (див. рисунок 2.3.1).

Дане явище описується двома законами заломлення. Перший закон заломлення: падаючий промінь, заломлений промінь і перпендикуляр до межі поділу двох середовищ, проведений у точку падіння, лежать в одній площині.

Другий закон заломлення або закон Снеліуса: відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення є величина стала для даних двох середовищ, яка називається відносним показником заломлення.

Закон Снеліуса має вигляд:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21},$$

де α – кут падіння, β – кут заломлення, n_{21} – відносний показник заломлення другого середовища відносно першого середовища [3, с. 76].

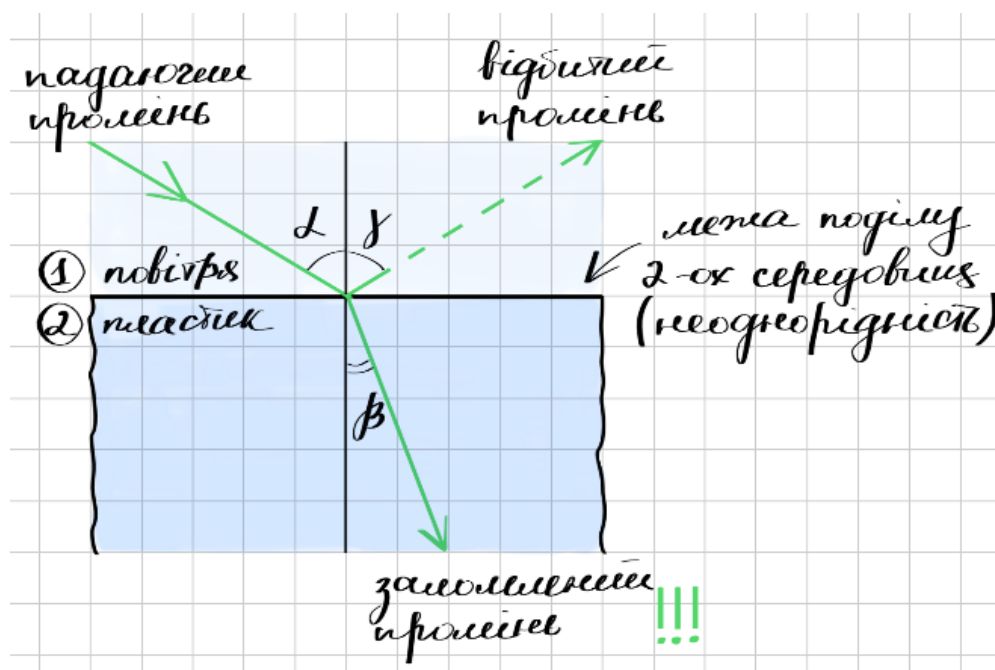


Рис 2.3.1. Заломлення світла

За даною експериментальною задачею, промінь світла поширюється з повітря (першого середовища) в пластик або скло (друге середовище)!

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Закріпити лазер на штативі і помістити пластик на оптичний диск.
- 2) Пучок світла по порядку спрямувати на поверхню пластику під кутами:
 $\alpha_1 = 15^\circ, \alpha_2 = 30^\circ, \alpha_3 = 45^\circ, \alpha_4 = 60^\circ, \alpha_5 = 75^\circ$.
- 3) Для кожного кута падіння визначити кут заломлення. Зафіксувати отримані дані: $\beta_1 = 10^\circ, \beta_2 = 21^\circ, \beta_3 = 30^\circ, \beta_4 = 37^\circ, \beta_5 = 41^\circ$.

- 4) Визначити значення синусів кута падіння і синусів кута заломлення і зафіксувати отримані дані.
- 5) Визначити відношення синуса кута падіння до синуса кута відбивання і зафіксувати отримані дані.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = \frac{0,259}{0,174} = 1,49; \\ \frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2} = \frac{0,500}{0,358} = 1,40; \\ \frac{\sin \alpha_3}{\sin \beta_3} = \frac{0,707}{0,500} = 1,41; \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\sin \alpha_4}{\sin \beta_4} = \frac{0,876}{0,602} = 1,44; \\ \frac{\sin \alpha_5}{\sin \beta_5} = \frac{0,966}{0,656} = 1,47. \end{array} \right.$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.3.1.

Таблиця 2.3.1

Закон Снеліуса

№	α	β	$\sin \alpha$	$\sin \beta$	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
1	15°	10°	0,259	0,174	1,49
2	30°	21°	0,500	0,358	1,40
3	45°	30°	0,707	0,500	1,41
4	60°	37°	0,876	0,602	1,44
5	75°	41°	0,966	0,656	1,47

Висновок. Проведені розрахунки показують, що відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення при переході світла з повітря в пластик є величиною сталою і становить в середньому 1,45. За другим законом заломлення (законом Снеліуса) дана величина відповідає відносному показнику заломлення даного пластика відносно повітря.

Актуальність. Дана експериментальна задача дозволяє запам'ятати закон Снеліуса. Розвиває у учнів вміння проводити точні вимірювання, покращує навички роботи з оптичними приладами і розвиває критичне мислення.

Експериментальна задача №13. Експериментальне визначення показника заломлення матеріалу плоско-паралельної пластинки.

Мета: визначити показник заломлення матеріалу плоско-паралельної пластинки за допомогою графічного методу.

Обладнання: плоско-паралельна пластинка, аркуш паперу, лінійка, циркуль.

