

Володимир
МИСЛІНЧУК

Руслан
КОРНІЙЧУК

Формування
експериментальної
компетентності учнів
шляхом виконання
домашніх навчально-
дослідницьких завдань

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
РІВНЕ 2025

Міністерство освіти і науки України
Рівненський державний гуманітарний університет
Факультет документальних комунікацій, менеджменту, технологій та фізики
Кафедра фізики, астрономії та методики викладання

Володимир Мислінчук

Руслан Корнійчук

*"Формування експериментальної
компетентності учнів шляхом виконання
домашніх навчально-дослідницьких завдань з
фізики"*

Методичний посібник для вчителів фізики та астрономії, здобувачів вищої освіти з спеціальностей: А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія), А4.15 Середня освіта (Природничі науки)

Рівне 2025 р.

УДК: 373.5.091.322:53(072)

Ф 79

Друкується за рішенням навчально-методичної комісії факультету документальних комунікацій, менеджменту, технологій та фізики Рівненського державного гуманітарного університету (протокол №2 від 27.10.2025 р.).

Ф 79 Формування експериментальної компетентності учнів шляхом виконання домашніх навчально-дослідницьких завдань з фізики. Методичний посібник для вчителів фізики та астрономії, здобувачів вищої освіти з спеціальностей: А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія) та А4.15 Середня освіта (Природничі науки) / Автори-укладачі: В.О. Мислінчук, Р.М. Корнійчук – Рівне: РДГУ, 2025. – 98 с.

Автори-укладачі:

В.О. Мислінчук, кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри фізики, астрономії та методики викладання РДГУ;

Р.М. Корнійчук, магістр середньої освіти, вчитель фізики та астрономії спеціальності А4.08 факультету Документальних комунікацій, менеджменту, технологій та фізики РДГУ.

Рецензент: Б.П. Рудик – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри хімії і фізики Національного університету водного господарства та природокористування.

Відповідальний редактор В.О. Мислінчук, кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри фізики, астрономії та методики викладання РДГУ.

Методичний посібник призначений для самостійного опанування вибраних питань методики навчання природничих дисциплін. Він буде корисний для вчителів, фізиків-практиків, учнів та здобувачів вищої освіти спеціальностей А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія) та А4.15 Середня освіта (Природничі науки).

Методичний посібник схвалений та рекомендований до друку кафедрою фізики, астрономії та методики викладання РДГУ (протокол №9(а) від 25 вересня 2025 р.).

© В.О. Мислінчук В.О., Р.М. Корнійчук, 2025

Зміст

Вступ.	5
Розділ I. Теоретичні аспекти формування експериментальної компетентності учнів.	10
1.1. Сутність понять "компетентнісний підхід", "компетентність", "компетенція", "професійна компетентність" у світлі сучасної освітньої парадигми.	10
1.2. Експериментальна компетентність як системно-утворююче поняття компетентнісного підходу.	16
1.3. Формування експериментальних компетентностей учнів з фізики на основі системного підходу.	26
Розділ II. Методичні особливості формування експериментальної компетентності учнів з використанням домашніх навчально-дослідницьких завдань.	36
2.1. Методичні особливості формування експериментальної компетентності під час проведення фізичного експерименту.	36
2.2. Дослідницьке навчання, як елемент формування експериментальної компетентності учнів (на прикладі факультативного заняття з фізики).	50
2.3. Методична система домашніх навчально-дослідницьких завдань для формування експериментальної компетентності учнів.	58
2.3.1. ДНДЗ №1. Похила площина, її коефіцієнт корисної дії. ...	58
2.3.2. ДНДЗ №2. Вивчення деформації розтягу (оцінка модуля пружності).	61
2.3.3. ДНДЗ №3. Вивчення коефіцієнту тертя ковзання.	64
2.3.4. ДНДЗ №4. Основне рівняння обертового руху.	67
2.3.5. ДНДЗ №5. Перевірка закону збереження механічної енергії.	71
2.3.6. ДНДЗ №6. Використання методу гідростатичного зважування для визначення густини твердого тіла та рідини.	74
2.3.7. ДНДЗ №7. Дослідження властивостей математичного маятника.	77
2.3.8. ДНДЗ №8. Вимірювання атмосферного тиску.	80
2.3.9. ДНДЗ №9. Визначення залежності густини розчину від концентрації солі у ньому.	82
2.3.10. ДНДЗ №10. Дослідження теплового розширення води. ...	85
Висновки.	89
Список використаних джерел.	91

ВСТУП

Актуальність роботи. В умовах сьогоденного стрімкого науково-технічного розвитку й переходу до нового змісту освіти помітно зростає роль експерименту у навчанні фізики в школі. Система демонстраційних, фронтальних і домашніх дослідів, експериментальних задач, фронтальних лабораторних робіт та фізичного практикуму сприяє глибшому й всебічному засвоєнню програмного матеріалу, допомагає учням ознайомитись з принципами вимірювання фізичних величин, оволодіти способами і технікою вимірювань, а також методами аналізу похибок. У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти в основу організації та змісту освітнього процесу навчальних закладів покладено, зокрема, компетентнісний підхід, який ґрунтується на понятті «компетентність». Крім цього на сучасному етапі розвитку шкільної освіти здійснюється зміна поколінь обладнання та установок з фізичного експерименту. У зв'язку з цим зростає роль умов середовища, де здійснюється підготовка, постановка, проведення та обробка даних фізичного експерименту. Це свідчить про актуальність проблеми створення та використання експериментально-орієнтованого навчального середовища з фізики, методики формування експериментально-орієнтованих компетентностей у навчанні фізики.

Питаннями формування компетентностей майбутніх фахівців займаються вчені П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, М.І. Садовий, О.М. Трифонова. Проблеми формування експериментальної компетентності розкрито у працях В.В. Мендерецького, Ю.М. Галатюка, А.М. Куха та інших вчених. У працях В.О. Демкової та В.Ф. Заболотного було розглянуто важливі аспекти методики формування експериментальних компетентностей.

Трансформаційні процеси, що відбуваються в сучасному суспільстві стосуються всіх сфер діяльності та існування, в тому числі й освітньої сфери як основоположної складової формування світогляду особистості. Динамічний розвиток прогресу, практично не керований і непередбачуваний процес громадських перетворень, змін геополітичної картини світу, наукових винаходів

та їх впровадження у життя вплинуло на вимоги, що постають перед чинними освітніми системами. Відповідно до соціальних і технологічних змін сучасна школа повинна не лише давати деякий об'єм знань і вмінь, але й формувати таку людину, яка могла б критично мислити, приймати дієві рішення, виробляти особисту позицію і світогляд, уміти адаптуватися до умов життя, змінюючи його на краще. Таких результатів можливо досягти у навчанні шляхом впровадження компетентнісного підходу, розглядаючи його як один із напрямів реформування сучасної освіти, що спрямований на формування компетентного члена суспільства, який здатний до прийняття рішень, реагуючи на суспільні виклики. Саме компетентність у різних сферах (інтелектуальній, громадянсько-правовій, комунікаційній, інформаційній) є запорукою успішної самореалізації молодої людини в суспільстві та розвитку самого суспільства.

У дослідженнях компетентнісного підходу в освітньому процесі є різні точки зору відносно визначення понять "компетенція", "компетентність", "компетентнісний підхід". Наведені вище науковці в історичному аспекті виділяють три періоди в дослідженні цієї проблеми. Автори відмічають, що перший етап (1960-1970 роки) характеризувався впровадженням у науковий апарат категорії "компетенція", створенням передумов розмежування понять компетенція і компетентність. Другий етап (1970-1990 роки) характерний використанням категорій "компетенція" і "компетентність" в теорії і на практиці навчання мов, зокрема іноземних, а також професіоналізму в управлінні, керівництві, менеджменті, в навчанні спілкуванню; має місце розробка змісту поняття "соціальні компетентності". Третій етап (1990- 1999 роки) характеризується дослідженням компетентності як наукової категорії, що характерно для освіти, а також визначення ключових компетенцій в різних країнах. У тлумачному словнику поняття компетентність трактується як "психологічна чи педагогічна якість, яка означає силу і впевненість, що йде від почуття власної успішності і корисності, що дає людині усвідомити всю власну здатність ефективно взаємодіяти з оточенням" [1, С. 863]. С. Шишов і В. Кальней пропонують визначення, що ґрунтується на понятті "здатність": "компетенція –

це загальна здатність, що ґрунтується на знаннях, досвіді, цінностях, нахилах, які набуті завдяки навчанню". Проте компетенція характеризує певне коло об'єктів (предметів) діяльності. Тому треба розрізнити поняття "компетенція" і "компетентність". Погоджуємося із таким означенням "компетенція – це набуте, завчасно задана соціальна вимога до освітньої підготовки учня, що необхідна для його життєдіяльності". На відміну від "компетенції" "компетентність" це оволодіння учнем відповідною компетенцією, набута якість особистості учня, яка поєднує його відношення до предметної діяльності.

Компетентнісний підхід сприяє формуванню ключових і предметних компетенцій. Компетентнісний підхід до вивчення фізики учнями в закладі середньої освіти спонукає учителя на продуктивну спільну навчально-виховну діяльність з учнями, на здійснення допомоги учням із отримання ними не лише теоретичних фізичних знань і методів фізики на емпіричному, теоретичному рівнях, але і навичками практичної діяльності. Компетентнісний зміст освіти проходить наскрізною лінією через всі навчальні предмети, отримуючи кожен раз реалістичне, діяльнісне, особистісне і соціально значуще втілення у відповідному навчальному матеріалі. В результаті можливе поєднання навчальних проблем у єдиний цілісний смисл, визначити системотворчі елементи загальної освіти. Перелік освітніх компетенцій, формування яких відноситься (може відноситися) до вибору навчального предмета, стан після пошуку проявів у даному предметі ключових компетенцій. При формуванні низки предметних компетенцій, враховується їх комплексний характер, тобто наявність в структурі компетенції: об'єкта реальної дійсності; соціальної значимості діяльності до цього об'єкта; особистісної значимості для учня формування даної компетентності. Аналіз змісту шкільної фізики дозволив виокремити наступні соціальнопобутові предметні компетентності в області фізики: здатність безпечно використовувати електричні лінії побутового та суспільного призначення (електричні дроти, вимикачі, розетки тощо); здатність безпечно та ефективно використовувати електричні прилади (телевізор, праску, кондиціонер, електрична пічка, радіоприймач, вентилятор та інші); здатність

безпечно і ефективно використовувати електричні світильники, уміти замінити в них джерела світла (електричні лампи різних типів); здатність правильно читати та записувати покази електричних вимірювальних приладів (наприклад, лічильник електроенергії); здатність жити і діяти в середовищі та побуті у відповідності до санітарних і екологічних норм; здатність аналізувати проблеми використання енергетичних ресурсів; здатність аналізувати небезпеку для здоров'я людини, що виникає в середовищі існування людини завдяки техногенним факторам (в електротранспорті, джерела радіохвиль, мобільні телефони тощо). Для формування в учнів соціально-побутової компетентності, учитель на уроках фізики повинен пояснити, чому електричні прилади небезпечні для життя живих організмів, а також повинен навчити їх правильному та свідомому використанню електричних приладів, читати та розуміти їх характеристики. Формування соціально-побутових компетенцій дає практичну відповідь на одне із важливих запитань, які задають учні: "Для чого потрібно вивчати фізику?"

Необхідність в процесі навчання фізики виходити за рамки навчальної програми, мотивувати вивчення фізики, закріплювати теоретичні знання на практиці, розвивати експериментальні вміння і навички учнів з використанням домашніх навчально-дослідницьких завдань, обумовило вибір *теми методичного посібника: "Формування експериментальної компетентності учнів шляхом виконання домашніх навчально-дослідницьких завдань"*.

Гіпотеза дослідження полягає в тому, що процес формування експериментальної компетентності учнів буде більш результативним, якщо в процесі навчання будуть систематично проводитися домашні навчально-дослідницькі завдання з фізики.

Об'єкт дослідження: процес формування експериментальної компетентності учнів.

Предмет дослідження: домашні навчально-дослідницькі завдання з фізики.

Виходячи з мети дослідження, його предмету і об'єкту, перед роботою ставилися наступні завдання:

- Розглянути теоретичні аспекти формування експериментальної компетентності учнів.
- Розкрити сутність понять "компетентісний підхід", "компетентність", "компетенція", "професійна компетентність".
- Охарактеризувати експериментальну компетентність, як системоутворююче поняття компетентісного аналізу, розкрити основні механізми її формування.
- Розкрити методичні особливості формування експериментальної компетентності під час проведення фізичного експерименту.
- Запропонувати методичну систему домашніх навчально-дослідницьких завдань для формування експериментальної компетентності учнів;

РОЗДІЛ I

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ

1.1. Сутність понять "компетентнісний підхід", "компетентність", "компетенція", "професійна компетентність" у світлі сучасної освітньої парадигми.

Ринок праці дедалі більше потребує висококваліфікованих фахівців, які прагнуть до вдосконалення свого професійного досвіду, здатних налагоджувати взаємовигідні стосунки та співпрацю з вітчизняними та зарубіжними фахівцями, подолання комунікативних бар'єрів. Модель сучасного фахівця вказує на необхідність пошуку нових підходів до його професійної підготовки для забезпечення конкурентно-спроможності на ринку праці та ефективного виконання своїх професійних функцій. Свідченням необхідності застосування компетентнісного підходу у підготовці майбутніх фахівців, формування професійної компетентності, ключових компетенцій та компетентностей є завдання визначені у Законах України "Про освіту" (2014 р.), "Про вищу освіту" (2014 р.), Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року (2013 р.).

Проблеми професійної підготовки фахівців відображені у працях І. Беха, Н. Бібік, І. Зязюна; концептуальні засади реалізації компетентнісного підходу висвітлено у працях Н. Нагорної, М. Нагач, А. Усачової; психолінгвістичні та методичні проблеми формування професійної компетентності досліджували Л. Артюшкіна, А. Маркова, І. Зімняя; тлумачення понять "компетенція" та "компетентність" присвячені праці Дж. Равена, В. Введенського, Н. Бібік. Водночас аналіз науково-педагогічної літератури та наявної практики засвідчує, що сутність понять "компетентнісний підхід", "компетенція", "компетентність", "професійна компетентність" не осмислена належним чином і не має практичного визначення та обґрунтування. Розглянемо визначення та обґрунтування сутності понять "компетентнісний підхід", "компетенція", "компетентність", "професійна компетентність".

Рівень освіченості, особливо за сучасних умов, не визначається обсягом знань, їх енциклопедичністю. З позицій компетентнісного підходу рівень освіченості визначається здатністю розв'язувати проблеми різної складності на основі наявних знань. Компетентнісний підхід не заперечує значення знань, але він акцентує увагу на здатності використовувати здобуті знання. Тому компетентнісний підхід є основоположним у підготовці майбутніх фахівців. Компетентнісний підхід передбачає не лише трансляцію знань, умінь і навичок від викладача до студента, а формування у майбутніх фахівців професійної компетентності. Реалізація такого підходу передбачає використання відповідних освітніх технологій у навчанні, рефлексію студентів, самостійність застосування у практичній діяльності професійних умінь і навичок. Компетентнісний підхід до освіти, зауважує М. Нагач, стає останнім часом все більш поширеним і претендує на роль концептуальної основи освітньої політики, здійснюваної як державами, так і впливовими міжнародними організаціями, підсилює практичну орієнтацію освіти, підкреслює значення досвіду, вмінь та навичок, що спираються на наукові знання. Визначальним фактором у реалізації компетентнісного підходу є зорієнтованість на розвиток системного комплексу умінь, смислових орієнтацій, адаптаційних можливостей, досвіду і способів трансформаційної діяльності з отриманням конкретного продукту [2]. Поняття "компетентнісний підхід" В. Химинець ототожнює зі спрямованістю освітнього процесу на формування та розвиток ключових (базових, основних) і предметних компетентностей особистості. Компетентнісний підхід скеровує освіту на формування цілого набору компетентностей (знань, умінь, навичок, ставлень тощо), якими мають оволодіти майбутні фахівці. При цьому науковець наголошує на тому, що традиційна система освіти акцентувала основні зусилля на набутті знань, умінь і навичок, що догматично абсолютизувало знання і сформувало знаннєвий підхід до навчання. Основна увага при цьому фокусувалася на самих знаннях, а те, для чого вони потрібні, залишалось поза увагою [3]. Компетентнісний підхід переміщує акценти з процесу накопичення нормативно визначених знань, умінь і навичок майбутніх фахівців у площину

формування і розвитку здатності практично діяти і творчо застосовувати набуті знання і досвід у різних ситуаціях. Це вимагає від викладача змістити акценти у своїй навчально-виховній діяльності з інформаційної до організаційно-управлінської площини. У першому випадку він відігравав роль "ретранслятора знань", а в другому – організатора освітньої діяльності. Змінюється і модель поведінки студента – від пасивного засвоєння знань до дослідницької активної, самостійної та самоосвітньої діяльності. Процес навчання наповнюється розвивальною функцією, що стає інтегрованою характеристикою. Така характеристика має сформуватись у процесі навчання і включає знання, вміння, навички, ставлення, досвід діяльності й поведінкові моделі особистості. Зважаючи на дефініції розглянутого феномена, вважаємо найбільш вдалим визначення компетентнісного підходу до навчання А. Усачової, яка поєднує його з актуалізацією професійних знань і вмінь у діяльності за допомогою вирішення проблемних завдань, творчості, самоаналізу, а також досвіду і способів перетворювальної діяльності із здобуттям конкретного результату, тобто фахівець має бути компетентним у вирішенні певного кола професійних завдань, використовуючи набуті теоретичні знання у практичній діяльності. Реалізація компетентнісного підходу до навчання майбутніх фахівців передбачає в першу чергу формування і розвиток їх компетентностей. Як зазначено в Програмі "DeSeCo" (*Definition and Selection of Competencies*), компетентність – це здатність успішно задовольняти індивідуальні та соціальні потреби, діяти й виконувати поставлені завдання. Кожна компетентність заснована на поєднанні взаємовідповідних знань, умінь і практичних навичок, ставлень та цінностей, поведінкових компонентів, усього того, що особистість може мобілізувати для активної дії [4, с. 90]. Словник професійної освіти визначає компетентність (від лат. *compe*to – відповідний, підхожий) як сукупність знань і вмінь, необхідних для ефективної професійної діяльності: уміння аналізувати, передбачати наслідки професійної діяльності, використовувати інформацію [5]. На думку Дж. Равена, компетентність "...необхідна для ефективного виконання конкретної дії в конкретній предметній галузі і включає вузькоспеціальні знання, особливі

предметні навички, засоби мислення, а також розуміння відповідальності за свої дії. Бути компетентним спеціалістом означає мати набір специфічних компетентностей різного рівня (бути здатним спостерігати, бути глибоко обізнаним у предметі, вміти самостійно ставити запитання, доводити власну правоту, справлятися з міжособистісними конфліктами тощо)". До компетентностей автор відносить наявність у людини високого рівня ініціативності, здатності організовувати інших людей на досягнення поставленої мети, готовність оцінювати і аналізувати соціальні наслідки своїх дій [6, с. 115]. В останні роки поняття компетентності викликало широку дискусію серед європейських країн-учасників Організації економічного співробітництва та розвитку, де проводилися дослідження з цієї проблематики, що відображено в Міжнародних документах Європи Міжнародної організації праці. У результаті було розроблено програму, у якій наголошується на тому, що ключові компетентності (*key competencies*) дають можливість особистості ефективно працювати у багатьох соціальних сферах, сприяють якісному розвитку суспільства та особистому успіху, отже, можуть бути застосовані до багатьох життєвих сфер. Міжнародна комісія Ради Європи розглядає поняття компетентності як загальні вміння, що передбачають:

- спроможність особистості сприймати та відповідати на індивідуальні та соціальні потреби;
- комплекс ставлень, цінностей, знань і навичок.

Таким чином, поняття "компетентність" має складний зміст, оскільки охоплює різні сторони особистості (як людини, суб'єкта діяльності, індивідуальності) та інтегрує її різноманітні характеристики. Близьким за змістом до поняття "компетентність" є поняття "компетенції", що вперше було запропоновано Міжнародною організацією праці на початку 90-х років у системі підвищення кваліфікації та перепідготовки управлінських кадрів. Поняття "компетенція" є тотожним поняттям "знання" і "повноваження". Під "компетенцією" розуміють: коло повноважень, наданих законом, статутом або іншим актом конкретному органу або посадовій особі; наперед задану вимогу

(норму), сукупність взаємопов'язаних якостей особистості відносно означених предметів і процесів, необхідних для якісної продуктивної діяльності; високу обізнаність із чим-небудь; узагальнені способи дій, що забезпечують продуктивне виконання професійної діяльності. "Компетенція" як семантична категорія є вторинною відносно категорії "компетентність", оскільки розкриває функціональний аспект діяльності фахівця як активного суб'єкта, що реалізує на практиці різні компетенції, якими він володіє. Різні підходи до обґрунтування категорій "компетенція" та "компетентність" проаналізовано в праці В. Введенського, який вважає, що введення поняття компетенції в термінологічну систему сучасної теорії освіти і педагогічну практику дасть змогу отримати деяку "додаткову вартість", а в цьому і полягатиме евристичний потенціал компетентнісного підходу в освіті. Спільним для всіх спроб сформулювати визначення компетенції є розуміння її як здібності (чи готовності) індивіда вирішувати різноманітні проблеми. Компетенція виявляється у сукупності знань, вмінь та навичок, необхідних для вирішення певного завдання. Компетентність, як і компетенція, є інтегральною характеристикою особистості. Компетенція – сукупність взаємопов'язаних якостей людини (знання, уміння, навички), необхідних для здійснення ефективної діяльності в певній галузі, а компетентність – володіння відповідними компетенціями, які включають особисте ставлення до предмета діяльності. Як стверджує Г. Єльнікова, компетенція – це поняття, що стосується роботи і характеризує сферу професійної діяльності, у якій працівник є компетентним, натомість компетентність – це поняття, що стосується людини, розкриває аспекти її поведінки й забезпечує професійно якісне виконання роботи [7]. Наведені тлумачення пояснюють відмінність між поняттями "компетенція" і "компетентність", визначаючи компетенцію як еталон ефективної діяльності у певній предметній галузі, а компетентність – як рівень опанування працівником компетенцій. На основі аналізу літературних джерел ми дійшли висновку, що компетентність – це не просто володіння знаннями (у таких випадках ми

говоримо про ерудицію), але швидше потенційна готовність вирішувати завдання зі знанням справи.