Теоретична частина. При проходженні світла через плоско-паралельну пластинку промінь, що виходить з неї, залишається паралельним вхідному променю, але зміщується на певну відстань.

Для визначення показника заломлення прозорого середовища використовують другий закон заломлення світла (закон Снеліуса):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21},$$

де α – кут падіння, β – кут заломлення, n_{21} – відносний показник заломлення другого середовища відносно першого середовища. Відносний показник заломлення є безрозмірною величиною [8, с. 26].

За допомогою геометричних побудов можна виразити синуси кутів α і β через радіуси і побудовані сторони трикутників. Для цього потрібно:

- 1) взяти лист паперу та провести на ньому дві паралельні лінії, що показуватимуть плоско-паралельну пластинку;
- 2) покласти плоско-паралельну пластинку на папір вздовж однієї лінії і обвести ручкою заломлені поверхні пластинки;
- 3) за допомогою лінійки провести падаючий промінь, заломлений промінь та заломлений промінь на вихідній поверхні;
- 4) забрати плоско-паралельну пластинку з аркуша;
- 5) за допомогою лінійки побудувати перпендикуляр (нормаль) до заломлюючої поверхні у точці падіння, за допомогою циркуля провести коло з радіусом r з центром в точці падіння променю;
- 6) побудувати прямокутний трикутник, в якому падаючий промінь є одночасно радіусом кола r і гіпотенузою даного трикутника;

- 7) позначити кут падіння α , сторону трикутника, що перпендикулярна до нормалі, d_1 . З даного трикутника $\sin \alpha = \frac{d_1}{r}$;
- 8) побудувати прямокутний трикутник, в якому заломлений промінь є одночасно радіусом кола r і гіпотенузою даного трикутника;
- 9) позначити кут заломлення β , сторону трикутника, що перпендикулярна до нормалі, d_2 . З даного трикутника $\sin \beta = \frac{d_2}{r}$ (див. рисунок 2.3.2);

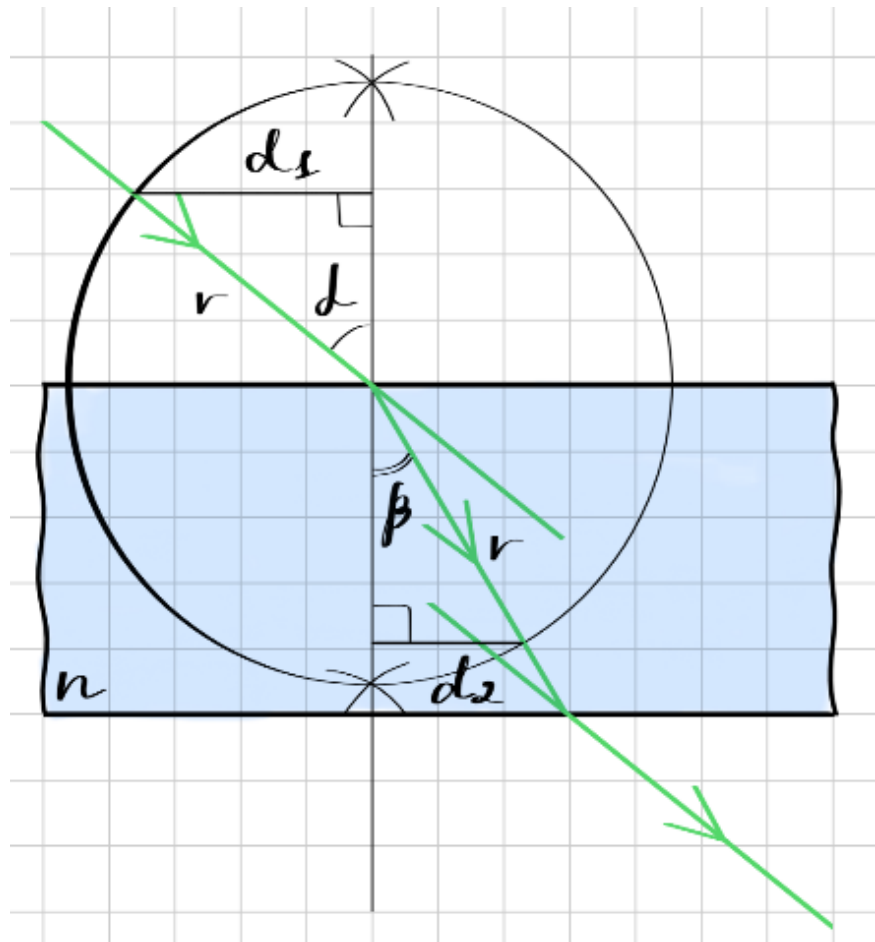


Рис 2.3.2. Плоско-паралельна пластинка

Виведемо основну формулу для визначення відносного показника заломлення плоско-паралельної пластинки:

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\frac{d_1}{r}}{\frac{d_2}{r}} = \frac{d_1}{d_2}.$$

Отримуємо формулу визначення відносного показника заломлення плоско-паралельної пластинки:

$$n_{21} = \frac{d_1}{d_2}.$$

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Виміряти лінійкою сторону трикутника d_1 і d_2 . Зафіксувати отримані дані: $d_1 = 32,0$ мм, $d_2 = 20,5$ мм.
- 2) Визначити абсолютний відносний показник заломлення плоско-паралельної пластинки за формулою: $n_{21} = \frac{d_1}{d_2}$.

$$n_{21} = \frac{32,0 \cdot 10^{-3}}{20,5 \cdot 10^{-3}} \approx 1,56.$$

Висновок. Проведені розрахунки показують, що відносний показник заломлення плоско-паралельної пластинки становить 1,56, що може відповідати матеріалу скла. Отриманий результат підтверджує, що графічний метод, заснований на законі заломлення світла та вимірюванні геометричних параметрів є ефективним для визначення оптичних характеристик прозорих матеріалів.