Теоретичний аналіз сутності понять "компетенція", "компетентність" та "компетентнісний підхід" дозволяє зробити висновок про необхідність дослідження проблеми, пов'язаної з підвищенням якості професійної освіти. Вирішення проблеми формування професійної компетентності майбутніх фахівців значною мірою залежить від розуміння сутності професійної компетентності. Проблема професійної компетентності фахівців сьогодні надзвичайно актуальна і знайшла теоретичне обґрунтування в психолого-педагогічних працях сучасних дослідників. У них розглядаються закономірності формування професіоналізму, психології особистості, професійно значущих якостей. Ж. Дасюк пропонує таку дефініцію цього поняття: "Професійна компетентність – особистісні можливості спеціаліста, які дають йому змогу діяти конструктивно в рамках певної професійної компетенції" [8, с.140]. Г. Чередніченко до цих особистісних можливостей відносить загальні та спеціальні здібності людини до виконання певної професійної діяльності; знання, навички, вміння, а також накопичений професійний та життєвий досвід; готовність до професійної діяльності [9]. Професійна компетентність реалізується у професійній діяльності, що залишається однією з найважливіших форм взаємодії людини із соціальним середовищем. У професійній компетентності поєднуються об'єктивно визначені нормативними документами система знань, умінь і навичок; особистісна складова – інтереси, прагнення, ціннісні орієнтації, мотиви самореалізації індивіда; вміння вирішити ту чи іншу проблему, здійснити активний пошук нового досвіду і визначити притаманну саме йому цінність, наявність умінь та навичок самостійності у плануванні, організації, контролі власної діяльності. Більшість вітчизняних учених використовують термін "професійна компетентність" як провідний компонент якості результату професійної підготовки фахівця, що визначається як відповідність професійної підготовленості випускника ВНЗ до сучасних вимог часу. Професійна компетентність визначається С. Молчановим як обсяг

компетенцій, коло повноважень у сфері професійної діяльності. У більш вузькому розумінні професійна компетентність трактується ним як коло питань, у яких суб'єкт володіє знаннями, досвідом, сукупність яких відображає соціально-професійний статус і професійну кваліфікацію, а також деякі особистісні, індивідуальні особливості, що забезпечують можливість реалізації певної професійної діяльності. Отже, автор розглядає компетентність як системне поняття, а компетенцію – як її складову. Отже, буде правильним визначити професійну компетентність як "інтегральну характеристику особистості, що визначає здатність вирішувати професійні проблеми і типові професійні завдання, що виникають у реальних ситуаціях професійної діяльності, з використанням знань, професійного та життєвого досвіду, цінностей і нахилів". Викладений матеріал дозволяє зробити висновки, що "компетентнісний підхід" - передбачає не просту трансляцію знань, умінь і навичок від викладача до студента, а формування у майбутніх фахівців професійної компетентності; "компетенція" - сукупність взаємопов'язаних якостей людини (знання, уміння, навички), які є необхідними для здійснення ефективної діяльності в певній галузі; "компетентність" – володіння відповідними компетенціями, які включають особисте ставлення до предмета діяльності; "професійна компетентність" - інтегральна характеристика особистості, що визначає здатність вирішувати професійні проблеми і типові професійні завдання, які виникають в реальних ситуаціях професійної діяльності, з використанням знань, професійного та життєвого досвіду, цінностей і нахилів.

1.2. Експериментальна компетентність, як системо-утворююче поняття компетентнісного підходу.

Основною метою вищої освіти є підготовка кваліфікованого педагога, компетентного фахівця, який готовий до постійного професійного росту, соціальної та професійної мобільності. Фізика займає чи не найголовнішу роль серед інших навчальних дисциплін природничого циклу, що формують знання,

які знаходять своє застосування у побуті, впливають на розвиток мислення та творчих здібностей, формування інтелекту, наукового світогляду, виховують позитивні риси характеру особистості, тощо. Підготовка вчителів фізики відповідно до сучасних вимог є важливою та актуальною проблемою освітньої галузі. Оскільки фізика є експериментальною наукою, то для майбутнього вчителя фізичний експеримент є не лише методом навчання, а й важливим інструментом у формуванні в свідомості учня цілісної картини світу. В існуючій системі підготовки вчителів фізики навчальними програмами передбачено лабораторний практикум з кожного розділу курсу загальної фізики та з курсу методики навчання фізики. Однією з компетентностей, які формуються у студентів фізико-математичних спеціальностей під час вивчення фізики, є експериментальна компетентність. Це не достатньо вивчена інтегральна категорія, яка потребує системного психолого-дидактичного аналізу і комплексного наукового дослідження. Також не розкритим є питання процесу формування експериментальної компетентності, нерозроблені оптимальні дидактичні умови її розвитку. Актуальною на сьогодні проблемою формування компетентностей майбутніх фахівців займаються дослідники О.І. Ляшенко, П.С. Атаманчук, В.Ф. Заболотний, Н.А. Мисліцька, Ю.М. Галатюк, А.М. Кух.

Проблеми формування експериментальної компетентності розкрито в дослідженнях О.І. Ляшенка, В.В. Мендерецького, І.М. Агібової, М.С. Павлової, Ю.М. Галатюка. Метою даної праці є виділення структурних компонентів і функцій, а також встановлення етапів розвитку та принципів формування експериментальної компетентності майбутнього вчителя фізики. Переважна більшість науковців вважають, що підготовка фахівців у будь-якій сфері повинна здійснюватися на новій концептуальній основі в рамках компетентнісного підходу, зокрема запровадження компетентнісного підходу до навчально-методичної діяльності. В процесі навчально-пізнавальної діяльності, яка є основною діяльністю студентів, відбувається розвиток знань студентів та оволодіння експериментальною компетентністю. Успіху в експериментальній підготовці можна досягти, формуючи в студентів не лише систему знань, умінь і

навичок, а розвиваючи у них експериментальну компетентність. Науковці визначають експериментальну компетентність як складні творчі дії, що передбачають готовність людини діяти в нестандартних умовах, компонентами яких є вміння, що формуються на основі знань способів виконання дій (І. Агібова); освоєння вчителем фізики компетенцій в галузі навчального фізичного експерименту (М. Павлова); цілісне, системне утворення, яке складається із сукупності відповідних розумових і практичних умінь, навичок, пізнавально-соціальних мотивів, а також методологічних знань і є продуктом наполегливої цілеспрямованої навчально-пізнавальної діяльності, носієм якої є суб'єкт цієї діяльності (М. Галатюк). Як бачимо, в науковців немає однозначного підходу до визначення поняття експериментальної компетентності. Також його зміст, суть, функції та структура не достатньо окреслені. Недостатня розробленість даних аспектів говорить про потребу переосмислення та перетворення навчально-пізнавальної діяльності у відповідності до вимог сьогодення. Взнявши за основу перелік функцій компетентності, які виділяють науковці В. Вербицький [15] та М. Головань [17] можемо розкрити функції експериментальної компетентності в структурі особистості. Системою даних функцій визначається і сама структура експериментальної компетентності. Мотиваційно-спонукальна функція експериментальної компетентності проявляється в тому, що експериментальна компетентність виступає умовою розвитку і набуття зрілої форми думок, мотивів, цінностей, спрямованості особистості, яка прагне самоствердитися у власній діяльності, реалізувати творчий потенціал, проявити свої здібності, набути авторитету у своїх колег і самого себе. Інтерес до накопичених людством знань та їх засвоєння, зокрема і в сфері експерименту, розширення особистістю освіченості, кругозору, ерудиції, націлених на перспективний розвиток є результатом активізації пізнавальної та інтелектуальної діяльності особи. У цьому можна вбачати прояв гностичної функції експериментальної компетентності. Відображення отриманих знань в практичній діяльності у вигляді умінь і навичок визначає діяльнісну функцію експериментальної компетентності в структурі особистості. Емоційно-вольова

функція експериментальної компетентності виявляється у здатності людини до вольових напружень, мобілізації своїх сил у подоланні труднощів у процесі пізнавальної або професійної діяльності, наполегливості, витривалості, стриманості.



Рис. 1.1. Складові структури професійної компетентності.

Зазначені вище функції забезпечують свідому, умотивовану поведінку і самореалізацію особистості, підтримують емоційний фон, силу, спрямованість, розвивають уміння розв'язувати життєві і виробничі проблеми. Ціннісно-рефлексивна функція експериментальної компетентності проявляється в оцінювальному відношенні і усвідомленні людиною свого знання, поведінки, морального кодексу, інтересів, ідеалів і мотивів, цілісна оцінка самого себе як особистості. Результатом прояву комунікативної функції експериментальної

компетентності є комунікабельність, відкритість до спілкування і збагачення у процесі міжособистісної взаємодії. В цій сукупності функцій системотвірною є діяльнісна функція, оскільки компетентність виявляється в умінні розв'язувати проблеми (проблемні завдання у певній предметній галузі), проектувати свою власну діяльність, що вирізняється якістю і результативністю. Ступінь сформованості функцій компетентності внутрішньо-зумовлений її структурою. Дослідник Гура О. професійну компетентність педагога вищої школи визначає як сукупність діялісно-рольових і особистісних характеристик викладача, що забезпечує ефективне виконання ним завдань і обов'язків педагогічної діяльності у вищому навчальному закладі, є мірою й основним критерієм його відповідності професійній діяльності. Так знання, уміння і навички виступають як діялісно-рольові характеристики професійної компетентності педагога. Усі інші компоненти є суб'єктивними характеристиками, що вказують на ставлення фахівця до професійної діяльності та на його індивідуальний стиль [18].

Професійна компетентність особистості розглядається як складне системне утворення (рис. 1.1), основними елементами якого є:

- підсистема професійних знань як логічна системна інформація про навколишній і внутрішній світ людини, зафіксована в її свідомості;
- підсистема професійних умінь як психічних утворень, що полягають у засвоєнні людиною способів і технік професійної діяльності; підсистема професійних навичок – дії, сформовані в процесі повторення певних операцій і доведені до автоматизму;
- підсистема професійних позицій як сукупності сформованих установок і орієнтацій, відношення та оцінок внутрішнього і навколишнього досвіду, реальності і перспектив, які визначають характер професійної діяльності і поведінки фахівця;
- підсистема індивідуально-психологічних особливостей фахівця – поєднання різних структурно-функціональних компонентів психіки, які визначають індивідуальність, стиль професійної діяльності, поведінки і виявляються у професійних якостях особистості;

➤ підсистема акмеологічних інваріант – внутрішніх збудників, які зумовлюють потребу фахівця в постійному саморозвитку, творчості та самовдосконаленні.



Рис. 1.2. Компоненти експериментальної компетентності.

Провівши аналогію з експериментальною діяльністю, можемо зробити висновок, що основними компонентами експериментальної компетентності є: експериментальні знання; експериментальні вміння; експериментальні навички; професійна позиція; індивідуально-психологічні особливості людини; акмеологічні інваріанти (рис. 1.2). Опанування знаннями та формування вмінь і навичок, як вищий ступінь володіння знаннями, здійснюється в процесі навчально-пізнавальної діяльності. Розглянемо кожен з цих компонентів конкретніше. Знання – це логічна інформація, теоретично узагальнений суспільно-історичний досвід, результат оволодіння людиною дійсності, її пізнання. Завдання викладача (вчителя) фізики – навчити студента (учня) за певний інтервал часу засвоїти певний обсяг інформації (знань), щоб потім використовувати у практичній діяльності (зокрема і в експериментальній). Знання підіймають діяльність на вищий рівень усвідомленості, підвищують упевненість людини в правильності її виконання.

Виконання діяльності неможливе без знань. Розглядаючи експериментальну компетентність, можемо виокремити експериментальні знання, якими мають володіти студенти під час вивчення фізики у вищих навчальних закладах: знання

про структуру і зміст експериментального методу пізнання, його роль у системі методів дослідження явищ природи; знання про вимоги до експериментально-методичної підготовки майбутнього вчителя фізики і модель його діяльності в галузі шкільного експерименту; знання про дидактичні основи навчального фізичного експерименту; знання про структуру та зміст шкільних програм та шкільних підручників з фізики, враховуючи рівень вивчення цього предмета в загальноосвітній школі; знання про навчально-методичну літературу з методики і техніки проведення шкільного навчального експерименту. Крім знань, необхідними компонентами діяльності є вміння та навички. Уміння – це здатність до виконання складних комплексних дій на основі засвоєних знань, досвіду, навичок. Такі дії не можуть бути автоматизованими, адже у своїй основі є творчими. О. Кузьменко, розглядаючи експериментальну компетентність, виокремлює наступні вміння, які розвиваються в студентів під час вивчення фізики у вищих навчальних закладах [19, с.94]: уміння – планувати експеримент з фізики (формулювати мету, складати план досліду і визначати найкращі умови його проведення, обирати оптимальні значення вимірювальних величин та умови спостереження); уміння – готувати експеримент з фізики (обирати необхідне обладнання і вимірювальні прилади, збирати дослідні установки, схеми, раціонально розміщувати прилади та обладнання, організувати безпечне проведення дослідів); уміння – спостерігати явища та процеси під час вивчення загальної фізики (визначати мету і об'єкт спостереження, встановлювати характерні риси перебігу явищ та процесів, виділяти їхні суттєві ознаки); уміння – вимірювати фізичні величини (користуватися різними вимірювальними приладами, визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу); уміння – опрацьовувати результати експерименту (знаходити значення величин, похибки вимірювання, креслити схеми дослідів, складати таблиці одержаних даних); уміння – інтерпретувати результати експерименту (описувати явища і процеси, які спостерігаються, подавати результати у вигляді формулі рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведене дослідження); уміння – складати звіт про виконану роботу (креслити

пояснювальні рисунки та схеми, формулювати висновки відповідно до поставленої мети, готувати звіт про проведене експериментальне дослідження). Більшість науковців означають навички як сформовані шляхом частого повторення дії, для яких властивий високий ступінь освоєння і які реалізуються на рівні несвідомого контролю. Науковець П. Атаманчук вважає, що учень володіє знаннями на рівні навички, якщо він здатний використовувати зміст конкретної пізнавальної задачі на підсвідомому рівні, як автоматично виконувану операцію і ця якість регламентується в часі [16, с.12]. До експериментальних навичок віднесемо здатність виконувати експерименти незалежно, а також описувати, аналізувати та критично оцінювати експериментальні дані. Професор О. Гура подає суб'єктно-діяльнісні характеристики професійної компетентності педагога вищої школи в загальному вигляді як професійні якості. Поняття якість він означає як філософську категорію, що позначає якийсь бік предмета пізнання, розглянутий як цілісна ознака. Під професійними якостями О. Гура розглядає індивідуальні особливості суб'єкта діяльності, що впливають на ефективність діяльності й успішність її засвоєння, які є стійкими, суттєвими, рівноцінними та можуть спостерігатися. [18]. В програмі особистісно-професійного зростання майбутнього педагога професійні якості педагога вищої школи включають в себе такі підсистеми: професійне мислення – аналітико-конструктивний склад; самостійність мислення; гнучкість, відкритий тип пізнавального відношення; динамічність; критичність мислення; продуктивність; творчість. експресивна – емоційно-вольова стабільність, стійкість до стресу, оптимізм, емоційна сприйнятливність, витримка, оптимістичність, самокритичність. організаторська – відповідальність, вимогливість, працездатність, ініціативність, вміння організувати себе, наполегливість. комунікативна – контактність, емпатійність, терпимість, тактовність, високий рівень децентрації, рефлексивність, високий рівень ідентифікації, толерантність. Ми погоджуємося з думкою професора О. Гури про те, що професійні якості підсистеми професійної спрямованості педагога вищої школи на сучасному етапі розвитку освітнього простору мають

розглядатися в єдності з акмеологічними інваріантами як складовими професійної компетентності фахівця, оскільки саме професійна зрілість відображає такі професійні якості спрямованості педагога вищої школи, як гуманістична спрямованість, толерантність, прагнення до самоактуалізації в професії, орієнтація на вищі почуття, розвиток моральної свідомості на рівні індивідуальних принципів совісті та ін. Пізнавальні можливості майбутнього вчителя фізики у деякій мірі залежать від рівня опанування експериментальним методом пізнання, що, в свою чергу, впливає на підвищення наукового рівня знань.

Ми поділяємо думку авторів В. Мендерецького та С. Дмитрука, які зазначають, що незалежно від того, якими шляхами та способами здійснюється процес розвитку експериментальної компетентності [20, с.98], він повинен пройти певні етапи (рис. 1.3.):



Рис. 1.3. Етапи розвитку експериментальної компетентності.

1) усвідомлення учнями значення оволодіння способом діяльності (мотиваційна основа дії); 2) визначення мети дії; 3) з'ясування наукових основ дії; 4) визначення основних структурних компонентів дії, які є спільними для широкого кола завдань і не залежать від умов, за яких виконується дія (так і структурні компоненти виконують роль опорних точок дії); 5) визначення найбільш раціональної послідовності виконання операцій, з яких складається дія, тобто побудова моделі (алгоритму дії) шляхом колективних чи самостійних пошуків; 6) організація невеликої кількості вправ, в яких дії підлягають контролю з боку учителя; 7) навчання учнів методам самоконтролю; 8) організація виконання вправ, які вимагають від учнів умінь самостійно

виконувати дії за умов, що змінюються; 9) використання знань (на різному їх рівні) у виконанні операцій для оволодіння новими, більш складними компетенціями, у більш складних видах діяльності.

Формування експериментальної компетентності майбутнього вчителя фізики має проводитися на основі наступних принципів. Провідну роль займають теоретичні знання. Вони слугують генетично вихідною основою всіх проявів цілісної системи професійних знань, відображають її внутрішні зв'язки і виходять за межі чуттєвих уявлень. Навчання ведеться в умовах наближених до реальних, на високому рівні складності, з використанням проблемного підходу. Навчання ведеться “від загального до часткового”. При проведенні експерименту знання фізики конкретизуються на вивченні конкретних об'єктів природи та поясненні їх особливих і одиничних проявів. При цьому краще використовувати системно-структурний підхід, який дозволяє аналізувати і досліджувати аналізований об'єкт. Названі принципи визначають основні підходи до формування експериментальної компетентності з позиції теорії розвивального навчання, що сприяє активній пізнавальній діяльності і усвідомленню студентом процесу навчання, що допоможе майбутнім учителям легше адаптуватися до реальних умов роботи. На підставі всього вище викладеного можемо зробити висновок, що експериментальна компетентність є системним поняттям, яке має свою структуру, компоненти, функції, рівні.

У результаті вивчення психолого-педагогічних джерел з'ясовано структурні компоненти і функції, встановлено етапи розвитку і принципи формування експериментальної компетентності майбутнього вчителя фізики. Подальші напрями дослідження полягають у вивченні пропедевтики формування елементів експериментальної компетентності в школі, а також у виділенні структури експериментальної підготовленості студента – майбутнього вчителя фізики.

1.3. Формування експериментальних компетентностей учнів з фізики на основі системного підходу.

Знаючи недоліки, що існують у сучасній системі експериментальної підготовки школярів та психолого-педагогічні особливості протікання процесу формування експериментальної компетентності, як же потрібно побудувати навчальний процес, щоб випускники школи одержали достатню практичну підготовку? Методичними дослідженнями встановлено, що одним з основних резервів подальшого удосконалення цього процесу є реалізація принципу міжпредметних зв'язків, оскільки вони сприяють систематизації знань, глибині та міцності їх засвоєння, забезпечують можливість їх наскрізного застосування та закріплення на рівні вмінь, які формуються на уроках з різних предметів [19].

Г.В. Усова, аналізуючи проблеми реалізації міжпредметних зв'язків у системі предметів природничо-математичного циклу, вказує на необхідність удосконалення методики формування в учнів єдиного комплексу умінь та навичок, які є спільними для цих предметів [18]. У процесі навчання учнів існує цілий ряд знань міжпредметного характеру. Саме такими є знання про організацію та проведення навчального експерименту. Вони необхідні учням у вивченні всіх предметів природничо-математичного циклу. Кожний з таких предметів направлений на формування окремих складових експериментальної компетентності школярів. В експериментальній підготовці школярів можливо досягти успіху у здійсненні єдиного підходу до цього процесу вчителів різних предметів природничо-математичного циклу. Як показують численні дослідження та результати проведених нами експериментів, розвиток здатності проводити досліди може бути успішним лише під час орієнтації вчителів на формування експериментальної компетентності школярів [12]. Вона утворюється на основі раніше одержаних знань різного рівня (в тому числі умінь та навичок). Експериментальна компетентність дозволяє розв'язувати широке коло завдань у рамках циклу навчальних дисциплін, а також у практичній діяльності. Важливу і визначальну роль в цьому процесі відіграють міжпредметні зв'язки, оскільки саме поняття компетентність за своєю суттю є

міжпредметним. Для курсів фізики, хімії, біології, географії та інших природничо-математичних предметів мають спільну основу не тільки вже сформовані підходи до експериментальної підготовки, але й досліди, які проводяться у цих курсах, мають спільну структуру дій, яка є характерною для експериментальної діяльності. Складний характер функціонування експерименту у навчальному процесі і як методу, і як засобу навчання вимагає розгляду всієї сукупності експериментальних робіт природничо-математичних предметів як системи, яка є складовою ще більш загальної системи, методів та засобів навчання. Головною ідеєю розробленої методики формування експериментальної компетентності є нерозривний зв'язок системи навчального експерименту курсів природничо-математичних предметів із змістом експериментальної діяльності [11]. Підвищення ефективності навчального експерименту, поглиблення його змісту досягається тим, що він проводиться саме з метою розвитку експериментальної компетентності. Це положення є якісно новим підходом до постановки природничо-математичного експерименту. Поглиблення змісту навчального експерименту та пов'язаного з ним формування експериментальної компетентності реалізується за допомогою розробленої системи природничо-математичного експерименту. У ході розроблення методики розвитку експериментальної компетентності старшокласників виходили з розуміння поняття діяльності, яке запропонував О.М. Леонтьєв і навчання, яке базується на третьому типі орієнтаційної основи дій. Вона є найбільш придатною для ознайомлення школярів з основними елементами діяльності. Виконання лабораторних робіт передбачає володіння учнями певною сукупністю знань про експериментальну діяльність, що забезпечують досягнення необхідного результату. У кожному конкретному випадку цей набір залежатиме від змісту досліду і поставленої мети, оскільки визначається конкретними діями учнів в ході виконання лабораторної роботи. Разом з тим він є відтворенням складових експериментальної компетентності, яка формується всією системою навчального експерименту. Якою ж є структура експериментальної компетентності? У загальному випадку вона містить:

1) планування експерименту, тобто формулювання мети, визначення експериментального методу, теоретичне обґрунтування, складання плану дослідження і визначення найкращих умов проведення, обираючи оптимальних значень вимірюваних величин та умов спостережень, врахування наявних експериментальних засобів;

2) підготовка експерименту, тобто вибір необхідного обладнання і вимірювальних приладів, складання дослідних установок чи моделей, раціональне розміщення приладів, з метою безпечного проведення дослідження;

3) спостереження явищ чи процесів, визначаючи при цьому мету і об'єкт спостереження, встановлюючи характерні риси протікання, виділяючи суттєві ознаки;

4) вимірювання величини, використовуючи різні вимірювальні прилади і міри, тобто визначати ціну поділки, нижню і верхню межу шкали приладу, знімати його покази;

5) опрацювання результатів експерименту, знаходячи значення величин, похибки вимірювань, креслення пояснювальних схем дослідів, складання таблиць одержаних даних, підготовка звіту про проведену роботу, проведення запису значень величин у стандартизованому вигляді;

6) інтерпретацію результатів експерименту, включаючи опис спостережуваних явищ і процесів, вживаючи наукову термінологію, подаючи результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будуючи графіки, формулюючи висновки про проведені дослідження, виходячи з поставленої мети. Проведене дослідження показало, що для успішного формування в учнів експериментальної компетентності необхідно використовувати міжпредметні зв'язки природничо-математичних предметів:

- з'ясувати її структуру;
- здійснити відбір конкретних елементарних умінь, якими має володіти школяр на певних етапах навчання;

➤ забезпечити чітку координацію, наступність та єдність у експериментальній підготовці у вивченні предметів природничо-математичного циклу;

➤ здійснити відбір заходів, які дозволяють оптимізувати цей процес. Вважаємо, що в цій діяльності суть міжпредметних зв'язків полягає не тільки і не стільки у взаємному використанні одними предметами навчальної інформації інших навчальних предметів, скільки у встановленні таких специфічних зв'язків між навчальними дисциплінами, які забезпечують формування в свідомості учнів спільних синтезованих знань про експериментальну діяльність.

Процес формування експериментальної компетентності може протікати стихійно (як це відбувається у дошкільному віці) та у результаті цілеспрямованої діяльності. Важливу роль тут відіграє загальний підхід усіх учителів природничо-математичних предметів до цього процесу, неперервність у формуванні, єдність поставлених перед учнями вимог. Координацію дій учителів природничо-математичних предметів доцільно здійснити на спільному засіданні методичних об'єднань учителів цих предметів. Зрозуміло, що досягти необхідного рівня розвитку експериментальної компетентності у ході виконання серії експериментальних завдань засобами одного навчального предмету неможливо. Це складний та довготривалий процес, який вимагає і часу, і планомірної роботи. На це повинна бути спрямована вся система лабораторно-практичних робіт природничо-математичних предметів. У цьому процесі доцільно врахувати можливості кожного з предметів у формуванні експериментальної компетентності. Експериментальна діяльність не лише спільна для предметів природничого циклу, досліди в цих курсах мають спільну структуру дій, яка характерна для експериментальної підготовки. У такому процесі необхідно визначити конкретно по предметах ті елементарні складові, які необхідно розвивати у кожному з класів, враховуючи те, що базовим предметом у цій діяльності є курс фізики. Процес формування складових експериментальної компетентності проходить певні етапи. Основні етапи їх

розвитку та елементи умінь, що формуються у 7-11 класах, представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Етапи формування експериментальної компетентності

№ етапу	Клас	Основні предмети	Складові експериментальної компетентності, які мають бути сформовані в учнів
1.	1 – 4	Математика, трудове навчання, ОБЖД	Спостереження предметів і явищ навколишнього світу, знаходження їх схожості та відмінності, спостереження за сезонними змінами в природі, щоденні спостереження за погодою, спроба пояснення причин спостережуваних явищ, первинні поняття про вимірювання (вимірювання лінійних розмірів тіл, площ плоских фігур)
2.	5 - 6	Математика, хімія, ОБЖД, трудове навчання	Виконання простих вимірювань, відпрацювання вміння ставити прості досліди, робота з простими вимірювальними приладами (лінійка, термометр), оволодіння елементарними способами кодування інформації (словесний опис, запис показів приладів, зарисовки), елементарний аналіз отриманих результатів
3.	7 - 8	Фізика, математика, географія, біологія, трудове навчання	Робота з лабораторним обладнанням, виконання дослідів на основі колективно розроблених планів діяльності, роз'яснення ролі гіпотези у виконанні дослідів і при проведенні спостережень, визначення призначення приладів, читання їх шкал, визначення ціни поділки і меж вимірювання, спостереження за життям рослинного світу, ознайомлення із структурою діяльності при проведенні спостережень і вимірювань, фіксація і математична обробка результатів експерименту, формулювання висновків
4.	10	Фізика, математика, біологія, географія, трудове навчання	Поняття про експеримент як метод наукового пізнання, виконання дослідів на основі інструкцій (до кінця навчального року на підставі планів узагальненого характеру), вироблення умінь самостійно формулювати гіпотезу, проєктувати експеримент, підбирати для нього обладнання, визначати похибки при виконанні прямих і непрямих вимірювань, записувати результати вимірювань з вказівкою їх точності, інтерпретувати результати, складати звіт про проведене дослідження
5.	11	Фізика, хімія, математика, біологія, географія, трудове навчання	Проведення експериментів із самостійним виконанням всіх операцій (до кінця навчального року), включаючи: формулювання гіпотези, складання плану дослідів, підбір, необхідних приладів та обладнання, проведення спостережень і необхідних вимірювань, математичне опрацювання отриманих результатів, інтерпретацію результатів, складання звіту про виконану роботу

Для успішного впровадження пропонованої методики була забезпечена чітка спланованість процесу спільного розвитку експериментальної підготовки учнів. Визначались теми в курсах природничо-математичних дисциплін та час для найбільш оптимального формування складових експериментальної компетентності. Далі була розроблена та успішно апробована системи завдань експериментального характеру для цілеспрямованої експериментальної підготовки школярів. Системо-утворюючим фактором у такій діяльності була структура експериментальної компетентності. Досвід підтвердив, що необхідною умовою формування експериментальної компетентності є систематизація розумової діяльності в процесі якої знання організуються в певну систему, яка входить у структуру та зміст цього утворення. Систематизація ж знань у процесі розвитку складових експериментальної компетентності тісно пов'язана з узагальненням знань, яка передбачає виявлення в них спільного та особливого, об'єднання в групи за ознаками і т. п. Позитивний вплив на процес формування вищого рівня знань (умінь) здійснюється не лише під час знайомства учнів із змістом окремих елементів експериментальної компетентності, але й при ознайомленні їх із спільними завданнями, які розв'язуються в ході експериментальної підготовки. Виходячи із загальної структури діяльності є очевидним, що перший етап в проведенні будь-якого експериментального дослідження завжди пов'язаний з висуненням і прийняттям робочої гіпотези, на основі якої визначається протікання експерименту та необхідне обладнання. Другий етап у проведенні експерименту визначається створенням матеріально-технічних умов, які необхідні для проведення експерименту. Експеримент складається з спостереження явищ, вимірювання величин, запису їх результатів. Завершальна стадія експерименту – теоретичний аналіз і математична обробка результатів вимірювань. Кінцевою метою експерименту є формулювання висновків, які витікають з одержаних результатів. Усвідомлення основних прийомів експериментальної діяльності дозволяє перейти від методики ознайомлення учнів з структурою окремої лабораторної чи практичної роботи та складання плану проведення до методики,

яка передбачає розкриття спільної структури всіх експериментальних робіт. Таким чином, ґрутуючись на компетентнісному підході до навчання, вдалось об'єднати воедино всі елементи системи експериментальної підготовки школярів. Це дозволило не тільки визначити структуру діяльності учителя та учнів, але й виявити суб'єктивно-об'єктивні відношення, які виникають у процесі їх цілеспрямованої експериментальної діяльності. Здійснювані спонтанно в дошкільному віці та більш цілеспрямовано у шкільні роки різноманітні порівняння, спостереження та дослідження допомагають дитині пізнавати оточуючий світ. Саме у такій діяльності вона набуває певного експериментаторського досвіду. Але проведені дослідження показали, що можливості природничо-математичних предметів щодо розвитку та поглиблення експериментаторських нахилів використовуються ще несповна. У таких умовах виникає реальна загроза того, що функція розвитку експериментаторських здібностей може поступово притупитись ще в молодшому та середньому шкільному віці, і відновити їх з часом стане все важче та важче, а то й неможливо взагалі. Досвід переконує у тому, що краще подбати про те, щоб підстав для утворення таких прогалів не було.

Першим кроком в оволодінні експериментальним методом пізнання є пропедевтична підготовка школярів на уроках з природничих дисциплін у 5-9 класах. У такій діяльності доцільно враховувати рекомендації сучасних психологів В.В. Давидова та В.А. Крутецького, які підкреслюють, що розвиток умінь протікає по різному в залежності від вікових особливостей школярів. У молодшому віці порівняння ґрутуються здебільшого на конкретному мисленні, тому на цьому етапі є бажаним використання різноманітних наочних посібників [17; 20]. З позиції вчителя фізики, навчання в 5-9 класах повинно відігравати більш помітну роль у розвитку експериментальної компетентності школярів, створюючи основу для наступного поглиблення у старшій школі. Таку проблему можна розглядати ще ширше: з позиції створення цілісної системи експериментальної підготовки учнів засобами природничо-математичних дисциплін. Пропедевтична підготовка, крім самостійної цінності, є необхідною

передумовою для успішного формування експериментальної компетентності на уроках фізики та інших предметів природничо-математичного циклу в 10-11 класах. Тоді настає новий і відповідальний етап у подальшій експериментальній підготовці школярів. Як показали результати проведеного формувального експерименту, в цей період є всі можливості завершити такий процес. Розвиток складових експериментальної компетентності здійснюється шляхом деякого поглиблення теоретичних та практичних знань на уроках фізики та інших природничо-математичних предметів. Необхідно зауважити, що деякі елементи експериментальної підготовки можливо розвинути у повній мірі лише на уроках фізики, оскільки в інших предметах експериментальний метод пізнання не завжди так вичерпно реалізується, як у фізиці [15]. Дослідження ролі фрагментарного включення додаткової інформації про експериментальну діяльність на уроках предметів природничо-математичного циклу 5-9 класу та пов'язане з ним одночасне поглиблення теоретичних знань про розглядувані питання та самостійна експериментальна діяльність учнів у цей період показує можливість ефективного розвитку складових експериментальної компетентності школярів та збільшення їх пізнавального інтересу до навчання. Завдання, пов'язані з експериментуванням, доцільно пропонувати учням у комплексі, який забезпечить можливість планомірного та цілеспрямованого формування експериментальної компетентності. Її складові розвиваються у ході проведення лабораторних робіт, фронтальних дослідів та спостережень, у процесі розв'язування задач експериментального характеру, під час проведення домашніх дослідів та спостережень. Кожна експериментальна робота має свій певний склад конкретних умінь, які направлені у кінцевому рахунку на формування в учнів експериментальної компетентності. Щоб не допустити можливості неповного охоплення розвитку всіх її складових, плануючи результати навчальної діяльності учнів для кожної експериментальної роботи зокрема та для всієї системи робіт у цілому необхідно виділяти ті складові, які є визначальними у ході проведення цих робіт. Для розвитку тих складових, які недостатньо відпрацьовуються при виконанні фронтальних лабораторних робіт

(інтерпретування результатів експерименту), слід відвести додатковий час для виконання короткочасного фронтального експерименту та для проведення домашніх дослідів і спостережень. Короткочасні експериментальні роботи органічно вписуються у будь-який урок і не вимагають додаткового часу на їх проведення. Використовуємо їх на різних етапах уроку: пояснення нового матеріалу, постановка пізнавальних задач, ілюстрація пояснень та повторення пройденого матеріалу. Всі форми самостійного експерименту впливають на процес розвитку експериментальної компетентності, зокрема й виконання лабораторних робіт на уроках фізики у 10-11 класах. Розвиваючи експериментальну компетентність використовували такі основні методи:

1) демонстраційний експеримент – показ зразків виконання дій у процесі експерименту;

2) виконання фронтальних лабораторних робіт (дослідів) та практикумів – метод інструктажу з використанням системи спеціально підібраних вправ, які забезпечують диференційований підхід до формування та розвитку складових експериментальних умінь;

3) виконання позакласних дослідів та спостережень – методи, які забезпечують самостійність учнів.

Головні зусилля, спрямовані на розвиток знань про експериментальний метод дослідження, переносили на демонстраційний експеримент. Знання про експериментальну діяльність й формування складових експериментальної компетентності ставили в центр уваги у ході проведення фронтальних лабораторних робіт (дослідів) та практикумів. Проводячи домашні дослідів та спостереження, акцент зміщували у сторону самостійної творчої діяльності учнів. У такій системі різноманітних видів експериментальних робіт різні типи експериментальних завдань, фронтальні дослідів та домашні експерименти використовували як підготовчий етап до самостійного виконання учнями різноманітних природничо-математичних експериментів. В експериментальні вправи включали завдання, які містять елементи досліджень. Цим самим створювались передумови для успішного виконання учнями лабораторних робіт

дослідницького та частково-пошукового характеру. Ці роботи у свою чергу впливають на підвищення рівня розвитку в учнів умінь самостійного проведення експериментальних досліджень. Важливим для успішної дослідницької діяльності учнів є оволодіння прийомами раціонального проведення експериментальних робіт, що виключає втрату часу на помилкове та нераціональне розв'язування дослідних завдань. На важливість розвитку в учнів раціональних прийомів виконання поставлених завдань вказує психолог Д.Н. Богоявленський: "Якщо з самого початку навчати школярів раціональним способом використання знань, з самого початку поступово впорядковувати процес мислення, то безперечно, подібне озброєння учнів інструментом мислення у значній мірі позбавить його від даремної трати енергії та часу" [16]. Під час поетапного та цілеспрямованого формування експериментальної компетентності в системі природничо-математичних дисциплін з орієнтацією на вищий рівень знань, коли школярі самостійно виконують всі операції та дії, що пов'язані з самостійною постановкою дослідів, при усвідомленні всіма вчителями необхідності її поетапного формування за умов реалізації можливостей міжпредметних зв'язків фізики з іншими природничо-математичними дисциплінами на уроках та в позаурочній діяльності, вдалось забезпечити високий рівень сформованості експериментальної компетентності [18]. Що дозволяє в подальшому випускникам самостійно виконувати будь-які досліді, які будуть їм необхідні для навчання у вищих навчальних закладах та в практичній діяльності. Таку компетентність можна успішно використовувати у навчально-виробничих комбінатах, для оволодіння новою технікою та обладнання.

РОЗДІЛ II
МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ ДОМАШНІХ
НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЗАВДАНЬ

2.1. Методичні особливості формування експериментальної компетентності під час проведення фізичного експерименту.

Навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування у здобувачів освіти необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту [21]. Основу дослідницької діяльності складають уміння виявляти проблему, формулювати гіпотезу, аналіз необхідних даних, підбирати відповідні методи проведення дослідження та обробки даних, фіксувати проміжні та остаточні результати дослідження, проводити обговорення та інтерпретацію результатів дослідження, використовувати їх на практиці. Для того, щоб це все сформувати в учнів, потрібно правильно поетапно організувати освітній процес. Перш ніж розглянути експериментальну компетентність ознайомимося із загальним поняттям "компетентність". Компетентність визначається як сукупність знань, умінь та навичок і певний досвід їх використання для реалізації потенційних можливостей особистості. Поняття "компетентність" включає і когнітивний компонент. Він окрім певного освітнього об'єму знань, вмінь й навичок включає також емоційну складову, яка ґрунтується на двох специфічних аспектах: сформованості мотиваційних установок та усвідомленні мети власної діяльності. Компетентна особа -це така особа, коли вона здатна дати результат внаслідок її діяльності, настільки вона здатна розв'язувати практичні завдання, настільки її діяльність ефективна [22]. Сукупність особистих якостей, знань, умінь, навичок, способів дій, які необхідні для продуктивної діяльності утворюють компетенції. Тоді під компетентністю ми розуміємо здатність учня

володіти компетенціями: ціннісними змістовими, загальнокультурними, особистісного самовдосконалення. "Компетенція є нормативною, ідеальною метою освітнього процесу, що моделює якості випускника, а компетентність - його результатом, рівнем прояву (сформованості). Поняття "компетенція" пов'язане зі змістом сфери діяльності, а "компетентність" - з особистістю, із здатністю особи ефективно діяти у стандартних і нестандартних ситуаціях». М. Галатюк розглядає експериментальну компетентність як "...цілісне, системне утворення, яке складається з сукупності відповідних розумових і практичних умінь, навичок, пізнавальних мотивів, а також методологічних знань і є продуктом адекватної цілеспрямованої навчально-пізнавальної діяльності, носієм якого є суб'єкт цієї діяльності (учень)" [23]. Проте, експериментальна компетентність це не тільки експериментальні уміння і відповідні методологічні знання, хоча ці поняття М.Ю. Галатюк розділяє умовно, пам'ятаючи, що затвердженням видатного українського психолога Г.С. Костюка "вміння - це знання людини в дії». Експериментальна компетентність - це відповідний спосіб мислення. Дійсно, коли ми говоримо про фізичне мислення, то маємо на увазі саме те, що лежить в основі експериментальної компетентності. "Під фізичним мисленням, - зазначає С.У. Гончаренко, - розуміють уміння спостерігати явища, розкладати явища на складові частини і встановлювати між ними основні зв'язки й залежності..." [24]. О. Кузьменко розглядає експериментальну компетентність та виокремлює наступні уміння, які розвиваються у здобувачів освіти під час вивчення фізики:

- уміння планувати експеримент з фізики;
- уміння спостерігати явища та процеси під час вивчення фізики;
- уміння вимірювати фізичні величини (користуватися різними вимірювальними приладами, визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу);
- уміння опрацьовувати результати експерименту (знаходити значення величин, похибки вимірювання, складати таблиці одержаних даних);

➤ уміння інтерпретувати результати експерименту (описувати явища і процеси, які спостерігаються, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведене дослідження) [25].

Відзначимо, що структура експериментальної компетентності містить наступне:

1). планування експерименту тобто формулювання мети \Rightarrow визначення експериментального методу \Rightarrow теоретичне обґрунтування \Rightarrow складання плану досліду і визначання найкращих умов проведення \Rightarrow обирання оптимальних значень вимірюваних величин та умов спостережень \Rightarrow врахування наявних експериментальних засобів;

2). підготовка експерименту, тобто вибір необхідного обладнання і вимірювальних приладів, складання дослідних установок чи моделей, раціональне розміщення приладів, з метою безпечного проведення досліду;

3). спостереження явищ чи процесів, визначаючи при цьому мету і об'єкт спостереження, встановлюючи характерні риси протікання, виділяючи суттєві ознаки;

4). вимірювання величини, використовуючи різні вимірювальні прилади і міри, тобто визначати ціну поділки, нижню і верхню межу шкали приладу, знімати його покази;

5). опрацювання результатів експерименту, знаходячи значення величин, похибки вимірювань, креслення пояснювальних схем дослідів, складання таблиць одержаних даних, підготовка звіту про проведену роботу, проведення запису значень величин у стандартизованому вигляді;

6). інтерпретацію результатів експерименту, включаючи опис спостережуваних явищ і процесів, вживаючи наукову термінологію, подаючи результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будуючи графіки, формулюючи висновки про проведене дослідження, виходячи з поставленої мети [26]. Стрімкий розвиток науки та сучасний стан освіти у питанні побудови моделі методичної системи розвитку експериментальних

компетентностей старшокласників у процесі навчання фізики ставить наступні завдання:

- посилення фактору суб'єкта учня у процесі його особистісного становлення шляхом педагогічного супроводу розвитку особистості школяра в освітньому середовищі на суб'єкт-суб'єктних засадах;

- врахування типів освітніх середовищ, визначених за критерієм вікових особливостей та відповідно до нормативної бази загальної середньої освіти: освітнє середовище для учнів початкової школи, освітнє середовище для учнів основної школи, освітнє середовище для учнів старшої школи;

- діяльнісно-комунікативного наповнення конкретних навчальних середовищ з урахуванням провідних завдань і специфіки кожного типу середовища;

- цілеспрямованого створення просторово-предметного поля освітнього середовища із фізики з метою його конструктивного впливу на особистість учня;

- урахування потенційних можливостей соціально-педагогічного партнерства учасників, створення освітнього середовища, визначальна роль у якому належить учителям фізики;

- реалізація структурно-функціональної моделі створення освітнього середовища як фактору розвитку особистості школяра;

- діагностування ефективності створеного освітнього середовища, яке опосередковується вивченням рівнів розвитку окремих сфер особистості школяра шляхом використання відповідних критеріїв та показників [27].