Актуальність. Дана експериментальна задача дозволяє запам'ятати закон Снеліуса. Розвиває у учнів вміння виконувати геометричні побудови і проводити точні вимірювання, покращує навички роботи з вимірювальними приладами і розвиває критичне мислення.

Експериментальна задача №14. Експериментальне визначення радіоактивного розпаду ядер на основі теорії ймовірності. Дослідження закону радіоактивного розпаду.

Мета: продемонструвати випадковий характер радіоактивного розпаду та експериментально визначити закономірність зменшення кількості радіоактивних ядер (закон радіоактивного розпаду) за допомогою моделювання.

Обладнання: кювета, 128 монеток.

Теоретична частина. Радіоактивний розпад є випадковим і незакономірним процесом, схожим на ймовірність випадкової події. Для кількісного опису даного процесу використовують фізичну величину – період напіврозпаду [8, с. 487].

Період напіврозпаду – це час, протягом якого кількість ядер даного радіонукліду зменшується вдвічі. Кількість ядер, що залишилася після певного часу визначається законом радіоактивного розпаду:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}},$$

де N – кількість ядер після розпаду, N_0 – кількість ядер до розпаду, t – час піврозпаду, T – період напіврозпаду [11, с. 160].

У даній моделі: кількість предметів відповідає кількості радіоактивних ядер; одне кидання відповідає одному періоду напіврозпаду; випала «решка» – ядро, що розпалося.

Практична частина. Хід роботи:

- 1) Зафіксувати початкову кількість монет: $N_0 = 128$.
- 2) Висипати всі монети в кювет і забрати ті, що випали цифрою ввєрх. Зафіксувати кількість монет, що залишились в кюветі: $N_1 = 62$.
- 3) Повторити дослід 3 рази, щоразу висипаючи ту кількістю монет, що залишились в кюветі попереднього разу. Зафіксувати отримані значення: $N_2 = 26$, $N_3 = 17$, $N_4 = 6$.
- 4) Визначити теоретично кількість монет, що мали б залишитись в результаті кожного кидання, за формулою:

$$N_{\text{теор}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$$

$$t_1 = T, \quad N_1 = N_0 \cdot 2^{-\frac{t_1}{T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{T}{T}} = N_0 \cdot 2^{-1} = \frac{N_0}{2} = \frac{128}{2} = 64;$$

$$t_2 = 2T, \quad N_2 = N_0 \cdot 2^{-\frac{t_2}{T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{2T}{T}} = N_0 \cdot 2^{-2} = \frac{N_0}{4} = \frac{128}{4} = 32;$$

$$t_3 = 3T, \quad N_3 = N_0 \cdot 2^{-\frac{t_3}{T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{3T}{T}} = N_0 \cdot 2^{-3} = \frac{N_0}{8} = \frac{128}{8} = 16;$$

$$t_4 = 4T, \quad N_4 = N_0 \cdot 2^{-\frac{t_4}{T}} = N_0 \cdot 2^{-\frac{4T}{T}} = N_0 \cdot 2^{-4} = \frac{N_0}{16} = \frac{128}{16} = 8.$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.3.2.

Таблиця 2.3.2

Радіоактивний розпад ядер

№	Час t	$N_{\text{екс}}$	$N_{\text{теор}}$
0	0	128	128
1	T	62	64
2	$2T$	26	32
3	$3T$	17	16
4	$4T$	6	8

- 5) Побудувати графік залежності ядер, що залишилася, від номеру циклу $N(N^0)$ згідно проведеного експерименту (див. рисунок 2.3.3а).
- 6) Побудувати криву радіоактивного розпаду за графіком залежності ядер, що залишились, від часу $N(t)$ (див. рисунок 2.3.3б).