При отриманні інформації та проведенні фізичного експерименту використовуються наступні прийоми:

- а). *прийом споглядання* (рівень заучування, параметр стереотипність) - позалогічне сприйняття образної інформації без явно поставлених цілей;

- б). *прийом наслідування* (рівень наслідування, параметр пристрасності) - цілеспрямоване варіювання інформацією, існуючої у свідомості учня, з метою її використання у конкретно нових умовах для корегування (трансформування) уже створених пізнавальних образів;

в). *прийом спостереження* (рівень розуміння головного, параметр усвідомленість) - цілеспрямоване сприйняття інформації з метою формування раціонального типу мислення. Така процедура навчання спостереженню проектує розвиток логічного апарату мислення, його основних характеристик (операції - аналіз, синтез, порівняння, абстрагування, узагальнення, конкретизація; форми - поняття, судження, висновки, аналогія; види - наочно-дійове, образне, довільне; способи - індукція, дедукція);

г). *прийом «навчання запам'ятовуванню»* (рівень навички, параметр стереотипність) - цілеспрямоване сприйняття інформації у вигляді її автоматичного перекодування, використання опорних сигналів, мови символів з метою спрощення у запам'ятовуванні;

д). *прийом інформаційного орієнтування* (рівень уміння, параметр усвідомленість) - уміння побудувати власну пізнавальну активність із опорою на відомі або спеціально вивчені орієнтири;

е). *прийом формулювання проблеми* (рівень переконання параметр пристрасність) - цілеспрямоване сприйняття інформації крізь призму світобачення з метою подальшого прогнозування наслідків реалізації власного стилю пізнання [28].

Отже, фізичний експеримент - одна з найважливіших ділянок у системі оволодіння навчальним матеріалом. Аналіз дидактичних можливостей навчального експерименту показує, що він може бути використаний на різних етапах вивчення матеріалу та з різною дидактичною метою [29]. Найефективнішим способом використання фізичного експерименту є так званий евристичний метод вивчення матеріалу, коли значну частину необхідних висновків учні роблять самостійно, використовуючи дані навчального експерименту (демонстраційного, фронтального, експериментальних задач тощо).

Під керівництвом учителя учні повинні самостійно відшукати максимально можливу кількість інформації, яку потрібно засвоїти [30]. Експериментальна компетентність формується в результаті практичної діяльності на лабораторних

роботах при безпосередній участі у виконанні, підготовці до проведення певного фізичного досліду. Беручи до уваги власний досвід здобувач освіти аналізує свої можливості і розвиває такі уміння: послідовність дій; вибір необхідного обладнання; вибір найкращих умов для постановки лабораторного експерименту. Експериментальну компетентність відноситься до ключових, складові яких дозволяють забезпечити розв'язування складних неалгоритмічних освітніх задач, виділяти проблему, будувати варіанти схем можливого розв'язання проблеми, здійснювати постановку дослідів, надавати їм особистісного характеру, а також здійснювати постановку різних експериментів з однієї й тієї теми з фізики, відбирати необхідну теоретичну та прикладну інформацію та забезпечити розвиток інтелектуальних та емоційних якостей здобувачів освіти.

Одним із показників результативності у діяльності вчителя фізики є ступінь використання ним навчального фізичного експерименту в процесі навчання, що має об'єктивні причини, які є незаперечними. Молодим спеціалістам доводиться працювати в умовах, що значно відрізняються від тих, у яких вони навчалися. Це пов'язано з низкою факторів:

1. Прискорений розвиток суспільства та техніки призвело до зміни змісту навчання, варіативності шкільних програм, оновлення методичної літератури та навчально-технічного комплексу шкільного кабінету фізики (впровадження у навчальний процес цифрового та автоматизованого обладнання).

2. Наша країна з геополітичних та історичних причин є достатньо неоднорідною у різних аспектах життя людей. На нашу думку в силу масштабності та нерівномірності розвитку різних регіонів у школах присутні відразу три типи цивілізації: а) традиційне суспільство (сільські регіони); б) індустріальне суспільство (промислові міста); в) постіндустріальне інформаційне суспільство (великі міста та мегаполіси).

3. Неоднорідність контингенту учнів (рівень підготовки, кількість осіб у класі та ін.).

Перелічені фактори дозволяють говорити про невизначеності умов, у яких працюватиме майбутній учитель фізики. Згідно з тлумачним словником, це умови, які не описані у всіх своїх характеристиках (якостях), точно не встановлені. Тому кожному вчителю необхідно вміти адаптуватися до умов роботи, виявляти сутність проблем і можливі способи вирішення. Завдання вищого навчального закладу – підготувати майбутніх вчителів до виконання педагогічних функцій у будь-яких нестандартних (або проблемних) ситуаціях. У зв'язку з цим в черговий раз постає питання про компетентність. Дійсно, адже під компетентністю ми розуміємо здатність діяти у ситуаціях невизначеності.

Аналіз змісту методики навчання фізики показав, що абсолютно всі компоненти наукових знань пов'язані з фізичним експериментом. Він являється одним із основних методів навчання, предметом вивчення і засобом наочності. Його значення настільки велике, що формування у майбутніх вчителів фізики компетентності в галузі навчального фізичного експерименту (НФЕ) є необхідною умовою їх підготовки до професійної діяльності. Іншими словами її доцільно відносити до базових компетентностей. Саме тому під експериментальною компетентністю ми перш за все розуміємо засвоєння майбутнім вчителем фізики компетенцій в області навчального фізичного експерименту. Компетенція, в свою чергу, є вимогою до загальноосвітньої підготовки. Вона виражається у готовності і здатності майбутнього вчителя встановити зв'язок між знанням і ситуацією, яка вимагає сформулювати процедуру розв'язку поставленої проблеми.

Можна виділити наступні характерні риси і прояви компетенцій в області навчального фізичного експерименту:

1. Компетенція в області основного обладнання шкільного кабінету фізики: знання обладнання і вміння користуватися ним; здатність отримувати інформацію про прилади та нові розробки, реалізувати навчальний фізичний експеримент з допомогою наявного основного обладнання, запроваджувати нове обладнання в процес навчання фізики, створювати принципово нові

експериментальні установки при заміні приладів, використовувати можливості саморобного обладнання.

2. Компетенція в галузі учнівського фізичного експерименту (фронтальних лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму, домашніх експериментальних робіт, експериментальних задач та експерименту з використанням комп'ютера): знання методики учнівського експерименту, володіння технікою його проведення, усвідомлення його значимості, здатність проектувати та реалізовувати експеримент.

3. Компетенція в галузі демонстраційного експерименту: знання методики демонстраційного експерименту, володіння технікою його проведення, усвідомлення його значимості; вміння проводити демонстраційний експеримент, розкриваючи його зв'язок із теоретичним матеріалом; здатність проектувати експериментальні установки.

4. Компетенція у керівництві пізнавальною діяльністю учнів у процесі спостереження та дослідження фізичних явищ: знання системи навчального фізичного експерименту та усвідомлення її значимості для пізнавальної діяльності; здатність зробити вибір виду та методу проведення навчального фізичного експерименту в залежності від поставлених дидактичних завдань, організувати пізнавальну діяльність (переважно самотійну) під час проведення фізичного експерименту в школі та вдома, контролювати її та оцінювати.

5. Компетенція у сфері правил техніки безпеки: знання правил; здатність дотримуватися правила під час виконання навчального фізичного експерименту; здатність раціонально організувати навчальний процес при проведенні навчального фізичного експерименту з метою збереження здоров'я учнів та вчителя (передбачати та попередити виникнення небезпечних ситуацій).

Формування експериментальної компетентності у майбутнього вчителя фізики проводиться на основі наступних принципів:

1. Провідну роль відіграють теоретичні знання. Вони є генетично вихідною основою всіх проявів цілісної системи професійних знань, що відображають її внутрішні зв'язки та виходять за межі чуттєвих уявлень.

2. Навчання ведеться за умов, наближених до реальних, високому рівні проблемності, з допомогою проблемного підходу.

3. Навчання ведеться від загального до конкретного. Під час проведення експерименту знання фізики конкретизуються вивченням окремих об'єктів природи та пояснення їх особливих та поодиноких проявів. При цьому краще використовувати системно-структурний підхід, що дозволяє аналізувати і досліджувати об'єкт, що розглядається.

Названі принципи визначають основні підходи у формуванні експериментальної компетентності з позицій теорії навчання, що сприяє активній пізнавальній діяльності та усвідомлення студентом процесу навчання, що допоможе майбутнім вчителям легше адаптуватись до реальних умов роботи.

Розглянемо докладніше практичну реалізацію зазначених вище принципів на прикладі деяких завдань, направлених на формування компетенції у галузі учнівського фізичного експерименту. Провідне місце займають завдання, у формулюванні яких мінімально конкретизовано умови, тобто створюються проблемні ситуації.

Початковий етап – ознайомчий (запам'ятовування, розуміння).

1.1. За однією темою шкільного курсу фізики складіть систему навчального фізичного експерименту (завдання можна виконувати у парі, тема на вибір студента). Результати занесіть у таблицю (приклад заповнення наведено у таблиці 2.1).

1.2. Підібраний Вами експеримент апробуйте на реальному устаткуванні, у разі потреби внесіть коригування до його опису; після виконання фронтальної лабораторної роботи (або роботи фізичного практикуму), експериментального завдання та домашньої експериментальної роботи складіть звіти про їх виконання з позиції «*учень*».

Мета:

– закріплення та уточнення знань про систему навчального фізичного експерименту; ознайомлення з джерелами інформації, які містять методичний досвід проведення навчального фізичного експерименту; знайомство з

устаткуванням, необхідним реалізації конкретної системи експерименту; первісне знайомство з методикою та технікою навчального фізичного експерименту;

- формування умінь визначати вид навчального фізичного експерименту за його описом, виявляти взаємозв'язки між всіма видами навчального фізичного експерименту щодо конкретної теми, працювати з конкретними приладами під час збирання експериментальних установок;

- формування умінь проводити демонстраційний експеримент та учнівський фізичний експеримент, складати звіти щодо проведення останнього з позиції «учень»;

- розвиток здатності передбачати і попереджати виникнення небезпечних ситуацій при підборі системи навчального фізичного експерименту.

Запропоновані завдання (1.1 та 1.2) виконуються, як правило, на початкових етапах навчання та мають випереджальний характер, оскільки студенти ще докладно не вивчали методику та техніку навчального фізичного експерименту і практично не знайомі з обладнанням шкільного кабінету фізики. Завдання дозволяють наочно побачити весь спектр фізичного експерименту з окремих тем і не обмежуватись при його використанні лише двома видами (демонстраційним та лабораторним).

Таблиця 2.1.

**Система навчального фізичного експерименту з теми
«Взаємодія заряджених тіл»**

Клас і тема шкільного курсу фізики (або елемент наукових знань): 8 - й клас. Взаємодія заряджених тіл.		
Основний експеримент		
	Демонстраційний експеримент	Фронтальні лабораторні роботи (фізичний практикум)
Мета:	Підтвердити факт електризації тіл та існування двох видів електричних зарядів.	Провести спостереження за взаємодією заряджених тіл.
Перелік приладів та обладнання:	1. Скляні та ебонітові палички. 2. Ізольовані штативи. 3. Шматок хутра або шовку, ацетатне полотно або шерсть. 4. Маятники (гільзи) електростатичні.	4. Нитки. 5. Палички зі скла і ебоніту (2 – ий комплект).

Схема установки		
Хід експерименту	<p>1. Зарядити (наелектризувати) маятники (гільзи) різними паличками, попередньо потерши:</p> <ul style="list-style-type: none"> - склом об газету (шовк); - ебоніт об шерсть; <p>2. Зарядити однією паличкою обидві гільзи.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Підвісити скляну паличку на нитці та наелектризувати її. 2. Наелектризувати другу скляну паличку. 3. Піднести паличку до першої і спостерігати за їх взаємодією. 4. Зняти скляну паличку із петель. 5. Провести дослід з ебонітовими паличками, потертими об шерсть. 6. Піднести до підвішеної ебонітової палички наелектризовану скляну паличку і спостерігати їх взаємодію.
Варіант експерименту	Гільзи можна замінити електростатичними султанами.	Аналогічні досліди можна провести з наелектризованими доступними тілами (пластикова лінійка, ручка, поліетиленова плівка та ін.).
Рекомендації	При передачі електричного заряду від одного тіла до іншого намагатися забезпечити максимальну площу їх дотику	
Додатковий експеримент (формулювання завдання або короткий опис змісту)		
Експериментальна задача	Домашня експериментальна робота	Експеримент з використанням комп'ютера
Довести, що скляна паличка, наелектризована тертям об шовк, має заряд іншого знаку, ніж заряд ебонітової палички, наелектризованої тертям об шерсть.	У досліді приймають участь лише три тіла: участь, свічка (палаюча) та котушка виток. Довести, що одне із трьох тіл може бути наелектризоване і його електризація може бути доведена з допомогою двох інших тіл.	Взаємодія заряджених султанів (однойменно заряджених, різнойменно заряджених). Компакт-диск: Фізика. 10-11 клас. Демонстраційний експеримент.

Проміжний етап – використання знань, вмінь, навичок і здібностей у типових ситуаціях.

2. Користуючись державним стандартом загальної середньої освіти з фізики, визначте експериментальне дослідження (спостереження) із розділу «Механіка», яке може бути проведене у вигляді фронтальної лабораторної роботи типу «Використання опосередкованих вимірювань» (індивідуально, самостійно).

2.1. Складіть план роботи, використовуючи алгоритм планування проведення опосередкованих вимірювань.

2.2. Проведіть фронтальну лабораторну роботу і складіть звіт у короткій формі (або у повному об'ємі) з позицій «учень».

2.3. Перевірте аналогічний звіт у однокласника та оцініть його роботу.

Наприклад: витяг із стандарту *«Механіка... Проведення експериментальних досліджень рівноприскореного руху тіл ...»*. На основі цього формуємо мету фронтальної лабораторної роботи: визначення прискорення тіла при рівноприскореному русі. Примітка: розділ, вид учнівського фізичного експерименту та тип робіт варіюються.

Мета:

– застосування знань методики та техніки учнівського фізичного експерименту на практиці; оволодіння знаннями про основне обладнання шкільного кабінету фізики, призначеному для фронтальних лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму, формування умінь працювати з ним;

– формування вміння працювати з державним освітнім стандартом із фізики; розвиток здібностей планувати учнівський експеримент, зокрема, фронтальні лабораторні роботи.

Завдання виконуються з опорою на теоретичні знання: знання структури та змісту державного освітнього стандарту з фізики, методики учнівського фізичного експерименту, фізичної теорії обраного експериментального дослідження. Завдання створюють проблемні ситуації, пов'язані з необхідністю моделювати експеримент (скласти план проведення експерименту, підібрати обладнання) та реалізувати його в практичній діяльності. У разі потреби вносяться коригування в модель.

Завершальний етап – творчий.

3.1. Спроектуйте навчальний фізичний експеримент (приклад представлений у таблиці 2) та апробуйте його (індивідуально).

Мета:

– закріплення та оволодіння знаннями про обладнання шкільного кабінету фізики, формування умінь працювати з ним;

- формування здатності проектувати фізичний експеримент та проводити його залежно від реальних умов.

Завдання, що має такі ж характеристики, як попереднє, але з рівнем складності більше високим, проводиться на проміжних та заключних етапах формування компетенцій. При виконанні завдання здійснюється покроковий перехід від опису фізичного явища природі для його моделювання за допомогою основного обладнання шкільного кабінету фізики. Завдання виконується у кілька кроків.

1. Користуючись стандартом фізики, виділити фізичні явища, які необхідно поспостерігати (дослідити), та сформулювати його визначення.

2. Описати фізичне явище, вказавши його структурні елементи. Описати об'єкти та умови, що реально спостерігаються в природі (у різних варіаціях):

а) об'єкт, що вивчається у початковому стані (DO_0) - речовина, поле, фізичне тіло з характеристиками до взаємодії;

б) об'єкт, що впливає (ОВ) – речовина, поле, фізичне тіло, з якими об'єкт, що вивчається, приходить у взаємодію;

в) об'єкт, що вивчається у новому стані (DO_H) – речовина, поле, фізичне тіло з характеристиками взаємодії;

г) умови взаємодії об'єктів, що досліджується і впливають (УВ) – характеристики обставини, у якій відбувається взаємодія.

3. У відповідності до структурних елементів фізичного явища підібрати обладнання, з допомогою якого можна реалізувати його в умовах шкільного кабінету фізики (лабораторії з методики навчання фізики).

а). прилад – об'єкт дослідження (ПО) – прилад, стан якого вивчається в експерименті, відповідає (DO_0);

б). керуючий елемент KE – прилад, з допомогою якого здійснюється вплив на об'єкт дослідження, відповідає ОВ;

в). індикатор (І) – прилад, перетворюючий зміну стану об'єкта у сприймаючий сигнал.

4. Моделювання фізичного явища: короткий опис прогнозованих результатів експерименту, при необхідності замальовка пристрою.

Таблиця 2.2

Проект фізичного експерименту «Електризація тіл»

Структурні елементи фізичного явища		Моделювання фізичного явища		
		Обладнання		Результат моделювання
DO_0	Нейтральне фізичне тіло (тверде, рідке, газоподібне)	PO	Ебонітова паличка, скляна паличка, лінійка шкільна, ручка, бумага, цинкова пластина, капельниця з водою, спиртівка, свічка та ін.	PO та UV стають наелектризовані, знаки зарядів протилежні та залежать від структурних особливостей взаємодіючих тіл
BO	Фізичне тіло, яке відрізняється за структурними властивостями від DO_0	UV	Хутро, шовк, бумага, резина, дугова лампа.	
DO_H	Фізичне тіло, яке несе заряд	I	Електроскоп, електрометр	
UV	Дотик (тертя, удар), вплив, опромінення.			

Примітка: повна сукупність керуючих елементів може бути використана при організації дослідницької роботи в групах під час проведення короткотривалого фронтального лабораторного експерименту.

Експериментальні завдання сформульовані в загальному вигляді, формують здатність самостійно ставити проблеми і шукати їх рішення, створювати в ході проектної діяльності нові продукти. Завдання дозволяють організувати пошукову мисленнєву роботу і рефлексію. Учень стає активним, у нього з'являється інтерес і мотив до навчання, формується експериментальна компетентність з позицій розвиваючого навчання.

2.2. Дослідницьке навчання, як елемент формування експериментальної компетентності учнів (на прикладі факультативного заняття з фізики).

Дослідницьке навчання - особливий підхід до навчання, побудований на основі природного прагнення того, хто навчається до самостійного вивчення навколишнього. В основі дослідницького навчання лежить термін про те, що кожне навчальне заняття повинно бути побудоване так, щоб не лише викликати в учнів допитливість, а й постійно її підтримувати. Інтерес породжує зацікавленість процесом навчання, самоосвітою і їх працею, творчістю. Ланцюжок завершується соціально важливим результатом: формуванням бажання та вміння працювати.

Головна мета дослідницького навчання - формування в учня здатності самостійно, творчо освоювати та перебудовувати нові способи діяльності у будь-якій сфері людської культури. Таким чином, дослідницька діяльність учнів є ефективною освітньою технологією, що комплексно розвиває універсальні навчальні дії та ключові компетенції. Ставлячи перед собою завдання домогтися свідомого прагнення до дослідницької діяльності, потрібно пам'ятати, що для її вирішення є три основні ключі, двоє з яких мають безліч дверей. Серед стимулів розвитку дослідницької діяльності виділяють наступні:

- Особистість вчителя.
- Зміст навчального матеріалу.
- Діяльність учнів.

Під дослідною діяльністю розуміється діяльність учнів, пов'язана з вирішенням учнями творчої, дослідницької задачі з заздалегідь невідомим рішенням і що передбачає наявність основних етапів, характерних для дослідження в науковій сфері, нормовану виходячи з прийнятих у науці традицій: постановку проблеми, вивчення теорії, присвяченої даній проблематиці, підбір методик дослідження та практичне оволодіння ними, збір власного матеріалу, його аналіз та узагальнення, власні висновки. Тому до творчих (дослідницьких) слід зарахувати ті завдання, у яких учень може відкрити

нові, невідомі йому закономірності. Безперечними перевагами використання дослідницької роботи є високий ступінь активності та самостійності учнів при виконанні експерименту, вироблення умінь роботи з фізичними приладами та навичок обробки результатів спостережень та вимірювань, можливість проведення експерименту чи спостереження за індивідуальним планом та в темпі, що визначається самими учнями. Ключовим моментом є те, що у шаблі роботи проводиться рефлексія. Учням цікаво бачити, як оточуючі їх захоплено щось вирішують, досліджують. Зовсім необов'язково, щоб тема дослідження учнів мала глобальне значення. Важливим є характер дослідження. Таким чином, систематично використовуючи дослідні завдання різного характеру, можна сформувати навчально-дослідницьку компетентність учнів. Значимість включення учнів у навчально-дослідницьку діяльність передбачає розвиток творчих здібностей, самостійності, ініціативи, прагнення самореалізації і самовизначенню. Дослідження поділяються на теоретичні та емпіричні.

Емпірична діяльність включає: спостереження, експеримент, опитування, анкетування та пізнавальну активність, пов'язану з осмисленням отриманих результатів. Теоретичні дослідження спрямовані на всебічне пізнання об'єктивної реальності, що вимагає пояснення встановлених фактів, формує теоретичні знання, базуючись на логічних методах пізнання (аналіз, синтез, аналогія, узагальнення, порівняння, класифікація, індукція, дедукція, моделювання). Для вирішення емпіричних задач використовують методи пізнання: спостереження, експеримент, вимір. Основна мета таких занять: прищеплення первинних навичок проведення експерименту, вміння висувати гіпотези, залучатися до творчості. Доцільно наголосити на основній групі методів пошуку розв'язків задач: мозковий штурм, асоціативні методи, перебір різних варіантів рішень, пов'язаних із систематизацією матеріалу, метод навідних питань. Для навчально-експериментальної діяльності учнів важливо створити середовище конструктивного навчання та самопроекування конструктивної діяльності у ній.

Таким середовищем можуть бути:

- кабінет фізики;
- домашня лабораторія молодого фізика;
- віртуальна лабораторія;

Основні поняття. *Дослідницька діяльність учнів* – освітня технологія, що використовує як основний засіб навчальне дослідження. Дослідницька діяльність передбачає виконання учнями навчальних дослідницьких завдань із заздалегідь невідомим рішенням, спрямованих на створення уявлень про об'єкт чи явище навколишнього світу, під керівництвом спеціаліста – вчителя-предметника, наукового співробітника тощо. *Навчальне дослідження* – освітній процес, реалізований з урахуванням технології дослідницької діяльності. Його основні характеристики: 1) виділення у навчальному матеріалі проблемних питань, що передбачають варіативність; спеціальне конструювання навчального процесу "від даних точок" чи проблемне подання матеріалу; 2) розвиток навичок формулювання гіпотез; 3) навчання роботи з різними джерелами інформації, на основі аналізу патентів або першоджерел (методики збору матеріалу, порівняння та ін.); 4) знайомство з першоджерелами; 5) розвиток навичок аналізу та вибору однієї версії, яка приймається як істинна.

Дослідницька поведінка – одна з фундаментальних форм взаємодії живих істот з реальним світом, спрямована на його пізнання, сутнісні характеристики діяльності людини. *Дослідницькі здібності* – індивідуальні особливості особистості, що є суб'єктивними умовами успішного здійснення дослідницької діяльності. *Дослідницька позиція* – значуща особистісна підстава, з якого людина не просто активно реагує на зміни які відбуваються у світі, а й відчуває потребу пошуку відповіді на раніше невідоме. Дослідницька позиція проявляється та розвивається у ході реалізації дослідницької діяльності. *Дослідницький проект учня* – специфічна форма наукової роботи учня. Головною метою дослідницького проекту є отримання уявлень про те чи інше явище.

Педагогічний проект керівника дослідницької роботи – організація навчального процесу на основі навчального дослідження. Його головною метою є досягнення освітнього результату - розвиток здібностей учнів аналізувати

отримані дані, планувати хід виконання роботи. З цією метою керівник аналізує схильності та здібності учнів, вікові особливості та пропонує ті чи інші теми досліджень, адаптує методики, створює умови для прояву пізнавальної ініціативи учасників.

Особливої уваги заслуговує авторська позиція учня у навчальних дослідженнях. Як було сказано, головною метою дослідницької роботи школярів є розвиток їхньої здатності критично мислити, формулювати проблему, шукати її вирішення. Цієї мети досягають найкраще, якщо дитині створюються умови для самостійної постановки завдань дослідження, вибору об'єкта та його аналізу. У цьому випадку юний дослідник діє відповідно до своїх інтересів та уподобань, займає творчу, авторську позицію при виконанні дослідження. Очевидним стає те, що на кожному етапі потрібно дати учневі певну свободу в роботі, іноді навіть на шкоду методиці, інакше дослідження може поступово перетворитися на послідовність стандартних навчальних етапів.

Метод проектів – спосіб ефективного будівництва будь-якого типу діяльності від задуму до отримання результатів. Метод проектів – форма організація навчання, коли учні набувають знання у процесі планування та виконання практичних завдань-проектів. У контексті нашого дослідження даний метод дозволяє спланувати дослідження, конструкторську розробку, управління тощо. Потрібно добре розуміти, що проект реалізації дослідження не є проектом, а залишається дослідженням, організованим проектним методом. Навчальне дослідження та наукове дослідження має ряд суттєвих відмінностей. Основна особливість дослідження у освітньому процесі – те, що він є навчальним, і переважно переслідує відповідно навчальну мету. Якщо в науці головною метою є здобуття нових знань, то в освіті мета дослідницької діяльності – придбання учням функціональних навичок ведення наукової роботи.

Основні етапи дослідження:

➤ орієнтування (виділення та усвідомлення проблеми – конкретного питання, що не має зараз відповіді; постановка мети дослідження);

- проблематизація (виявлення та усвідомлення проблеми – конкретного питання, що не має зараз відповіді; постановка мети дослідження);
- визначення методів (підбір та обґрунтування методів та методик дослідження, обмеження простору та вибір принципу відбору матеріалів дослідження);
- планування (формулювання послідовних завдань дослідження; розподіл послідовності дій щодо дослідження);
- збирання матеріалів або проведення експерименту (збір емпіричного матеріалу; постановка та проведення експерименту; первинна систематизація отриманих даних);
- аналіз (узагальнення, порівняння, аналіз, інтерпретація даних);
- рефлексія (співвідношення власних висновків з отриманими, з процесом проведення дослідження, з існуючими раніше знаннями та даними).

Незважаючи на те, що рефлексія і в проектуванні, і в дослідженні стоїть як останній завершальний етап, вона необхідна на всіх етапах. Для успішного здійснення дослідницької діяльності суб'єкту потрібна специфічна особистісна освіта - дослідницькі здібності. Дослідницькі здібності логічно кваліфікувати відповідно до традицій вітчизняної психології як індивідуальні особливості особистості, які є суб'єктивними умовами успішного здійснення дослідницької діяльності. Під "способами та прийомами дослідницької діяльності" необхідно розуміти способи та прийоми, необхідні при здійсненні дослідницької діяльності, такі, як:

- ✚ умінь бачити проблеми;
- ✚ умінь виробляти гіпотези;
- ✚ умінь спостерігати;
- ✚ умінь проводити експерименти;
- ✚ вміння давати визначення поняттям та інші.

Організація дослідницької діяльності школярів на уроках фізики вчителі-практики здійснюють через уроки вивчення нового матеріалу; уроки вирішення завдань; лабораторні та практичні роботи, які перетворені на уроки-дослідження;

домашні експериментальні завдання; участь у конкурсах науково-дослідних робіт; систему діагностики рівня сформованості дослідницьких умінь та навичок.

Наприклад, щодо нового матеріалу "звукові хвилі" учням пропонується фізичний експеримент і пропонується висунути гіпотезу: Як можна виявити хвилю? (Побачити, відчутти, почути). Візьмемо металеву лінійку і запитасмо себе: чи зможемо ми почути хвилю, створювану цією лінійкою?

Дослід з лінійкою. У першому випадку (дослід із довгою лінійкою) ми хвилю не почули, а ось у другому випадку (дослід із короткою лінійкою) – почули. Із чим це пов'язано? Які умови необхідні для того, щоб ми почули хвилю? Пропонується учням у робочих зошитах записати свої гіпотези. Пізніше дається відповідь про їх істинність. Найбільш ефективними є лабораторні роботи з фізики з дослідним елементом, де можна істотно розширити дослідження за межі пропонованого підручника. Наприклад, домашня лабораторна робота "Спостереження інтерференції та дифракції світла" може виглядати наступним чином.

Дослід 1. Опустіть дротяну рамку у мильний розчин. Поспостерігайте і замалюйте інтерференційну картину у мильній плівці. При освітленні плівки білим світлом (від вікна або лампи) виникає зафарбовування світлих полос: зверху у синій колір, знизу у червоний. З допомогою скляної трубки видуйте мильну кульку, поспостерігайте за нею. При освітленні її білим світлом спостерігають утворення кольорових інтерференційних кілець. За ступенем зменшення товщини плівки, кільця розширюючись, зміщуються вниз.

Дайте відповіді на запитання: 1. Чому мильні кульки мають кольорове забарвлення? 2. Яку форму мають кольорові смужки? 3. Чому колір кульки весь час змінюється?

Дослід 2. Ретельно протріть скляні пластинки, складіть їх разом і стисніть пальцями. Через неідеальну форму дотичних поверхонь між пластинками утворюються тонкі повітряні пустоти, які дають веселкові кільцеподібні або замкнуті неправильної форми полоси. При зміні сили, яка стискає пластинки,

розміщення і форма полос змінюється як і відбитому, так і у прохідному світлі. Замалюйте побачені вами картини.

Дайте відповіді на питання: 1. Чому в окремих місцях дотику пластин спостерігаються яскраві кольорові кільцеподібні або неправильної форми полоси? 2. Чому із зміною силою тиску, змінюється форма і розміщення отриманих інтерференційних полос?

Дослід 3. Покладіть горизонтально на рівні очей компакт-диск. Що ви спостерігаєте? Поясніть спостережуване явище. Опишіть інтерференційну картину.

Дослід 4. Погляньте через чорну капронову тканину на нитку розжарення лампи, яка горить. Повертаючи тканину навколо осі, досягніть чіткої дифракційної картини у вигляді двох дифракційних полос, які перетинаються під кутом 90° . Замалюйте спостережуваний дифракційних хрест.

Дослід 5. Розгляньте дві дифракційні картини при спостереженні нитки запаленої лампи через щілину, утворену губками штангенциркуля (при ширині щілини 0,05 мм і 0,8 мм). Опишіть зміну характеру інтерференційної картини при плавному повороті штангенциркуля навколо вертикальної осі (при ширині щілини 0,8 мм).

Найбільш доцільно дослідницьку діяльність планувати у позаурочний час. Такі роботи не лише дозволяють підвищувати якість знань учнів, розвивати експериментальні навички та уміння з фізики, а й дозволяють розширювати широту політехнічного кругозору, сприяють розвитку творчої інженерної думки. Оцінюючи успішності учня у проекті чи дослідженні необхідно розуміти, що найбільш значущою оцінкою йому є громадське визнання спроможності (успішності, результативності). Позитивної оцінки гідний будь-який рівень досягнутих результатів. Оцінювання ступеня сформованості умінь і навичок дослідницької діяльності є важливим для вчителя, який працює над формуванням відповідної компетентності у учня.

Дослідницька робота – це активна теоретична та практична діяльність учнів, яка розбурхує думку, формує рухливість розуму, привчає до творчого та

критичного осмислення знань. Дослідницькі вміння є спільними для багатьох навчальних дисциплін. Нині під час занять з різних предметів здійснюється різний підхід до формування цих умінь, що непродуктивно з погляду навчального часу, оскільки вміння формуються у процесі перетворюючої діяльності. При формуванні в учнів різноманітних умінь, зокрема і дослідних, реалізується цілий ряд функцій: навчальна функція проявляється при отриманні учнями нових знань, сприяє розумінню різних процесів, явищ, формує нові вміння, закріплює вміння, отримані раніше; розвиваюча функція полягає в тому, що викликає інтерес до науки, предмета; розвиває здібності до винахідництва та творчості; виховна функція дозволяє виробити уважність, акуратність у роботі, наполегливість, самостійність; закріплююча функція спрямована на повторення та закріплення отриманих знань, відпрацювання умінь; контролююча функція дозволяє вчителю судити про якість засвоєних знань, набутих та вироблених умінь і навичок, застосування цих умінь на практиці, про розвиток інтересу до дослідження, предмета.

До дослідницької діяльності учнів необхідно готувати. З'ясувалося, що за самостійної роботи у школярів виникають проблеми. Як показав досвід, найбільші труднощі викликає в учнів вміння правильно формулювати мету дослідження, висувати та обґрунтовувати гіпотезу, яку можна покласти в основу.

У традиційній методиці передбачається формування в учнів умінь формулювати і доводити гіпотезу. Однак без цього структурного елемента неможливо повністю розкрити методи наукового пізнання та дослідження. За виконання робіт дослідницького характеру необхідно звертати увагу те що, щоб учні відпрацьовували весь склад структурних елементів. Систематична та цілеспрямована робота з формування дослідницьких умінь учнів дає можливість вже на початковому етапі вивчення фізики залучити їх до наукового пошуку, навчити викладати свої думки на папері, вести публічну дискусію, відстоювати власні висновки. А значить зробити навчання більш ефективним і таким, що відповідає сучасним вимогам та сприяє формуванню експериментальної компетентності учнів.

2.3. Методична система домашніх навчально-дослідницьких завдань для формування експериментальної компетентності учнів.

Базою технічної освіти та основою науково-технічного прогресу на сьогодні виступає навчальна дисципліна – фізика. Саме вивчення загальних закономірностей природи в їх багатогранності є предметом вивчення фізики. Об'єктом фізичних досліджень на сьогодні відносять різноманітні явища та процеси (теплові, електричні, механічні та оптичні); а також систему процесів, які спостерігаються на Землі та в її надрах, властивості живих об'єктів та явищ живого світу. Основна мета вивчення фізики – це формування експериментальної компетентності учні. Отже забезпечити дослідним шляхом можливість вивчати закономірності природних явищ – є важливим і своєчасним завданням. Саме виконання порівняно нескладних ДНДЗ сприяє отриманню вмінь і навичок маніпулювання фізичним обладнанням, що дозволить і сприятиме засвоєнню теоретичного матеріалу. Виконання розроблених нижче навчально-дослідницьких завдань передбачає також статистичну обробку результатів вимірювань, які також сприятимуть формуванню експериментальної культури учня. Розглянемо приклади ДНДЗ.

2.3.1. ДНДЗ №1.

Назва ДНДЗ: Похила площина, її коефіцієнт корисної дії.

Мета роботи: Встановити існування залежності кута нахилу до горизонту похилої площини, коефіцієнта її корисної дії та виграшу в силі.

Обладнання: брусок з дерева, дерев'яна дошка, динамометр, рулетка вимірювальна, штатив, транспортир.

Теоретичні відомості. Коефіцієнтом корисної дії простого механізму називається відношення корисної роботи $A_{\text{кор}}$ до виконаної $A_{\text{пов}}$ роботи. Зазвичай дане відношення виражається у відсотках:

$$\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A_{\text{пов}}} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

За умови відсутності тертя, коефіцієнт корисної дії простого механізму загалом, та похилої площини зокрема прямує до одиниці, або у відсотках – до

100%. За даного наближення виконану деякою силою F роботу (що направлена у напрямку похилої площини та прикладена до тіла) можна вважати рівною роботі корисній: $A_{\text{пов}} = A_{\text{кор}}$. Нехай пройдений тілом шлях буде рівний S , тому повна робота буде визначатися із співвідношення: $A_{\text{пов}} = F \cdot S$. Якщо внаслідок руху по похилій площині, центр мас тіла піднявся на висоту H , то корисну роботу можна вважати рівною зміні потенціальної енергії тіла: $A_{\text{кор}} = m \cdot g \cdot H$. За умови, коли рух тіла по похилій площині можна прирівняти до руху з відсутністю сили тертя, дані роботи будуть рівними:

$$F \cdot S = m \cdot g \cdot H \quad (2.2)$$

Виграш у силі визначається із співвідношення $\frac{m \cdot g}{F}$. За відсутності сили тертя, із виразу (2.2) отримаємо:

$$k = \frac{m \cdot g}{F} = \frac{S}{H} \quad (2.3)$$

За наявності тертя між тілом та похилою площиною, даний виграш у силі, а відповідно і коефіцієнт корисної дії похилої площини зменшується:

$$\eta = \frac{m \cdot g \cdot H}{F \cdot S} \cdot 100\% \quad (2.4)$$

$$k = \frac{m \cdot g}{F}$$

При виконанні навчально-дослідницького завдання необхідно експериментально визначити виграш у силі та коефіцієнт корисної дії похилої площини.

Послідовність виконання роботи.

1. За рисунком 1 зберіть експериментальну установку. Для початкового куту нахилу $\alpha = 15^\circ$ (рис. 2) визначте довжину похилої площини S та висоту H , на яку буде підняте тіло.

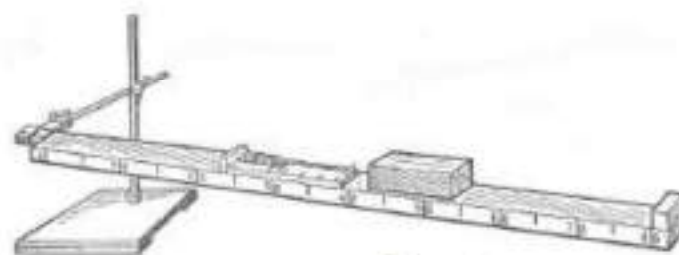


Рис. 1

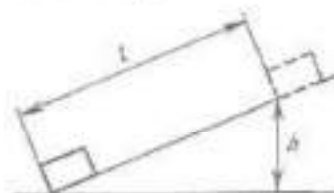


Рис. 2

2. Оцініть для даного кута нахилу похилої площини α , максимально можливе значення виграшу в силі $k_{max} = \frac{S}{H}$.

3. За допомогою динамометру визначте силу тяжіння, яка діє на брусок.

4. Розташуйте брусок на похилій площині та рівномірно тягніть за допомогою динамометру вгору по похилій площині. Зніміть покази динамометра F .

5. Обрахуйте за допомогою другої формули (2.4) виграш у силі, яку дає дана похила площина.

6. Обрахуйте та оцініть коефіцієнт корисної дії похилої площини.

7. Виконайте пункти 1-6 даної інструкції для інших значень кута нахилу похилої площини (30° і 45°).

8. Підсумкові результати вимірювань та обчислень подайте у вигляді звітної таблиці:

№	α	mg , Н	H , м	S , м	F , Н	k	η
<i>I</i>	<i>15</i>						
<i>II</i>	<i>30</i>						
<i>III</i>							

* - порівняйте отримані результати із теоретичним залежностями $k(\alpha)$ і $\eta(\alpha)$.

Контрольні запитання.

1. Наведіть приклади простих механізмів. Опишіть методику визначення для кожного з них виграшу в силі?

2. Яке призначення похилої площини?

3. Якими способами можна збільшити коефіцієнт корисної дії похилої площини?

4. Чи можна збільшити виграш у силі, яку дає похила площина? Яким чином?

5. Чи існує залежність між масою бруска та коефіцієнтом корисної дії похилої площини.

2.3.2. ДНДЗ №2.

Назва ДНДЗ: Вивчення деформації розтягу (оцінка модулю пружності).

Мета роботи: Встановити існування залежності видовження зразка від навантаження. Обчислити для капронової нитки модуль Юнга.

Обладнання: важки, мікрометр, рулетка, експериментальна установка.

Теоретичні відомості. Деформація – це процес зміни об'єму або форми твердого тіла, що обумовлена дією зовнішніх сил. За умови невеликих значень даних сил, при їх припиненні деформація зникає; за умови, коли значення даних сил значне, їх припинення спричинює залишкову деформацію. Момент появи мінімального значення залишкової деформації співпадає із досягненням межі пружності. У ряді випадків дію сили доцільно визначати за напругою, яка виникає у зразку, оскільки існує взаємозв'язок між геометричними розмірами зразка та результатом дії сили. Відношення сили F до площі поперечного перерізу зразка S називають напругою:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (2.5)$$

Отже можна дати означення межі пружності $\sigma_{\text{пр}}$, як напруги, за якої починає з'являтися пружна деформація. Фізичні тіла, що володіють низькими значеннями $\sigma_{\text{пр}}$ називають пластичними або непружними, а тіла, що володіють великим значенням даного коефіцієнта – пружними.

Найпростішими видами деформацій традиційно вважають деформацію зсуву та деформацію стиску (розтягу). Зрозуміло, що всі незначні (малі) деформації є не що інше, як послідовна сума стисків, зсувів та розтягів. При цьому кожна мала деформація задовольняє певні правила:

- загальна деформація, при дії декількох сил, дорівнює сумі деформацій (принцип суперпозиції);
- зміна напрямку дії зовнішньої сили змінює лише напрям деформації, а не її числове значення;
- прикладена напруга пропорційна величині деформації (у межах пружності).

Якщо деформація пружна, то для неї справджується закон Гука:

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \frac{F}{S} \quad (2.6)$$

$$\varepsilon = \alpha \cdot \sigma$$

У (2.6): $\Delta l = l - l_0$ – абсолютне видовження стрижня, l_0 – його довжина у початковий момент часу; α – коефіцієнт пружності (розтягу) $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ – видовження стрижня (відносне).

Модуль Юнга або модуль пружності це величина, яка обернено пропорційна коефіцієнту пружності:

$$E = \frac{l}{\alpha} = \frac{F \cdot l_0}{S \cdot \Delta l} \quad (2.7)$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Слід зауважити, що результат дії розтягуючої сили F на стрижень, проявляється не лише у зміні його повздовжніх розмірів, а і поперечних (відбувається так званий поперечний стиск). Позначимо через d – діаметр стрижня після деформації, а d_0 – діаметр стрижня до деформації:

$$\frac{\Delta d}{d_0} = \beta \cdot \frac{F}{S} \quad (2.8)$$

У останній формулі β – коефіцієнт поперечного стиску, $\Delta d = d - d_0$. Величину, яка дорівнює відношенню поперечного стиску (відносного), або відношення $\frac{\beta}{\alpha}$ називають коефіцієнтом Пуассона:

$$\mu = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\Delta d}{d_0} : \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.9)$$

Теоретичне значення μ для всіх ізотропних тіл рівне 0,25.

Опис експериментальної установки.