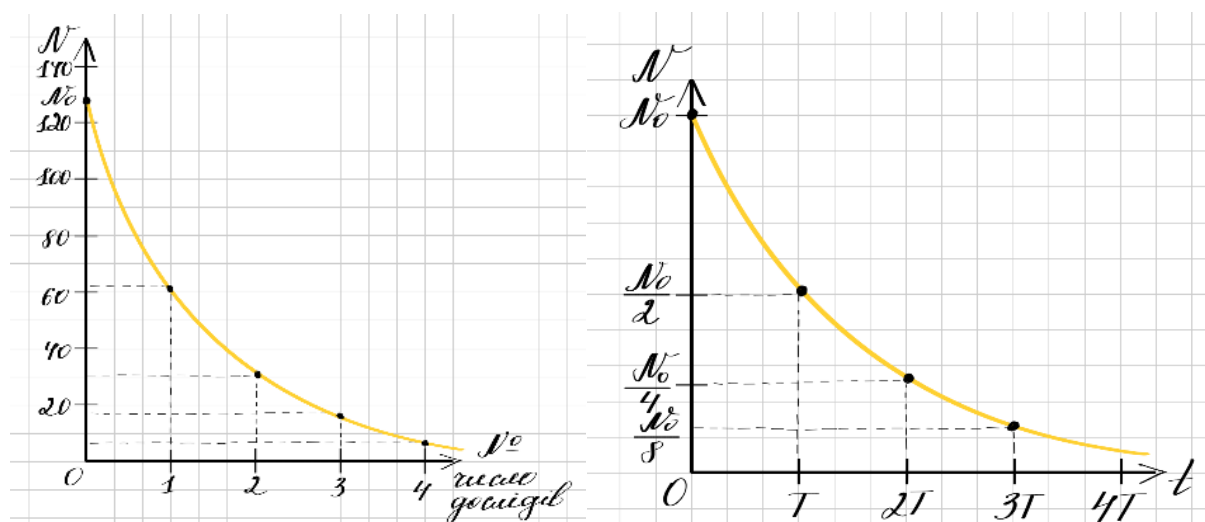


Рис 2.3.3. а) графік $N(N^0)$; б) крива радіоактивного розпаду $N(t)$

Висновок. Під час проведення експериментальної задачі було змодельовано процес радіоактивного розпаду. Отримані результати показують, що кількість ядер, що залишились, зменшується приблизно вдвічі після кожного циклу. Це підтверджує закон радіоактивного розпаду: процес є випадковим, але

його закономірність проявляється у швидкому зменшенні кількості ядер з часом – періодами напіврозпаду.

Період напіврозпаду для ядер різних речовин, є різний і може становити від кількох секунд до мільярди років [8, с. 492]. На основі цього закону ґрунтується метод радіовуглецевого датування, що дозволяє визначити вік органічних речовин.

Актуальність. Дана експериментальна задача дозволяє учням зрозуміти закон радіоактивного розпаду на основі моделі. Розвиває у учнів вміння працювати з графіками, проводити математичні розрахунки і аналізувати отримані дані.

Експериментальна задача №15. Експериментальне визначення коефіцієнту ослаблення γ -випромінювання різними матеріалами.

Мета: визначити коефіцієнт ослаблення гамма-випромінювання при проходженні через шари різних матеріалів (воду, деревину, алюміній, свинець).

Обладнання: лічильник Гейгера-Мюллера, штатив, радіоактивний препарат (джерело гамма-випромінювання), вода H_2O , деревина, алюміній Al , свинець Pb , секундомір.

Теоретична частина. При проходженні через речовину іонізуюче випромінювання, зокрема гамма-випромінювання, взаємодіє з атомами матеріалу і поступово ослаблюється. Ступінь ослаблення залежить від природи матеріалу та товщини шару [8, с. 459].

Для кількісної оцінки захисних властивостей матеріалу використовують коефіцієнт ослаблення. Він показує, у скільки разів інтенсивність випромінювання зменшується після проходження через матеріал.

Спочатку необхідно визначити покази природнього фону. Далі визначити істинний потік випромінювання від радіоактивного препарату без природнього фону за формулою:

$$N_{\text{іст}} = N_0 - N_{\text{ф}},$$

де $N_{\text{іст}}$ – істинний потік випромінювання від радіоактивного препарату, N_0 – потік випромінювання радіоактивного препарату з природнім фоном, $N_{\text{ф}}$ – потік випромінювання природнього фону.

Далі необхідно визначити істинний потік випромінювання від радіоактивного препарату при проходженні через шари різних матеріалів без природнього фону за формулою:

$$N_{\text{іст.мат}} = N - N_{\text{ф}},$$

де $N_{\text{іст.мат}}$ – істинний потік випромінювання від радіоактивного препарату при проходженні через шари різних матеріалів, N_0 – потік випромінювання радіоактивного препарату з природнім фоном при проходженні через шари різних матеріалів, $N_{\text{ф}}$ – потік випромінювання природнього фону.

Коефіцієнт ослаблення розраховується як відношення істинного потоку без перешкоди до істинного потоку з перешкодою. Формула коефіцієнту ослаблення має вигляд:

$$K_{\text{осл}} = \frac{N_{\text{іст}}}{N_{\text{іст.мат}}}, \quad K_{\text{осл}} = \frac{N_0 - N_{\text{ф}}}{N - N_{\text{ф}}},$$

де $K_{\text{осл}}$ – коефіцієнт ослаблення γ -випромінювання різними матеріалами, що є безрозмірною величиною.

Зверніть увагу, для даної експериментальної задачі товщина шарів різних матеріалів повинна бути однаковою і вимірювання фону має відбуватися протягом 100 с!

Практична частина. Хід роботи:

- 1) За допомогою лічильника Гейгера-Мюллера виміряти природний радіаційний фон протягом фіксованого часу 100 с. Зафіксувати отримане значення: $N_{\text{ф}} = 17$.
- 2) Закріпити радіоактивний препарат на штативі і виміряти потік випромінювання від радіоактивного препарату з природнім фоном. Зафіксувати отримане значення: $N_0 = 113$.

- 3) Визначити істинний потік випромінювання від радіоактивного препарату за формулою: $N_{\text{іст}} = N_0 - N_{\phi}$.

$$N_{\text{іст}} = 113 - 17 = 96.$$

- 4) Розмістити між радіоактивним препаратом і лічильником перешкоду – шар води H_2O .

- 5) Визначити потік випромінювання радіоактивного препарату з природнім фоном при проходженні через шар води. Зафіксувати отримане значення: $N_{H_2O} = 73$.

- 6) Повторити кроки 4 і 5 для наступних матеріалів, а саме деревини, алюмінію Al і свинцю Pb . Зафіксувати отримані дані: $N_d = 84$, $N_{Al} = 62$, $N_{Pb} = 36$.

- 7) Визначити істинний потік випромінювання від радіоактивного препарату при проходженні через шари кожного матеріалу за формулою: $N_{\text{іст.мат}} = N - N_{\phi}$.

$$N_{\text{іст.}H_2O} = N_{H_2O} - N_{\phi}, \quad N_{\text{іст.}H_2O} = 73 - 17 = 56;$$

$$N_{\text{іст.}d} = N_d - N_{\phi}, \quad N_{\text{іст.}d} = 84 - 17 = 67;$$

$$N_{\text{іст.}Al} = N_{Al} - N_{\phi}, \quad N_{\text{іст.}l} = 62 - 17 = 45;$$

$$N_{\text{іст.}Pb} = N_{Pb} - N_{\phi}, \quad N_{\text{іст.}Pb} = 36 - 17 = 19.$$

- 8) Визначити коефіцієнт ослаблення γ -випромінювання різними матеріалами за формулою: $K_{\text{осл}} = \frac{N_{\text{іст}}}{N_{\text{іст.мат}}}$.

$$K_{\text{осл.}H_2O} = \frac{N_{\text{іст}}}{N_{\text{іст.}H_2O}}, \quad K_{\text{осл.}H_2O} = \frac{96}{56} = 1,71;$$

$$K_{\text{осл.}d} = \frac{N_{\text{іст}}}{N_{\text{іст.}d}}, \quad K_{\text{осл.}d} = \frac{96}{67} = 1,43;$$

$$K_{\text{осл.}Al} = \frac{N_{\text{іст}}}{N_{\text{іст.}Al}}, \quad K_{\text{осл.}Al} = \frac{96}{45} = 2,13;$$

$$K_{\text{осл.}Pb} = \frac{N_{\text{іст}}}{N_{\text{іст.}Pb}}, \quad K_{\text{осл.}Pb} = \frac{96}{19} = 5,05.$$

Всі отримані дані подати у таблицю 2.3.3.

Таблиця 2.3.3

Коефіцієнт ослаблення гамма-випромінювання

N_{ϕ}	N_0	$N_{\text{іст}}$	Матеріал	N	$N_{\text{іст.мат}}$	$K_{\text{осл}}$
17	113	96	Вода H_2O	73	56	1,71
			Деревина	84	67	1,43
			Алюміній Al	62	45	2,13
			Свинець Pb	36	19	5,05

Висновок. Під час проведення експериментальної задачі було визначено коефіцієнти ослаблення гамма-випромінювання для різних матеріалів. Експеримент підтвердив, що здатність матеріалу ослаблювати випромінювання залежить від його природи, зокрема, від густини та атомного номера. Найбільший коефіцієнт ослаблення був отриманий для свинцю, що свідчить про його найкращі захисні властивості від гамма-випромінювання серед досліджених зразків.

Актуальність. Дана експериментальна задача дозволяє запам'ятати інформацію про гамма-випромінювання і його взаємодію з різними речовинами. Розвиває у учнів вміння працювати з приладами, проводити математичні розрахунки і аналізувати отримані дані.

2.4. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАДАЧ

Запропоновані у розділах 2.1, 2.2 і 2.3 експериментальні задачі для учнів 7-9 класів були проведені під час проходження практики у закладі загальної середньої освіти Тернопільській загальноосвітній школі І-ІІІ студентів №10.

Учні 7-9 класів проводили експериментальні задачі згідно навчального плану по темах, які вивчали протягом навчального року.

Після проведення експериментальних задач учні проходили анкетування, яке дозволило проаналізувати ефективність використання експериментальних

задач у навчальному процесі. Анкетування включало такі важливі критерії, як зацікавленість учнів, засвоєння матеріалу та запам'ятовування формул і складність виконання.

В анкетуванні брали участь 62 учня 7-9 класів, які активно виконували різного роду експериментальні задачі. Теми експериментальних задач були вибрані згідно матеріалу, що вивчали учнів у даному класі.

Анкетування:

Питання 1. Як на Вашу думку експериментальні задачі вплинули на розуміння та засвоєння навчального матеріалу (див. схема 2.4.1)?

- а) Допомогли зрозуміти матеріал набагато краще (25 учнів – 40%);
- б) Допомогли зрозуміти окремі складні моменти (20 учнів – 32%);
- с) Майже не вплинули на розуміння матеріалу (10 учнів – 16%);
- д) Не допомогли, матеріал залишився складним і більш незрозумілим (10 учнів – 12%).



Рис 2.4.1 Розподіл відповідей на запитання 1

Питання 2. Чи допомогли Вам експериментальні задачі краще запам'ятати формули і фізичні закони (див. схема 2.4.2)?

- а) Так, я зміг запам'ятати набагато більше формул і законів (30 учнів – 48%);
- б) Майже не вплинуло на запам'ятовування (16 учнів – 26%);
- с) Ні, мені простіше запам'ятати їх за підручником, а експериментальні задачі мене заплутали (6 учнів – 10%);
- д) Я не знаю, я ніколи не міг запам'ятати формули і закони (10 учнів – 16%).

Питання 3. Наскільки складним для Вас було виконання цих експериментальних задач (див. схема 2.4.3)?

- а) Легко, я впорався/впоралася без труднощів (15 учнів – 24%);
- б) Помірна складність, було над чим подумати, але я успішно впорався/впоралася (16 учнів – 26%);
- с) Важко, потребував/потребувала значної допомоги від учителя/однокласників (21 учнів – 34%);
- д) Дуже важко, я майже нічого не зміг/змогла виконати самостійно (10 учнів – 16%).