Експериментальна установка складається із довгої (приблизно 6 м) капронової нитки діаметром від 0,2 мм до 0,4 мм (доцільно використати рибальську волосінь). На рис. 1

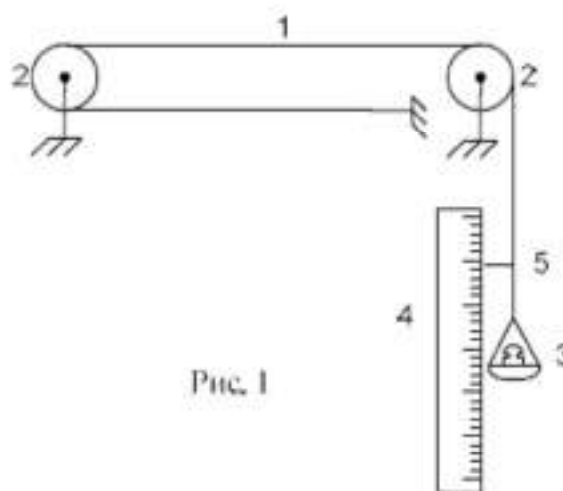


Рис. 1

волосінь позначена цифрою 1. Використовуючи блоки (2) нитку закріплено на робочому столі. Кінець нитки приєднаний до платформи для важків (3). Біля платформи вертикально закріплюється лінійка (4), по якій за допомогою показчика (5) здійснюється фіксація положення кінця нитки. Оскільки у ДНДЗ використовується нитка великої довжини, це дозволяє виміряти досить точно абсолютне видовження Δl навіть при відносно невеликих значеннях навантаження ($\approx 1\text{Н}$). В кінцевому випадку для різних значень сили Модуль Юнга визначається за формулою (2.7).

Послідовність виконання роботи

1. При ненавантаженій платформі виміряйте довжину капронової нитки l_0 за допомогою рулетки до стрілки-показчика (5). Максимальна похибка при даному вимірюванню – 1 см.

2. Визначте діаметр нитки d за допомогою мікрометра. Обчисліть середнє арифметичне значення кількох непарних вимірювань зроблених у різних місцях нитки.

3. Зафіксуйте n_0 – положення стрілки-показчика у початковий момент часу.

4. Поставте на платформу вантаж масою m . Вважаючи прискорення вільного падіння $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ обчисліть силу тяжіння F , яка діє на брусок.

5. Зафіксуйте значення положення стрілки n_1 .

6. Продовжуйте навантажувати платформу, послідовно добавляючи важки масою m г. Для кожного значення вантажу на платформі проведіть вимірювання показів стрілки $n_2, n_3, n_4 \dots$ і т. д.

7. Проведіть фіксацію показів стрілки від n_6, n_5, n_4 і т. д. до n_0 у зворотному напрямку, щораз розвантажуючи платформу по m г.

8. Сформуйте графік залежності навантаження F від видовження нитки:

$$\text{при } F_1 \Delta l_1 = n_1 - n_0$$

$$\text{при } F_2 \Delta l_2 = n_2 - n_0 \text{ і т. д.}$$

9. Проаналізуйте отриманий графік. Чи виконується згідно експериментальних даних закон Гука?

10. За робочою формулою визначте для кожного видовження модуль Юнга:

$$E = \frac{4Fl_0}{\pi d^2 \Delta l} \quad (2.10)$$

11. Обчисліть середнє арифметичне з отриманих значень E та порівняйте його з табличним.

12. Результати вимірювань та обчислень запишіть у формі звітної таблиці, враховуючи, що похибка вимірювань рівна: $\delta E_i = |E_i - E_{\text{ср}}|$.

13. Подайте кінцевий результат у вигляді $E = E_{\text{ср}} \pm \delta E_{\text{ср}}$, де $\delta E_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^N \delta E_i}{N}$.

№ з/п	$F=mg, H$	$l_0, м$	$d, м$	$\Delta l, м.$	$E, \frac{H}{м^2}$	δE
1						
2						
...						
<i>Середнє</i>	-			-		

Контрольні запитання

1. Дайте означення пружних деформацій.
2. Сформулюйте закон Гука.
3. Дайте визначення фізичного змісту модуля Юнга.
4. Дайте означення коефіцієнту Пуассона.
5. Поясніть фізичний зміст різних ділянок діаграми розтягу дроту.
6. Оцініть довжину мідного дроту, яка необхідна для того, щоб у випадку його вертикального підвісу відбулося його розірвання під дією власної ваги.

2.3.3. ДНДЗ №3.

Назва ДНДЗ: Вивчення коефіцієнту тертя ковзання.

Мета роботи: За допомогою вивчення руху тіла по колу, визначити коефіцієнт тертя ковзання бруска по дерев'яній платформі.

Обладнання: дерев'яні, металеві, пластмасові та гумові шайби, дерев'яна та металева платформа, програвач грампластинок $78 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$.

Теоретичні відомості. Якщо одне тіло рухається по поверхні іншого, то це призводить до виникнення сили тертя ковзання. Згідно означення, дана сила прямо-пропорційна силі реакції опори (або силі нормального тиску).

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N \quad (2.11)$$

μ - коефіцієнт тертя ковзання. Розглянемо диск, який рівномірно обертається навколо своєї осі, якщо при цьому покласти на деякій невеликій відстані R від його осі обертання предмет, то він залишиться відносно осі нерухомим (рис. 1). Рух тіла по колу відбувається з доцентровим прискоренням:

$$a_{\text{ц}} = \omega^2 \cdot R \quad (2.12)$$

де $\omega^2 = 2 \cdot \pi \cdot \nu$. Дане прискорення надається тілу силою тертя спокою (рис. 2).

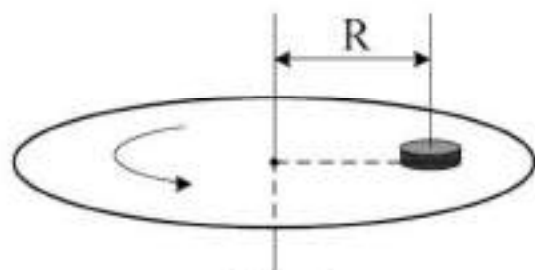


Рис. 1



Рис. 2

Якщо відстань тіла від осі обертання R збільшується, це призводить і до збільшення доцентрового прискорення, що відповідно проявляється і у зростанні сили тертя спокою. За деякого значення R_{max} максимального значення досягає і сила тертя спокою, перевищуючи яке тіло вже не утримається на диску. Приблизно можна припустити, що сила тертя ковзання буде рівна силі тертя спокою:

$$F_{\text{тр max}}^{\text{спок}} = F_{\text{тр}} = \mu \cdot N \quad (2.13)$$

Записавши розглядувану ситуацію згідно другого закону Ньютона, та виконавши проектування на осі координат отримаємо вираз для обчислення коефіцієнту тертя ковзання.

$$\begin{aligned} \vec{N} + m \cdot \vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} &= m \cdot \vec{a}_{\text{ц}} \\ \begin{cases} F_{\text{тр}} = m \cdot a_{\text{ц}} \\ N - mg = 0 \end{cases} & \text{Врахуємо (2.12) і (2.13)} \quad \begin{cases} \mu \cdot N = m \cdot \vartheta^2 \cdot R \\ N = mg \end{cases} \quad (2.14) \\ \mu \cdot m \cdot g = m \cdot \vartheta^2 \cdot R & \text{отримаємо} \quad \mu = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} = \frac{4\pi^2 \cdot \nu^2 \cdot R}{g} \end{aligned}$$



Рис. 3

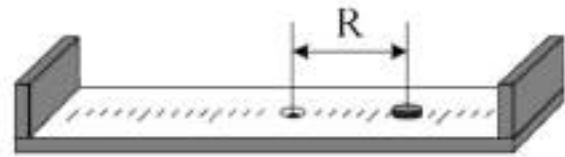


Рис. 4

Хід роботи

1. Присєднайте програвач грампластинок до мережі 220 В та переведіть його важіль «Запуск» у положення ►.

2. На рухомий диск програвача покладіть дерев'яну платформу (рис. 3). Виконайте операцію розміщення платформи на програвачі та зняття її з програвача кілька разів, поки не виробляться відповідні навички.

3. На знятій платформі на відстані $R = 4$ см від отвору покладіть дерев'яну шайбу.

4. Розмістіть платформу на диску та прослідкуйте, чи залишається шайба на платформі нерухомою відносно неї, обертаючись по колу.

5. Знявши платформу з диску, передвиньте шайбу на відстань $R = 5$ см від отвору $R = 4$ см від отвору. Поверніть платформу на диск і прослідкуйте, чи залишається шайба нерухомою на платформі. Дані дії повторюйте до тих пір, поки шайба не злетить із платформи. Якщо при відстані $R = 9$ см від отвору шайба є нерухомою, а при відстані $R = 10$ см від отвору злітає, то шукана відстань буде рівна $R_{max} = (7,5 \pm 0,5)$ см.

6. За формулою (2.14) обрахуйте коефіцієнт тертя ковзання для заданої пари матеріалів дерево-дерево.

7. Виконайте пункти 3 – 6 для пари матеріалів метал – дерево, пластмаса – дерево, гума – дерево та обчисліть коефіцієнт тертя ковзання.

8. Виконайте визначення та обчислення коефіцієнту тертя ковзання для металевої платформи і відповідно пар матеріалів метал – метал, пластмаса – метал, гума – метал.

9. Результати представте у вигляді звітної таблиці.

Контрольні запитання.

1. Яке тертя називають сухим? Розкрийте фізичну суть сил тертя.
2. Які причини впливають на зміну коефіцієнту тертя ковзання та від чого він залежить.
3. Які особливості сили тертя спокою?

2.3.4. ДНДЗ №4.

Назва ДНДЗ: ОСНОВНЕ РІВНЯННЯ ОБЕРТОВОГО РУХУ.

Мета роботи: Дослідити залежність моменту сили пружності нитки, що приводить диск у обертовий рух від його кутового прискорення.

Обладнання: блок, штатив, штангенциркуль, нитка, секундомір, набір важків, диск з набору для вивчення обертового руху.

Теоретичні відомості. При обертовому русі кутове прискорення тіла обернено пропорційне моменту інерції тіла I та прямо пропорційне моменту сил M :

$$\varepsilon = \frac{M}{I} \quad (2.15)$$

Дане рівняння (2.15) досить часто називають основним рівнянням динаміки обертового руху. Для його перевірки, скористаємося установкою, зображеною на рис. 1.

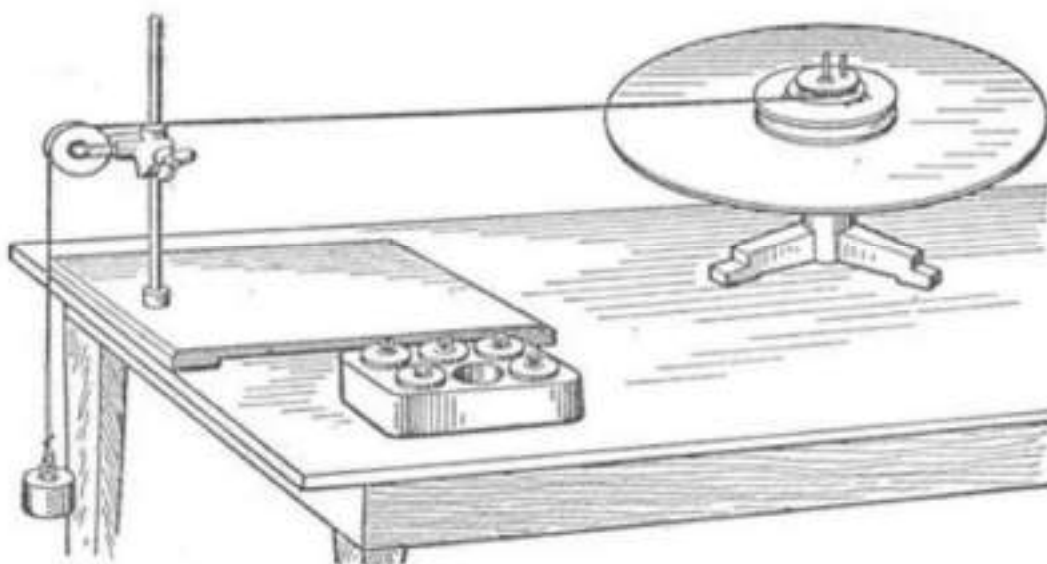


Рис. 1

Намотайте нитку на один із шківів радіуса R . Нитку перекиньте через блок і до її кінця підвісьте вантаж масою m . Момент сили натягу нитки буде рівним відповідно $M = T \cdot R$.

Модуль сили натягу нитки T можна знайти, застосувавши до даної системи другий закон Ньютона (рис. 2).

$$\vec{T} + m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a} \quad (2.16)$$

Проектуючи рівняння (2.16) на вісь OY , отримаємо:

$$T - mg = -ma, \quad \text{звідки: } T = m \cdot (g - a) \quad (2.17)$$

В даному ДНДЗ числове значення прискорення вантажу a значно менше за числове значення прискорення вільного падіння g : $a \ll g$. Отже можна припустити, що

$$T \approx m \cdot g \quad \text{і} \quad M = m \cdot g \cdot R \quad (2.18)$$

Із означення кутового прискорення можна записати: $\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{t}$. У всіх дослідах даного ДНДЗ $\omega_0 = 0$, тому:

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} \quad (2.19)$$

У останній формулі ω - кутова швидкість диску, яка буде на момент падіння вантажу, тобто через проміжок часу t .

Порядок виконання роботи

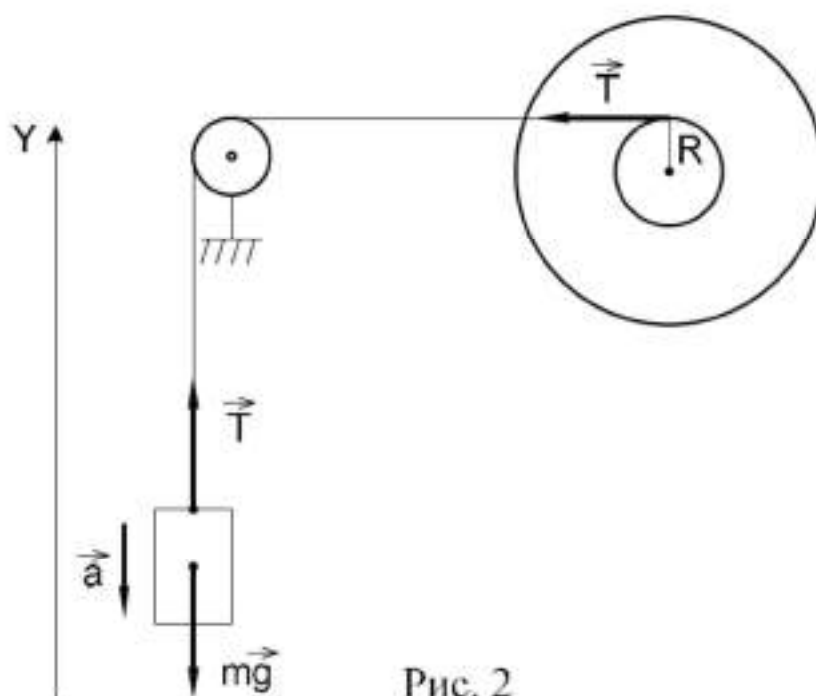


Рис. 2

Дослід 1. Дослідження залежності кутового прискорення від сили, яка діє на диск при сталому плечі цієї сили.

1. На верхній шків радіуса R_1 намотайте нитку, перекиньте її через блок і почепіть до неї вантажок масою 100 г.

2. Розташуйте на максимальній висоті над підлогою вантаж. Слід мати на увазі, що у всіх експериментах відстань, яку проходить вантаж, повинна бути однаковою, тому шлях від основи вантажу до підлоги повинен бути зафіксований. Відпускаючи диск, за допомогою секундоміра визначаємо час опускання вантажу t_1 .

3. Повторюючи дослід кілька разів (бажано парну кількість), обчислюємо середнє значення часу \bar{t}_1 .

4. Обчисліть кутову швидкість обертання диска ω_1 . Для цього визначте час, протягом якого диск робить певну фіксовану цілу кількість обертів. Після опускання вантажу, нитка повинна повністю змотатися із шківа. Кутова швидкість обчислюватиметься із формул:

$$\omega_1 = \frac{\varphi_1}{t'_1} = \frac{2\pi N}{t'_1} = \frac{10\pi}{t'_1} \quad (2.20)$$

t'_1 - проміжок часу, протягом якого диск здійснив фіксовану кількість повних обертів.

5. Дослід потрібно повторити п'ять-шість разів і знайти середнє значення часу t'_1 .

6. Визначіть кутове прискорення диску $\varepsilon_1 = \frac{\omega_1}{t_1}$.

7. Виконайте дослід, використовуючи вантаж $m_2 = 0,2$ кг (прикріпивши ще один вантажок). Для даного навантаження обчисліть кутове прискорення ε_2 і кутову швидкість ω_2 : $\varepsilon_2 = \frac{\omega_2}{t_2}$, $\omega_2 = \frac{10\pi}{t'_2}$.

8. Результати вимірювань і обчислень подайте у вигляді таблиці.

R_1 10^{-2} м	F_1 Н	F_2 Н	$\frac{F_1}{F_2}$	t_1 с	t'_1 с	ω_1 с^{-1}	ε_1 с^{-2}	t_2 с	t'_2 с	ω_2 с^{-1}	ε_2 с^{-2}	$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$
2,5	1	2	0,5									

9. Порівняйте відношення $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$ і $\frac{F_1}{F_2}$, оцініть межі похибок та сформулюйте

висновок.

Дослід 2. Дослідження залежності кутового прискорення від плеча сили, яка діє на диск.

1. На нижній шків радіуса R_2 намотайте нитку, перекиньте її через блок і почепіть до неї вантажок масою 100 г. Аналогічно до дослідів 1 обчисліть t_3 , час падіння вантажу.

2. Обчисліть кутове прискорення ε_3 та кутову швидкість ω_3 обертання диску за формулами: $\varepsilon_3 = \frac{\omega_3}{t_3}$, $\omega_3 = \frac{10\pi}{t_3}$.

3. Сформулюйте висновки, порівнюючи відношення $\frac{R_1}{R_2}$ і $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}$ (R_1 та ε_1 візьміть із завдання 1).

4. Отримані результати занесіть у звітну таблицю.

$F_1,$ Н	$R_1,$ 10^{-2} м	$R_2,$ 10^{-2} м	$\frac{R_1}{R_2}$	$t_3,$ с	$t_3',$ с	$\omega_3,$ с^{-1}	$\varepsilon_3,$ с^{-2}	$\varepsilon_1,$ с^{-2}	$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_3}$
1	2,5	5	0,5						

5. Порівнюючи числові значення відношень кутових прискорень і моментів відповідних сил, сформулюйте загальний висновок за проведену роботу. Обчисліть момент інерції диска $I = \frac{M}{\varepsilon}$.

Контрольні запитання.

1. Опишіть будову і принцип дії використовуваної для перевірки основного рівняння динаміки обертального руху установки.

2. Визначте лінійне прискорення руху вантажку та порівняйте його із прискоренням вільного падіння. Оцініть правильність припущення про те, що $a \ll g$.

3. Чим обумовлена неточність співпадання відношень $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$ і $\frac{M_1}{M_2}$. Яким чином можна збільшити чи зменшити момент інерції диску?

2.3.5. ДНДЗ №5.

Назва ДНДЗ: ПЕРЕВІРКА ЗАКОНУ ЗБЕРЕЖЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.

Мета роботи: Зробити порівняння зменшення потенціальної енергії прикріпленого до пружини вантажка під час падіння із збільшенням потенціальної енергії розтягнутої пружини.

Обладнання: динамометр, штатив, лінійка, фіксатор, нитка із гачком, набір важків масою по 100 г, обмежувач.

Теоретичні відомості. Згідно фізичної теорії, у ізольованій системі виконується закон збереження механічної енергії, якщо у ній діють сили пружності і гравітаційні сили. Очевидно, що при цьому повна енергія системи, тобто сума її кінетичної і потенціальної енергії залишається сталою.

Використаємо установку, зображену на рис. 1 для експериментальної перевірки даного закону. Піднімання рукою важка, прикріпленого до крючка, призводить до збільшення його потенціальної енергії. Якщо даний процес здійснити так, щоб пружина динамометра стала повністю нерозтягнутою, то вантаж відносно столу матиме потенціальну енергію mgh_1 , де h_1 – висота розміщення важка над столом. Спробуємо відпустити вантажок і прослідкувати за його рухом.

При русі вниз, він буде розтягувати пружину і на певній висоті h_2 на деякий момент часу зупиниться. Для даного моменту часу характерне співвідношення $F_{\text{пр}} > mg$, тому після паузи очевидно, що вантажок розпочне рухатися вгору, після певного проміжку – вниз і т. д. (зауважимо, що

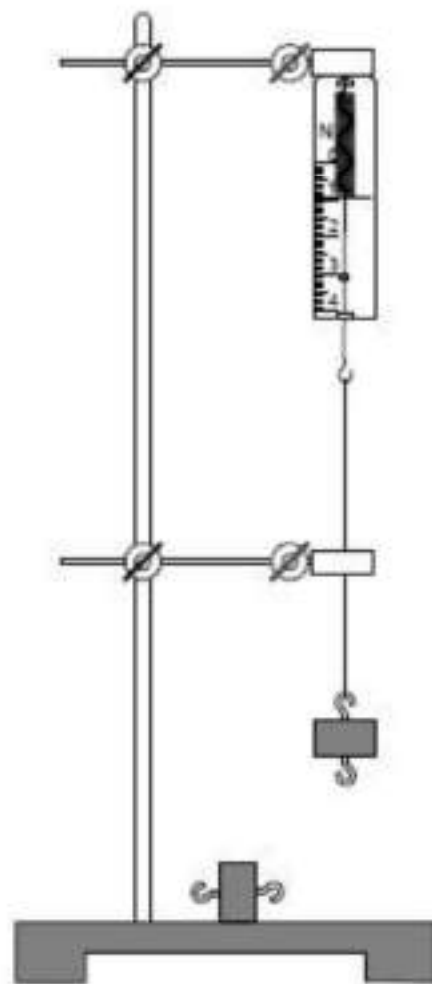


Рис. 1



Рис. 2

коливальні рухи важка швидко згасають). Якщо у момент першої зупинки вантажка зафіксувати висоту h_2 , то можна визначити зміну його потенціальної енергії $\Delta E^B = E_1^B - E_2^B$. Запишемо закон збереження:

$$E_1^B + E_1^{np} = E_2^B + E_2^{np} \quad (2.21)$$

Зауважимо, що у рівнянні (1) міститься лише одна з видів енергії – потенціальна, оскільки кінетична енергія вантажка у обох положеннях рівна нулю. У рівнянні (2.21) індекс «в» позначає енергію важка, а індекс «пр» – енергію пружини, при цьому $E_1^{np} = 0$, звідки $E_2^{np} = E_1^B - E_2^B$. При цьому потенціальну енергію пружини можна визначити за формулою $E_2^{np} = \frac{k \cdot x^2}{2}$, а $x = h_1 - h_2 = \Delta h$. Отже, $\Delta E^B = mg\Delta h$ і $\Delta E^B = E_2^{np}$.