Рис 2.4.2 Розподіл відповідей на запитання 2



Рис 2.4.3 Розподіл відповідей на запитання 3

Питання 4. Який загальний досвід Ви отримали від роботи з експериментальними задачами (див. схема 2.4.4)?

- а) Позитивний і корисний, я хотів би/хотіла б більше таких завдань (24 учнів – 39%);
- б) Більше позитивний, ніж негативний (16 учнів – 26%);
- с) Нейтральний, я не був зацікавлений у виконанні (14 учнів – 22%);
- д) Негативний, вважаю це марною тратою часу (8 учнів – 13%).

Питання 5. Як вплинуло виконання експериментальних задач на Вашу зацікавленість до вивчення фізики (див. схема 2.4.5)?

- а) Я став/стала більше цікавитися фізикою (36 учнів – 58%);
- б) Моя зацікавленість не змінилась (15 учнів – 24%);
- с) Мені стало менш цікаво (0 учнів – 0%);
- д) Я не знаю, мені було дуже складно і незрозуміло (11 учнів – 18%).

Який загальний досвід Ви отримали від роботи з експериментальними задачами?



Рис 2.4.4 Розподіл відповідей на запитання 4

Як вплинуло виконання експериментальних задач на Вашу зацікавленість до вивчення фізики?



Рис 2.4.5 Розподіл відповідей на запитання 5

Анкетування дозволило кількісно та якісно оцінити вплив експериментальних задач на пізнавальну сферу учнів за наступними ключовими критеріями:

- 1) критерій зацікавленості: понад 75% відзначили, що після виконання експериментальних задач їхній інтерес до вивчення фізики збільшився. Це свідчить про те, що експериментальні задачі успішно виконують мотиваційну функцію, роблять навчальний процес більш зацікавленим, що є необхідною передумовою для активного засвоєння матеріалу;
- 2) критерій засвоєння матеріалу та запам'ятовування формул: понад 65% учнів підтвердили, що практична діяльність допомогла їм краще зрозуміти навчальний матеріал, а також сприяла кращому запам'ятовуванню формул. Це вказує на те, що формули та фізичні закони краще засвоюються не механічно, а під час практичного виконання;
- 3) Критерій оцінки складності: 50% оцінили складність завдань як "Легко" або "Помірна складність", інша половина учнів – виявили труднощі під час виконання. Це підтверджує методичну доступність розроблених експериментальних задач для вікової категорії 7-9 класів і засвідчує, що завдання викликають конструктивні труднощі, які стимулюють мислення, але не є неможливими.

Варто зауважити, що експериментальні задачі мають високу ефективність і чинять позитивний вплив на знання учнів.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У даному розділі здійснено безпосередню розробку методичних основ використання експериментальних задач на уроках фізики. Ця система базується на дидактичних принципах та враховує психолого-педагогічні засади активізації пізнавальної діяльності учнів, сформовані у розділі 1.

Визначено та детально описано алгоритм розв'язування експериментальних задач, який включає наступні ключові етапи: теоретичну підготовку; планування та підбір обладнання; проведення вимірювань та виконання експерименту; обробку результатів, формулювання висновків та їх обґрунтування.

У даному розділі підготовлено комплексний методичний матеріал для вчителів, що включає приклади експериментальних задач, адаптованих до змісту навчальних програм 7-го, 8-го та 9-го класів. Запропонований матеріал охоплює ключові розділи курсу фізики та спрямований на формування в учнів практичних умінь та навичок.

Експериментально перевірено ефективність використання розроблених експериментальних задач. Результати анкетування учнів та порівняльний аналіз діагностичних зрізів знань підтвердили, що виконання експериментальних задач:

- підвищує якість засвоєння знань: учні демонструють краще розуміння теоретичного матеріалу та запам'ятовування формул, оскільки використовують їх на практиці;
- активізується пізнавальна діяльність: задачі мають виражений мотиваційний ефект, що значно підвищує інтерес до вивчення фізики.

Таким чином, у розділі 2 повністю виконано завдання з розробки методичних основ, що є центральною частиною дослідження і перевірено їх ефективність, що дозволяє активно використовувати експериментальні задачі у освітньому процесі.

ВИСНОВКИ

Дана кваліфікаційна робота, спрямована на підвищення ефективності навчання фізики через використання експериментальних задач, дозволила реалізувати мету роботи та виконати всі поставлені у вступі завдання.

У першому розділі на основі аналізу науково-педагогічної та методичної літератури було встановлено, що експериментальні задачі є ефективним засобом активізації навчально-пізнавальної діяльності, оскільки вони вимагають від учнів не лише теоретичних знань, але й практичних умінь, розвиваючи навички спостереження, планування і проведення дослідження, здатність до висування гіпотез і самостійної реалізації власних ідей. Доведено, що їхнє використання є основою для реалізації принципу зв'язку теорії з практикою, що відповідає компетентнісним вимогам сучасної освіти.

Також здійснено ефективний відбір та проведено систематизацію експериментальних задач для курсу фізики 7–9 класів, розподіляючи за змістом та дидактичною метою, що стало теоретичною базою для розробки методики.

У другому розділі на основі теоретичних положень було розроблено та деталізовано методику впровадження експериментальних задач у навчальний процес для учнів 7–9 класів. Створено конкретні завдання для використання на різних етапах уроку під час вивчення різних розділів фізики.

Експериментально перевірено ефективність виконання експериментальних задач учнями 7-9 класів. Аналіз анкетування учнів довів, що експериментальні задачі значно підвищують інтерес до вивчення фізики та забезпечують краще засвоєння формул і теоретичного матеріалу.

Дослідження підтверджує, що розроблена та експериментально випробувана методика використання експериментальних задач є ефективним, доцільним і необхідним засобом для активізації пізнавальної діяльності та забезпечення якісного засвоєння знань учнів 7–9 класів у процесі навчання фізики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О. *Фізика: підручник для 7-го класу закладів загальної середньої освіти: навчальний посібник* / за ред. С. О. Довгого. Харків: Видавництво «Ранок», 2024. 275 с.
2. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О. *Фізика: підручник для 8-го класу закладів загальної середньої освіти: навчальний посібник* / за ред. С. О. Довгого. Харків: Видавництво «Ранок», 2025. 294 с.
3. Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О. *Фізика: підручник для 9-го класу загальноосвітніх навчальних закладів: навчальний посібник* / за ред. В. Г. Баряхтара, С. О. Довгого. Харків: Видавництво «Ранок», 2022. 272 с.
4. Віктор П.А. *Фізика. Основи і механічний рух. Просто і зрозуміло про фундаментальну науку: практичний посібник* / перекладач Т. М. Клюкіна. Київ: Видавництво «Форс Україна», 2021. 384 с.
5. Віктор П.А. *Фізика: молекулярна будова речовини і теплові явища: практичний посібник* / перекладач Т. М. Клюкіна. Київ: Видавництво «Форс Україна», 2021. 336 с.
6. Віктор П.А. *Фізика: основи електродинаміки: практичний посібник* / перекладач Т. М. Клюкіна. Київ: Видавництво «Букшеф», 2021. 496 с.
7. Віктор П.А. *Фізика: коливання і хвилі: практичний посібник* / перекладач Т. М. Клюкіна. Київ: Видавництво «Букшеф», 2022. 416 с.
8. Віктор П.А. *Фізика: світло, теорія відносності, кванти, атоми та ядра: практичний посібник* / перекладач Н. А. Матвійчук. Київ: Видавництво «Букшеф», 2025. 552 с.
9. Засекіна Т. М., Гвоздецький М. С. *Фізика: підручник для 7-го класу закладів загальної середньої освіти: навчальний посібник*. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2024. 235 с.

10. Засєкіна Т. М., Гвоздецький М. С. *Фізика: підручник для 8-го класу закладів загальної середньої освіти*: навчальний посібник. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2025. 256 с.
11. Засєкіна Т. М., Засєкін Д. О. *Фізика: підручник для 9-го класу загальноосвітніх навчальних закладів*: навчальний посібник. Київ: УОВЦ «Оріон», 2017. 272 с.
12. Крємінський Б. Г., Гельфгат І. М., Божинова Ф. Я., Нєнашев І. Ю., Кірюхіна О. О. *Фізика. 7-9 класи: для закладів загальною середньої освіти: модельна навчальна програма*. Харків: ТОВ «Видавництво “Ранок”», 2024. 46 с.
13. Мадар Л. А., Федчишин О. М. Експериментальні завдання як засіб формування дослідницької компетентності. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи* : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (18-19 травня 2023 р., м. Тернопіль). Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2023. С. 156-158.
14. Максимович З. Ю., Білик М. М., Варениця Л. В., Коваль Г. С., Микитеєк О. М., Ординович М. Б., Шевців В. Ф. *Фізика: підручник для 7-го класу закладів загальної середньої освіти*: навчальний посібник. Київ: ВЦ «Академія», 2024. 193 с.
15. Максимович З. Ю., Білик М. М., Варениця Л. В., Коваль Г. С., Микитеєк О. М., Ординович М. Б., Шевців В. Ф. *Фізика: підручник для 8-го класу закладів загальної середньої освіти*: навчальний посібник. Київ: ВЦ «Академія», 2025. 192 с.
16. Мацюк В. М., Струж Н. І., Слободян О. І. *Фізика: збірник задач для 7-го класу*: навчальний посібник. Тернопіль: Видавництво «Підручники і посібники», 2019. 208 с.
17. Мацюк В. М., Струж Н. І. *Фізика: збірник задач для 8-го класу*: навчальний посібник. Тернопіль: Видавництво «Підручники і посібники», 2021. 192 с.

18. Мацюк В. М., Струж Н. І. *Фізика: збірник задач для 9-го класу: навчальний посібник*. Тернопіль: Видавництво «Підручники і посібники», 2018. 304 с.
19. Полетило С.А. *Експериментальні задачі з фізики для 7-го класу загальноосвітніх навчальних закладів: навчальний посібник*. Луцьк: ФОП «Іванюк В. П.», 2022. 138 с.
20. Сиротюк В.Д. *Фізика: підручник для 7-го класу загальноосвітніх навчальних закладів: навчальний посібник*. Київ: Видавництво «Генеза», 2015. 240 с.
21. Сиротюк В.Д. *Фізика: підручник для 8-го класу закладів загальної середньої освіти: навчальний посібник*. Київ: Видавництво «Генеза», 2021. 192 с.
22. Сиротюк В.Д. *Фізика: підручник для 9-го класу загальноосвітніх навчальних закладів: навчальний посібник*. Київ: Видавництво «Генеза», 2017. 248 с.
23. Столяревська Н.В. *Фізика. 7-11 класи: довідник у таблицях*. Харків: Українська літературне агентство «УЛА». 2022. 32 с.
24. Федчишин О.М., Мохун С.В. Методичні можливості застосування експериментальних задач для розвитку винахідницької та дослідницької діяльності учнів. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/151384/150291> (дата звернення: 09.11.2025).
25. *Фізика. 7-9 класи: для закладів загальної середньої освіти: модельна навчальна програма* / Головка М. В. та ін.; 2024. Харків: ТОВ «Видавництво “Ранок”». 20 с.
26. *Фізика. 7-9 класи: для закладів загальної середньої освіти: модельна навчальна програма* / Максимович З. Ю. та ін.; 2024. Харків: ТОВ «Видавничий центр “Академія”». 83 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ГУСТИНА РЕЧОВИНИ