Завдання НДЗ полягає у порівнянні значень ΔE^B і E_2^{np} . Для точнішого визначення нижнього положення важка доцільно використати фіксатор 1 (рис. 3). Фіксатор являє собою легеньку коркову пластинку із прорізаною ножем щілиною до її середини. Зазначена пластинка надівається на стрижень динамометра, повинна дуже легенько переміщуватися вздовж нього однак не падати вниз самовільно. Для виготовлення фіксатора можна використати і інші матеріали (картонка, пінопласт, пластик) або використати його заміну (вузлик із гуми, тощо). Для полегшення руху фіксатора по динамометрі, стрижень останнього рекомендується змастити олією.

Порядок виконання роботи

1. Змастіть стрижень динамометру оливою та перевірте легкість ходу фіксатора.

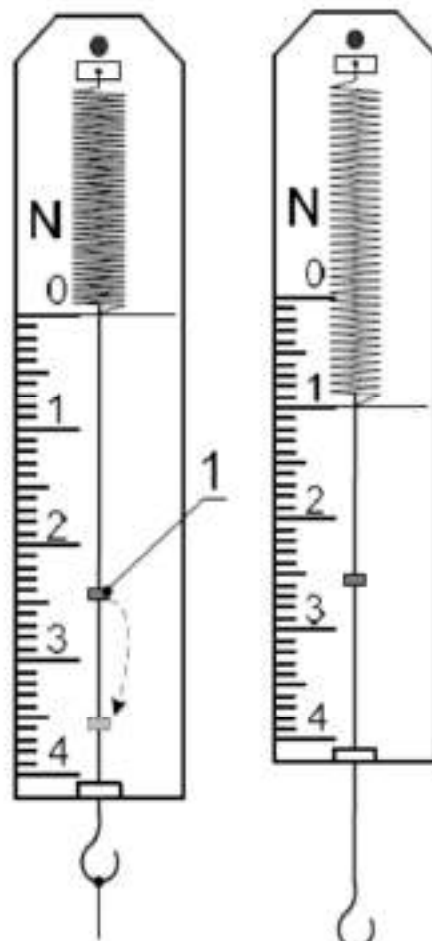


Рис. 3

Рис. 4

2. Рукою підніміть вантажок, щоб пружина динамометру не була у розтягнутому стані. Змістіть дещо фіксатор до нижньої частини шкали (рис. 3).

3. Без поштовху але різко відпустіть вантаж. У процесі падіння він розтягне пружину і змістить фіксатор (рис. 4).

4. Відтягніть рукою вантажок донизу, поки фіксатор не торкнеться обмежувальної дужки динамометра 2 (рис. 5). Надалі слідкуйте за тим, щоб фіксатор не змістився зі свого нового положення.

5. Зафіксуйте положення стрілки покажчика динамометра і виміряйте лінійкою видовження пружини x (рис. 5).

6. Повторивши дослід кілька разів, обчисліть середнє значення видовження пружини $x_{\text{ср}}$.

7. Проведіть обрахунки $\Delta E^{\text{в}}$ і $E_2^{\text{нр}}$. Щоб знайти жорсткість пружини $k = \frac{F_{\text{нр}}}{x}$, використайте шкалу динамометра, чи визначте лінійкою видовження пружини при підвішеному вантажку ($F_{\text{нр}} = mg$).

8. Повторно виконайте пункти 2-7 для двох підвішених вантажків.

9. Проведіть порівняння значень величин $\Delta E^{\text{в}}$ і $E_2^{\text{нр}}$. Оцініть відхилення експериментальних результатів від теоретичних $\varepsilon = \left| 1 - \frac{\Delta E^{\text{в}}}{E_2^{\text{нр}}} \right| \cdot 100\%$. Зробіть висновки.

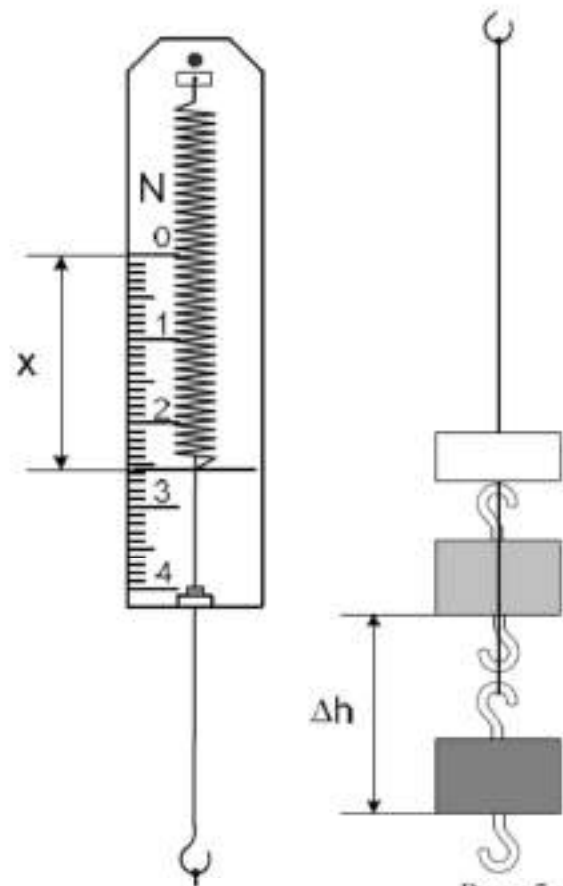


Рис. 5

Контрольні запитання.

1. Дайте визначення закону збереження механічної енергії.
2. Поясніть причини виникнення розбіжностей у теоретичних та експериментальних даних.

3. У якому із дослідів (при використанні одного чи двох вантажків) відхилення експериментальних даних від теоретичним є більшим і чому?

2.3.6. ДНДЗ №6.

Назва ДНДЗ: ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ГІДРОСТАТИЧНОГО ЗВАЖУВАННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ТВЕРДОГО ТІЛА ТА РІДИНИ.

Мета роботи: навчитися визначати густину твердих тіл та рідин, знаючи закон Архімеда та густину води.

Обладнання: терези, тверді тіла різного матеріалу, набір важків, досліджувана рідина, дистильована рідина.

Теоретичні відомості. Маса одиниці об'єму речовини називається густиною. Якщо відому масу тіла поділити на його об'єм, то отримаємо густину даного тіла:

$$\rho_T = \frac{m}{V} \quad (2.22)$$

Для знаходження маси тіла використовують терези, що дають відносно точні результати. Однак знайти об'єм тіла, особливо неправильної форми, вдається уже із значною похибкою, що призводить і до значної похибки кінцевого результату. Метод гідростатичного зважування дозволяє зменшити загальну похибку, розглянемо його більш детально.

За допомогою рибальської волосіні або тонкої дротини підвісьте досліджуване тіло до шальки терезів (рис. 1) та зважте його.

Отримане значення дасть нам вагу тіла у повітрі $P_1 = m_1 \cdot g$. Знехтувавши виштовхувальною силою, що діє з боку повітря на тіло і важки, можна припустити, що маса тіла рівна масі важків $m_1 = m_2$. Після визначення маси, зануримо тіло у дистильовану воду, густина якої ρ_0 та зрівноважимо терези. Дане вимірювання дасть нам вагу тіла у воді P_2 (рис. 2).

$$P_2 = mg - F_A \quad (2.23)$$

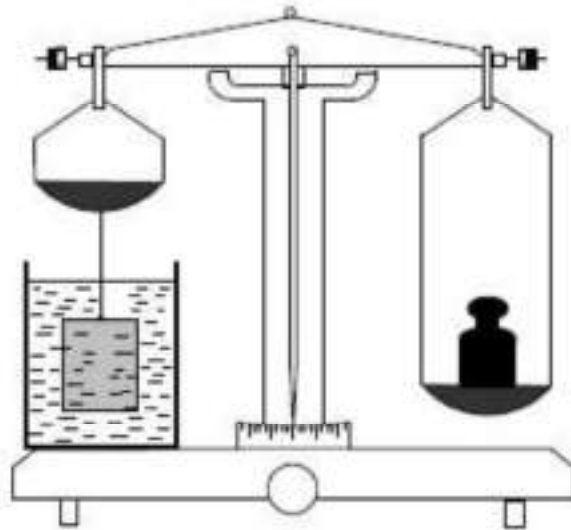


Рис. 1

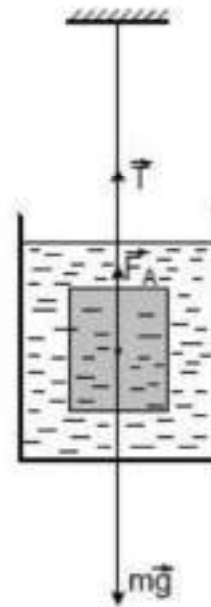


Рис. 2

Оскільки $P_2 = m_2 g$, де m_2 - маса важків при зважуванні, $F_A = \rho_0 V g$, де V - об'єм тіла. Отже $m_2 g = m_1 \cdot g - \rho_0 V g$, оскільки $V = \frac{m_1}{\rho_T}$, то $m_2 g = m_1 \cdot g - \rho_0 \frac{m_1}{\rho_T} g$. Після незначних перетворень і спрощень отримаємо:

$$\rho_T = \rho_0 \frac{m_1}{m_1 - m_2} \quad (2.24)$$

Метод гідростатичного зважування дає змогу провести визначення і густини рідини. Для реалізації даного завдання потрібно провести зважування тіла і у досліджуваній рідині. В результаті даного зважування отримаємо:

$$\begin{aligned} P_3 &= m \cdot g - F_A^1 \\ P_3 &= m_3 \cdot g, \quad F_A^1 = \rho_p \cdot V \cdot g \\ m_3 \cdot g &= m_1 \cdot g - \rho_p \cdot V \cdot g \\ \rho_p &= \frac{m_1 - m_3}{V} \end{aligned} \quad (2.25)$$

Якщо підставимо у (2.25) отриманий раніше вираз для об'єму тіла і його густини, то отримаємо:

$$\begin{aligned} \rho_p &= \frac{m_1 - m_3}{m_1} \rho_T \\ \rho_p &= \frac{m_1 - m_3}{m_1} \rho_0 \frac{m_1}{m_1 - m_2} \\ \rho_p &= \rho_0 \frac{m_1 - m_3}{m_1 - m_2} \end{aligned} \quad (2.26)$$

Порядок виконання роботи

1. За допомогою гідростатичних терезів зважте у дистильованій воді та повітрі тіло. Значення мас важків, які при цьому використовувалися m_1 та m_2 запишіть у звітну таблицю. У робочих формулах значення мас стоять у відношеннях, тому знайдені величини можна записати у грамах. Проведення даної операції доцільно здійснити два-три рази.

2. Проведіть процес зважування тіла у досліджуваній рідині, попередньо видаливши залишки води із попереднього зважування. Операцію виконайте кілька разів і дані m_3 занесіть у таблицю.

3. Якщо планується проводити визначення густини різних твердих тіл, то пункти 1-2 слід провести для кожного з тіл. При цьому рекомендуємо використовувати різні звітні таблиці.

4. Обчисліть за формулами (2.24) та (2.26) густину тіла та досліджуваної рідини ($\rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$).

5. Обрахуйте похибки проведених вимірювань за формулами:

$$\text{Для } \rho_T: \quad E_T = \frac{\Delta\rho_0}{\rho_0} + \frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\Delta m_1 + \Delta m_2}{m_1 - m_2}.$$

$$\text{Для } \rho_P: \quad E_P = \frac{\Delta\rho_0}{\rho_0} + \frac{\Delta m_1 + \Delta m_3}{m_1 - m_3} + \frac{\Delta m_1 + \Delta m_2}{m_1 - m_2}.$$

$\frac{\Delta\rho_0}{\rho_0}$ не перевищує $\frac{3}{1000}$, або 0,3%; Δm_1 , Δm_2 , і Δm_3 зазвичай визначаються як половина маси найменшого важка, що використовувався при зважуванні. При цьому якщо у останніх формулах якийсь із доданків значно менший від інших, то цілком логічно ним знехтувати.

№	$m_1, \text{г}$	$m_2, \text{г}$	$m_3, \text{г}$	$\rho_T, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$E_T, \%$	$\rho_P, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$E_P, \%$
1							
2							
3							
Сер.							

Контрольні запитання

1. Що називається густиною тіла? В яких одиницях вона вимірюється?
2. Поясніть та сформулюйте закон Архімеда для газів та рідин.

3. У загальному випадку чи є необхідним внесення поправки на виштовхувальну силу при зважуванні у повітрі? За яких умов маса тіла буде точно відповідати масі важків?

2.3.7. ДНДЗ №7.

Назва ДНДЗ: ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕМАТИЧНОГО МАЯТНИКА.

Мета роботи: Зробити дослідну перевірку правильності формули математичного маятника для різних кутів його відхилення від положення рівноваги та різних довжин маятника.

Обладнання: секундомір, штатив, транспортир, рулетка, кулька на нитці.

Теоретичні відомості. Матеріальна точка, яка підвішена на невагомій нерозтяжній нитці і коливається навколо положення рівноваги називається математичним маятником. Моделлю математичного маятника можна вважати металеву кульку невеликого радіусу, яка підвішена на тонкій міцній нерозтяжній нитці. Якщо маятник зміщений від положення рівноваги на невеликий кут, то він буде здійснювати гармонічні коливання. Період даних коливань буде визначатися рівнянням:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (2.27)$$

де l – довжина маятника. У даному завданні передбачається перевірка відношення (2.27) для різних кутів відхилення та різних довжин математичного маятника. Частота, це величина, яка обернена до періоду, отже:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}} = \frac{\sqrt{g}}{2\pi \sqrt{l}} \quad (2.28)$$

З останнього рівняння випливає, що добуток частоти маятника на корінь квадратний з його довжини має бути величина стала:

$$\nu \cdot \sqrt{l} = \frac{\sqrt{g}}{2\pi} = \text{const} \quad (2.29)$$

При $g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, дана константа дорівнює: $(0,4985 \pm 0,0005) \frac{1}{\text{с}}$.

Порядок виконання роботи

Дослід 1. Вплив довжини математичного маятника на частоту його коливань.

1. Виготовіть математичний маятник із довжиною нитки, приблизно рівною 1 метру. За допомогою рулетки встановіть l довжину математичного маятника, l – це відстань від центру кульки до точки підвісу (рис. 1). Точність визначення довжини математичного маятника необхідно забезпечити в 1 – 2 мм. Оскільки вказану довжину виміряти одній людині досить важко і незручно, тому запросіть на допомогу когось із батьків чи родичів.

2. Відхиліть математичний маятник від положення рівноваги на кут, рівний $\alpha = 3^\circ - 5^\circ$ та відпустіть його. Пропустивши кілька перших коливань, запусіть секундомір та визначте час, протягом якого маятник здійснює 30 – 50 повних коливань.

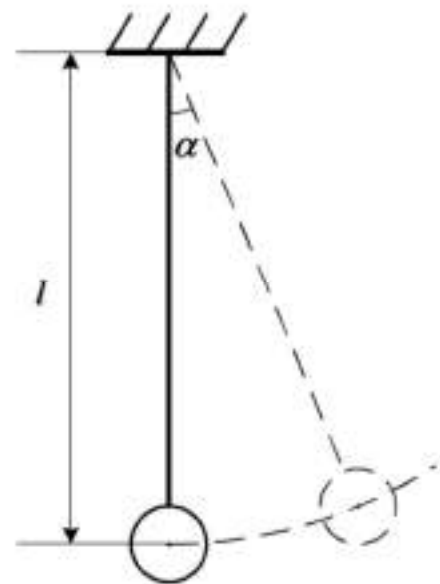


Рис. 1

3. Повторіть дослід ще два рази.

4. Зменшуючи довжину маятника у два рази, повторіть знову вимірювання величин l і t .

5. Повторно зменшіть довжину знову у два рази та визначте час 50 коливань. Враховуючи, що період коливань зменшується, для підвищення точності вимірювання доцільно збільшувати кількість коливань.

6. Для кожного з проведених дослідів обчисліть частоту коливань $\nu = \frac{N}{t}$, корінь квадратний з довжини \sqrt{l} та добуток $\nu \cdot \sqrt{l}$. Результати вимірювань та обчислень зручно подати у вигляді звітної таблиці.

N	$l, \text{ м}$	N	$t, \text{ с}$	$\nu, \text{ с}^{-1}$	$\sqrt{l}, \text{ м}^{\frac{1}{2}}$	$\nu \sqrt{l}, \text{ м}^{\frac{1}{2}} \text{ с}^{-1}$
1						
2						
3						

Завдання 2. Встановлення взаємозв'язку між амплітудою та частотою коливань математичного маятника

1. На початковому етапі візьміть маятник, довжиною близько одного метру. За допомогою рулетки визначте час 30-50 коливань, аналогічно до того, як це описано у п. п. 1 і 2 завдання 1 (для кута $\alpha = 3^0 - 5^0$), виміряйте довжину математичного маятника з точністю до міліметрів.

2. Обрахуйте експериментальну частоту коливань маятника $\nu_e = \frac{N}{t}$.

3. Повторно визначте частоту коливань математичного маятника для інших кутів відхилення 20^0 , 40^0 і 60^0 від вертикалі. Як видно із експерименту, при великих кутах відхилення математичного маятника, стабільність його коливань зменшується, отже рекомендуємо обмежити кількість коливань меншим числом (25 - 30).

4. За формулою (2.28) обрахуйте теоретичне значення частоти ν коливань. Для даного обрахунку слід вважати $g = 9,81 \frac{m}{c^2}$ і $\pi = 3,1416$.

5. Знайдіть похибку проведеного експерименту $E = \frac{\nu_e - \nu}{\nu} \cdot 100\%$.

6. Результати обчислень і вимірювань подайте у вигляді таблиці. Зробіть висновки до кожного із завдань.

№	l, m	α	N	t, c	ν_e, c^{-1}	ν, c^{-1}	E, %
1							
2							
3							
4							

Контрольні запитання.

1. Дайте означення гармонічний коливань.
 2. Які умови необхідно створити для виникнення гармонічних механічних коливань?

3. Чи існує залежність між довжиною математичного маятника та його частотою коливань? Чи підтверджується дана залежність експериментально? теоретично?

4. Оцініть та прокоментуйте відхилення отриманих значень частоти коливань маятника при великих кутах від теоретичних.

2.3.8. ДНДЗ №8.

Назва ДНДЗ: ВИМІРЮВАННЯ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ.

Мета роботи: Визначити значення атмосферного тиску для даної місцевості при вивченні ізотермічного розширення газів.

Обладнання: вода, барометр, рулетка, дві скляні 50 см трубки, з'єднані гумовою трубкою, гумовий корок.

Теоретичні відомості. Газовий процес, в ході якого залишається сталою температура, називається ізотермічним. За умови, що сталою залишається і маса газу, то його можна описати законом Бойля-Маріотта: Добуток тиску газу на його об'єм є величина стала для даної маси газу і сталої температури:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (2.30)$$

Дане ДНЗН ґрунтується на ізотермічному процесі, який здійснюється із повітрям, яке знаходиться між гумовим корком і поверхнею води (рис. 1).

З'єднані гумовим шлангом дві скляні трубки заповнюються водою і закріплюються на штативі так, як показано на рис. 1а.

При цьому ліва трубка закривається корком; та вимірюється висота стовпа повітря l_1 .

Тиск цього повітря очевидно дорівнює атмосферному $p_1 = p_a$. Після цього штатив із правою трубкою максимально опускається та визначається висота повітряного стовпця у лівій трубці l_2 (див рис. 1б).

У даному експерименті розширення повітря можна вважати ізотермічним, при цьому тиск повітря у трубці зменшується на величину гідростатичного тиску $p = \rho gh$, тобто стає рівним $p_2 = p_a \cdot p = p_a \cdot \rho gh$.

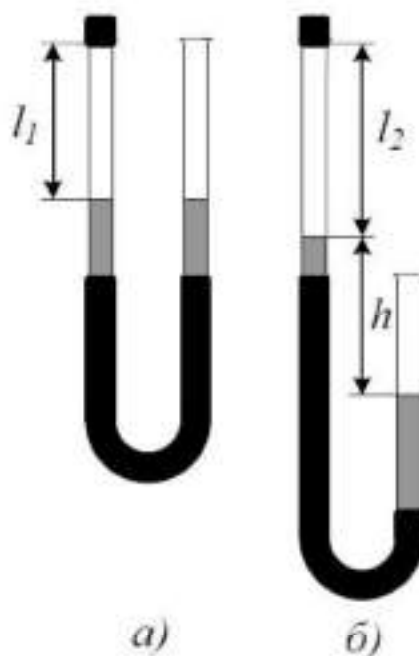


Рис. 1

Об'єм повітря у трубці рівний добутку висоти стовпа на площу поперечного перерізу: $V_1 = S \cdot l_1$, $V_2 = S \cdot l_2$. Вирази для p_1 , p_2 , V_1 , V_2 підставимо у (2.30).

$$p_a \cdot S \cdot l_1 = (p_a \cdot \rho \cdot g \cdot h) \cdot S \cdot l_2 \quad (2.31)$$

Поділимо праву і ліву частину (2.31) на S , розв'яжемо отримане рівняння відносно p_a :

$$p_a \cdot l_1 = p_a \cdot l_2 - \rho g h l_2 \quad p_a \cdot (l_2 - l_1) = \rho g h l_2$$

$$p_a = \frac{\rho g h l_2}{l_2 - l_1} \quad (2.32)$$

Порядок виконання роботи

1. Встановіть трубки у штативах так, як показано на рис 1а, попередньо вийнявши з лівої трубки корок. При даній процедурі висота стовпця повітря l_1 повинна бути рівною 40÷50 см. Зачинивши трубку (ліву) корком, виміряйте висоту l_1 .