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Алюміній	2700	Бензин	700
Бетон	2300	Вода морська	1030
Золото	19300	Вода прісна	1000
Лід	900	Гас	700
Мармур	2700	Мед	1350
Мідь	8900	Молоко	1030
Олово	7300	Нафта	800
Свинець	11300	Оцет	700
Скло	2500	Ртуть	13600
Сталь, залізо	1800	Спирт	800

ДОДАТОК Б

ПИТОМА ТЕПЛОЄМНІСТЬ РЕЧОВИНИ

Речовина	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Речовина	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Алюміній	900	Ртуть	140
Вода	4200	Свинець	140
Ефір	2350	Скло	840
Залізо	450	Срібло	250
Лід	2100	Сталь	500
Машинне масло	2100	Спирт	2500
Мідь	380	Цегла	880
Олово	250	Цинк	400
Повітря	1000	Чавун	540

ДОДАТОК В

ПИТОМА ТЕПЛОТА ЗГОРЯННЯ ПАЛИВА

Речовина	$q, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$	Речовина	$q, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
Антрацит	30	Кам'яне вугілля	27
Бензин	46	Нафта	44
Водень	120	Порох	3
Газ	46	Природний газ	44
Дизельне паливо	42	Спирт	27
Дрова сухі	10	Торф	15

ДОДАТОК Д

ПИТОМИЙ ОПІР РЕЧОВИНИ

Речовина	$\rho^*, \text{Ом} \cdot \text{м}$	$q, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$
Алюміній	$2,8 \cdot 10^{-8}$	0,028
Вольфрам	$5,5 \cdot 10^{-8}$	0,055
Залізо	$10 \cdot 10^{-8}$	0,100
Мідь	$1,7 \cdot 10^{-8}$	0,017
Нікелін	$42 \cdot 10^{-8}$	0,420
Ніхром	$110 \cdot 10^{-8}$	1,100
Свинець	$21 \cdot 10^{-8}$	0,210

ДОДАТОК Е

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАДАЧІ

Експериментальна задача №1. Експериментальне визначення тиску тіла на поверхню столу. Обладнання: алюмінієвий паралелепіпед, лінійка.

Експериментальна задача №2. Експериментальне визначення товщини алюмінієвої фольги. Обладнання: алюмінієва фольга, лінійка, терези з набором тягарців.

Експериментальна задача №3. Експериментальне визначення маси бруска, зануреного в рідину. Обладнання: брусок, прямокутна посудина, вода, лінійка.

Експериментальна задача №4. Експериментальне визначення швидкості, з якою потрібно штовхнути з горизонтальної ділянки столу кульку, щоб вона впала на певній відстані від його підніжжя. Обладнання: пластмасова кулька, лінійка.

Експериментальна задача №5. Експериментальне визначення жорсткості пружини. Обладнання: розтягнена пружина, дерев'яний брусок, посудина, вода, лінійка.

Експериментальна задача №6. Експериментальне визначення матеріалу, з якого виготовлене металічне тіло. Обладнання: мірний циліндр, нитка або тонка мотузка, вода, електронні ваги або терези з набором тягарців.

Експериментальна задача №7. Експериментальне визначення маси однієї краплини води. Обладнання: мірний циліндр, піпетка, посудина, вода, лінійка.

Експериментальна задача №8. Експериментальне визначення довжини нікелевого дроту в мотку, не розмотуючи його. Обладнання: моток нікелевого дроту, електронні ваги або терези з набором тягарців, лінійка або штангенциркуль.

Експериментальна задача №9. Експериментальне визначення роботи, яку необхідно виконати для занурення бруска в рідину. Обладнання: дерев'яний брусок, посудина, вода, лінійка.

Експериментальна задача №10. Експериментальне визначення потенціальної енергії стиснутої пружини. Обладнання: пружина, дерев'яний брусок, динамометр, лінійка.

Експериментальна задача №11. Експериментальне визначення опору резистора. Обладнання: резистор невідомого опору, джерело постійного струму (гальванічний елемент або батарея гальванічних елементів), вольтметр, амперметр, ключ, з'єднувальні провідники.

Експериментальна задача №12. Експериментальне визначення металу, з якого виготовлений провідник реостату. Обладнання: реостат з вказаним опором, лінійка і штангенциркуль.

Експериментальна задача №13. Експериментальне визначення полюсів джерела струму. Обладнання: джерело струму (гальванічний елемент або батарея гальванічних елементів), резистор, магнітна стрілка або компас, ключ, з'єднувальні провідники.

Експериментальна задача №14. Експериментальне визначення збільшення, яке дає збиральна лінза. Обладнання: збиральна лінза, предмет, лінійка.

Експериментальна задача №15. Експериментальне визначення кута заломлення променю. Обладнання: лазер, вода, прозора посудина, транспорир.