2. Праву трубку опустіть на висоту одного метру (доцільно зняти штатив з нею зі столу на підлогу). Виміряйте повітря l_2 та h . Підвищення точності вимірювань висоти h трубки необхідно розташовувати на одній вертикалі одну під іншою.

3. За формулою (2.32) обчисліть тиск атмосфери. Проведіть порівняння отриманого значення атмосферного тиску p_a із показами барометру p_b . Сформулюйте висновок.

4. Результати обчислень і вимірювань запишіть у вигляді таблиці.

№ П/П	l_1 , м	l_2 , м	h , м	p_a , Па	p_b , Па

5. Повторіть дослід з іншим значенням l_1 .

* - проведіть експериментальне завдання, у якому б повітря стискувалося ізотермічно а не розширювалося. Яким чином зміниться при цьому робоча формула?

Контрольні запитання

1. Дайте формулювання законів для ідеального газу: закону Шарля, закону Бойля-Маріотта та закону Гей-Люссака.

2. Зобразіть графіки основних ізопроцесів у координатних осях PT , VT , PV .
3. Чи можливо реалізувати дослід Торрічеллі з використанням замість ртуті води?
4. Яким чином можливо підвищити точність вимірювання атмосферного тиску?

2.3.9. ДНДЗ №9.

Назва ДНДЗ: ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ГУСТИНИ РОЗЧИНУ ВІД КОНЦЕНТРАЦІЇ СОЛІ У НЬОМУ.

Мета роботи: Сформувати навички вимірювання густини рідини з допомогою ареометра. Навчитися досліджувати залежність густини розчину від кількості розчиненої у ньому солі.

Обладнання: вода, кухонна сіль, терези з важками, ареометри, мензурка, колба.

Теоретичні відомості. Зазвичай кожна рідина є не що інше, як суміш різноманітних речовин. У випадку, коли одна із речовин у суміші знаходиться у кількості, що значно перевищує інші, то такі суміші називають розчинами. Відповідно речовина, яка є переважаючою, називається розчинником. Найбільш часто зустрічаються розчини, які складаються із двох речовин – бінарні, складові елементи відповідно називаються розчинником і розчиненою речовиною.

Кількісною характеристикою розчинів є концентрація, яка показує вміст розчинника (тобто розчиненої речовини) у розчині. Для задання концентрації використовують кілька способів:

1. Молярна доля – це відношення кількості молів розчиненої речовини до загального числа молів розчину:

$$C_v = \frac{v}{v+v_p} \quad (2.33)$$

2. Масова доля – це відношення маси розчиненої речовини до загальної маси розчину. Зазвичай масова концентрація визначається у відсотках (m – маса розчиненої речовини, m_p – маса розчинника, $m + m_p$ – маса розчину):

$$C = \frac{m}{m+m_p} \quad (2.34)$$

3. Молярність – це концентрація розчину, виражена у молях, яка знаходиться у 1 літрі розчину (однак не 1л розчинника!). При цьому розчин, який містить 1 моль розчиненої речовини називають молярним або одномолярним.

4. Якщо розчин отриманий розчиненням одного моля (або його частин) речовини у 1 кг розчинник, то такі розчини називаються моляльними (Для прикладу приготування одномоляльного розчину *NaCl* розчиняють 58,457 г цієї солі у 1 кг води, приводячи масу води в даних умовах до об'єму).

Існують випадки, коли процес насичення однієї речовини іншою речовиною може протікати надзвичайно довго (наприклад спирт у воді). Поряд з цим, існують і такі речовини, які у даному розчині розчиняються лише до певної найбільшої концентрації. Дана максимальна рівноважна концентрація називається розчинністю. При цьому розчини із максимальною концентрацією називаються насиченими. Розчинність речовин залежить і від тиску з температурою. Як відомо, маса одиниці об'єму речовини називається густиною: $\rho = \frac{m}{V}$. Для визначення густини частіше за все використовують два способи.



Рис. 1

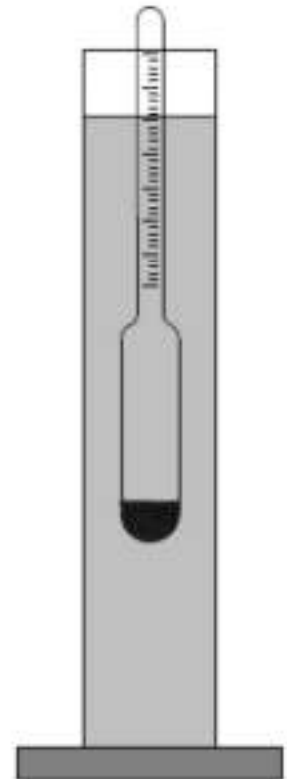


Рис. 2

1). З використанням ареометра – рис. 1. Ареометр – це прилад, який складається із скляного циліндру, у нижній частині якого є розширення, заповнене дробом. Шкала з поділками розміщена у вузькій верхній частині. Ареометр тим більше занурюється у рідину, чим менша її густина, відповідно поділки шкали ареометра нанесені таким чином, щоб зверху було позначене найменше значення густини, яке можна виміряти, а знизу – найбільше.

2). Пікнометр – це невелика колба, об'єм яких до мітки відомий з достатньою точністю; проводячи зважування за допомогою пустого і заповненого пікнометра, визначають масу деякого об'єму рідини.

Виконання завдання здійснюється за допомогою ареометра. Щоб визначити густину рідини, її наливають у циліндр зі скла, об'ємом 0,25-0,5 л. (геометричні розміри циліндра безпосередньо залежать від геометричних розмірів ареометра). Рідина у циліндр наливається не до краю, а з врахуванням об'єму ареометра, щоб вона не перелилась через край. Ареометр занурюється у циліндр повільно, поки не стане зрозуміло, що він плаває у рідині. При вимірюванні ареометр повинен міститися у середині циліндра та не торкатися його стінок, адже розміщення ареометра у вимірному циліндрику безпосередньо впливає на точність вимірювання. Після проведення кожного вимірювання густини ареометр необхідно вимити у воді, витерти та покласти у футляр.

Порядок виконання роботи

1. Відміряйте за допомогою мензурки 100÷150 мл води і вилийте у колбу (воду рекомендовано брати кімнатної температури).
2. Проведіть зважування 5 г кухонної солі та помістіть її у колбу. Розчиніть сіль, помішуючи суміш.
3. Помістіть утворений розчин у циліндр (не доливши 2÷3 см до верху), опустіть ареометр легенько у розчин. Значення густини занесіть у записник.
4. Перелийте розчин назад у колбу та додайте туди ще 5 г. солі. Визначте нову густину суміші, попередньо розчинивши нову порцію солі.
5. Для отримання достовірних результатів пункти 2÷4 доцільно повторити п'ять – шість разів. Концентрацію розчинів для кожного з випадків обчисліть за формулою $C = \frac{m_c}{m_c + m_v} 100\%$, де m_c – маса солі, m_v – маса води.
6. За даними обчислень та вимірювань накресліть графік залежності $\rho(C)$ та зробіть висновки.

Контрольні запитання

1. Що таке концентрація розчину?

2. Дайте означення густини речовини та опишіть способи її визначення?
3. Дайте означення насиченим розчинам?
4. Що таке розчинність та яким чином вона залежить від температури?
5. Яка частина графіку $\rho(C)$ свідчить про те, що розчин став насиченим?

2.3.10. ДНДЗ №10.

Назва ДНДЗ: ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО РОЗШИРЕННЯ ВОДИ.

Мета роботи: Встановити вид залежності від температури коефіцієнта теплового розширення води.

Обладнання: вода, кухонна сіль, лід, молоток, велика кювета, тонкостінна скляна колба об'ємом 0,5 л з пробкою, із пропущеною трубкою довжиною 40 см з внутрішнім діаметром біля 2 мм, термометр, посудина об'ємом 2 – 3 л.

Теоретичні відомості. Для води притаманно багато особливостей, які виокремлюють її серед усіх інших рідин. Її питома теплосмність ($4186 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$) набагато більша за інші речовини (приблизно у 10 разів більша, ніж у заліза, та у 35 разів більша ніж у свинцю). Величезна питома теплота пароутворення води ($2,45 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ при 20°C); серед усіх рідин (за винятком ртуті) вода володіє найбільшим значенням коефіцієнту поверхневого натягу ($72,7 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$ при 20°C). Слід відмітити, що при зниженні температури вода стискується, зростаючи густиною до максимального значення при 4°C , після чого починає розширюватися, не зважаючи на те, що температура її продовжує знижуватися. У процесі замерзання вода не стискується, як більшість речовин, а розширюється, при чому густина її зменшується. Слід наголосити, що об'єм льоду на 9% більший за об'єм води, з якої він утворився, саме тому на поверхні води лід плаває. Молекулу води можна

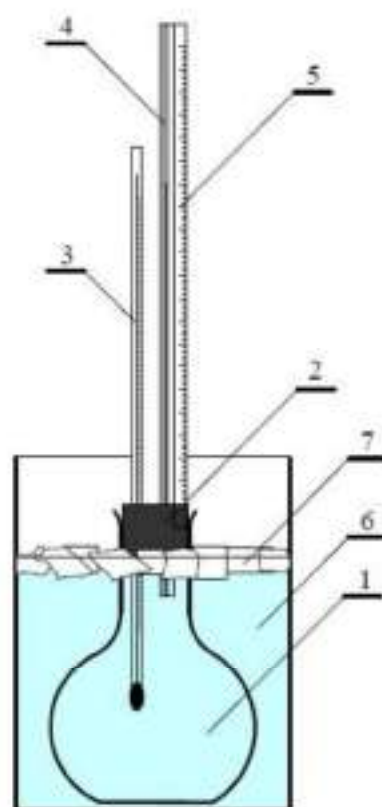


Рис. 1.

розглядати як рівнобедрений трикутник, у вершині якого знаходиться атом кисню, а в основі – два протони. При цьому у кристалі льоду існують водневі зв'язки, вони виникають завдяки ковалентній взаємодії.

Не лише для води характерна аномальна поведінка теплового розширення. Дане явище спостерігається у алмазі, при охолодженні нижче $42\text{ }^{\circ}\text{C}$, йодистому сріблі, у діапазоні від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+142\text{ }^{\circ}\text{C}$. У даному завданні потрібно експериментально встановити температурний коефіцієнт об'ємного розширення води у температурному діапазоні від $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Відомо, що коефіцієнт об'ємного розширення β дорівнює:

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t^{\circ}} \quad (2.35)$$

де ΔV – зміна об'єму води при зміні температури на Δt° .

На рис. 1 зображено прилад для проведення ДНДЗ. Він містить колбу (1), щільно закриту гумовою пробкою (2). У гумовій пробці наявні отвори для розміщення термометра (3) та скляної трубки (4) завдовжки 30-40 см та внутрішнім діаметром 2 мм. Паралельно трубці розміщена лінійка (5). Колбу слід заповнити водою таким чином, щоб у ній були відсутні повітряні бульбашки, а рівень у трубці (4) встановився на висоті $\frac{3}{4}$ за температури $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Зміна температури води, яка є у колбі, здійснюється зануренням її у посудину (6) з гарячою водою (температура зростає) або льоду (7) (температура спадає). Зміну об'єму води можна оцінити за зміною Δh висоти у трубці (4) води: $\Delta V = \frac{\pi d^2}{4} \Delta h$.

Порядок виконання роботи

1. Для початку виконання роботи необхідно визначити внутрішній діаметр трубки d . Вирізаємо із цупкого паперу трикутник із висотою $AB=1\text{ см}$ та $CB=10\text{ см}$. (рис. 2). На зображенні трикутника ставляться позначки через 1 або 2 мм. Якщо поставитися до даного процесу відповідально, то похибка не буде перевищувати $0,1-0,2\text{ мм}$.

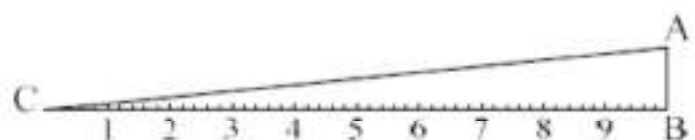


Рис. 2.

2. Налийте у посудину холодної води (наближено *на 3 – 4 см*) та помістіть туди колбу. Покази термометра та висоти стовпчика води за шкалою знімають після встановлення рівноваги.

3. Розмільчіть лід (близько 0,5 кг) та покладіть його у посудину (6) та записуйте положення стовпчика води у трубці та покази термометру через 1 °С.

4. Коли вода у колбі стане температурою 2 °С її зниження стає надто повільним. Прискорення охолодження здійснюється шляхом посипання льоду у посудині сіллю.

5. Після охолодження води в колбі до 0 °С, її витягують із посудини.

6. Повільно нагріваючись від повітря, прослідкуйте за зміною стовпчика води у трубці, знову через 1 °С запишіть покази термометра та положення стовпчика води у трубці.

7. Сформулюйте висновок за результатами проведеного експерименту.

8. За заданою у теоретичних відомостях формулою обрахуйте температурний коефіцієнт об'ємного розширення води.

Обчислення рекомендовано виконати для інтервалів температур: 0 °С – 1 °С, 1 °С – 2 °С, 2 °С – 3 °С, 3 °С – 4 °С, 4 °С – 5 °С, 5 °С – 6 °С, 6 °С – 8 °С, 8 °С – 10 °С, 10 °С – 15 °С, 15 °С – 20 °С.

* - Додаткове завдання. Проведіть обрахунок коефіцієнту об'ємного розширення води із врахуванням того факту, що скло також зазнає розширення. Через розширення скла, яке спонукається зміною температури зміна об'єму дорівнюватиме: $\Delta V_c = V_0 \beta_c \Delta t$, при цьому висота стовпчина рідини у трубці 4 буде становити: $|\Delta h_c| = \frac{4\Delta V}{\pi d^2} = \frac{4V_0 \beta_c \Delta t}{\pi d^2}$.

$$|\Delta h_c| = \frac{4 \cdot 290 \text{ см}^3 \cdot 28,5 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1} \cdot \Delta t}{3,1415 \cdot (0,215)^2 \cdot \text{см}^2} = 0,23 \text{ см} \cdot \Delta t.$$

Контрольні запитання.

1. Поясніть причини розширення тіл при нагріванні.
2. Який взаємозв'язок між коефіцієнтом лінійного та коефіцієнтом об'ємного розширення твердих тіл.

3. Як пояснити та у чому суть теплового розширення води.

Температурний коефіцієнт об'ємного розширення води

Температура води	0	1°	2°	3°	4°	5°	10°	20°	30°	40°
$\beta, \times 10^{-6} \frac{1}{град}$	- 63	- 49	- 31	- 15	0,0	17	95	210	300	390

Коефіцієнт (температурний) лінійного розширення скла дорівнює:

$\alpha_c = 9,5 \times 10^{-6} \text{град}^{-1}$; об'ємного - $\beta_c \approx 3\alpha = 28,5 \times 10^{-6} \text{град}^{-1}$.

ВИСНОВКИ

Відповідно до соціальних і технологічних змін сучасна школа повинна не лише давати деякий об'єм знань і вмінь, але й формувати таку людину, яка могла б критично мислити, приймати дієві рішення, виробляти особисту позицію і світогляд, уміти адаптуватися до умов життя, змінюючи його на краще. Компетентнісний підхід сприяє формуванню ключових і предметних компетенцій. Компетентнісний підхід до вивчення фізики учнями в закладі середньої освіти спонукає учителя на продуктивну спільну навчально-виховну діяльність з учнями, на здійснення допомоги учням із отримання ними не лише теоретичних фізичних знань і методів фізики на емпіричному, теоретичному рівнях, але і навичками практичної діяльності. Компетентнісний зміст освіти проходить наскрізною лінією через всі навчальні предмети, отримуючи кожен раз реалістичне, діяльнісне, особистісне і соціально значуще втілення у відповідному навчальному матеріалі.

Базою технічної освіти та основою науково-технічного прогресу на сьогодні виступає навчальна дисципліна – фізика. Саме вивчення загальних закономірностей природи в їх багатогранності є предметом вивчення фізики. Об'єктом фізичних досліджень на сьогодні відносять різноманітні явища та процеси (теплові, електричні, механічні та оптичні); а також систему процесів, які спостерігаються на Землі та в її надрах, властивості живих об'єктів та явищ живого світу. Основна мета вивчення фізики – це формування експериментальної компетентності учні. Отже забезпечити дослідним шляхом можливість вивчати закономірності природних явищ – є важливим і своєчасним завданням. Саме виконання порівняно нескладних ДНДЗ сприяє отриманню вмінь і навичок маніпулювання фізичним обладнанням, що дозволить і сприятиме засвоєнню теоретичного матеріалу. Виконання розроблених нижче навчально-дослідницьких завдань передбачає також статистичну обробку результатів вимірювань, які також сприятимуть формуванню експериментальної культури учня.

Дослідницько-експериментальний підхід у навчально - виховному процесі сприяє розвитку в старшокласників творчої свідомості, яка лежить в основі самоорганізації й активного прагнення до самореалізації. Основними якісними показниками розробленої методики є особистісна зорієнтованість на саморозвиток кожного учня, можливість організувати активну експериментальну домашню роботу всіх учнів і водночас диференціювати її відповідно до особливостей розвитку окремих школярів, здатність до модифікації: учитель може творчо використати запропоновану методику, дещо змінивши чи доповнивши її.

Основні результати наукового дослідження проблеми формування експериментальної компетентності учнів, можна сформулювати наступні висновки: аналіз теоретичних напрацювань учених, досвід підготовки майбутніх учителів природничих наук дозволив виявити наявні суперечності між: потужним дидактичним навчальним методом фізичним експериментом та недостатньою його реалізацією у практичній діяльності загальноосвітньої школи; нагальною потребою підвищення якості підготовленості випускників та відсутністю ефективних методик модернізації навчання майбутніх учителів на засадах розвитку і формування їх експериментальної компетентності; необхідністю якісної сучасної професійної підготовки майбутніх учителів до застосування методик експериментування у домашній роботі.

В посібнику розглянуто теоретичні аспекти формування експериментальної компетентності учнів; розкрито сутність понять "компетентісний підхід", "компетентність", "компетенція", "професійна компетентність"; охарактеризовано експериментальну компетентність, як системо-утворююче поняття компетентісного аналізу, розкрито основні механізми її формування; розкрито методичні особливості формування експериментальної компетентності під час проведення фізичного експерименту; запропоновано методичну систему домашніх навчально-дослідницьких завдань для формування експериментальної компетентності учнів; дані теоретичних розробок підтверджено результатами педагогічного експерименту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новий тлумачний словник української мови (у трьох томах) / укладачі : В. В. Яременко, О. М. Сліпущко. – Том 1, А – К. – Київ: вид-во “АКОНІТ”. – 2006. – 926 с.
2. Нагач М.В. Підготовка майбутніх учителів у школах професійного розвитку в США: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.04 "Теорія і методика професійної освіти" / М.В. Нагач; Університет менеджменту освіти Академії педагогічних наук України. – К., 2008. – 21 с.
3. Химинець В.В. Інноваційна освітня діяльність / В.В. Химинець. – Тернопіль: Мандрівець, 2009. – 360 с.
4. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики: колективна монографія / [Н.М. Бібік, Л.С. Ващенко, О.І. Локшина [та ін.]; за заг. ред. О.В. Овчарук. – К.: «К.І.С.», 2004. – 112 с.
5. Професійна освіта: словник: навч. посіб. / уклад С.У. Гончаренко [та ін.]; за ред. Н.Г. Ничкало. – К.: Вища школа, 2000. – 380 с.
6. Равен Дж. Компетентність в сучасному суспільстві: виявлення, розвиток і реалізація / Дж. Равен. – Таллін: КогітоЦентр, 2002. – 396 с.
7. Теоретичні і методичні засади моделювання фахової компетентності керівників закладів освіти: монографія / [Г.В. Єльнікова, О.І. Зайченко, В.І. Маслов та ін.]; за ред. Г.В. Єльнікової. – К.; Чернівці: Книги-XXI, 2010. – 460 с.
8. Дасюк Ж.М. Психологічний аналіз проблеми комунікативної компетентності у вітчизняній та зарубіжній науковій думці / Ж.М. Дасюк // Проблеми загальної та педагогічної психології / за ред. С.Д. Максименка. – К.: Міленіум, 2007. – Т. IX. – Ч. 4. – С.137-142.
9. Навчання професійного іншомовного спілкування студентів: монографія / [Г.А.Чередніченко, Л.В. Вікторова, Л.Ю. Шапран, Л.І. Куниця]. – К.: Інкос-Видавництво, 2013. – 464 с.

10. Атаманчук П.С. Методична система експериментальної підготовки майбутніх учителів фізики / П.С. Атаманчук, С.І. Дмитрук, В.В. Мендерецький // Матеріали II Між народної науково-практичної конференції «Фізико-технічна і фізична освіта у гуманістичній парадигмі» (м. Керч, 10–13 вересня 2009 року). – Керч : РВВ КДМТУ, 2009. – С. 5-7.

11. Дмитрук С.І. Сучасна система навчального фізичного експерименту / С.І. Дмитрук // Збірник наукових праць молодих вчених Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2009. – Вип. 1. – С. 130-132.

12. Мендерецький В.В. Навчальний експеримент в системі підготовки вчителя фізики: [монографія] / В.В. Мендерецький. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, редакційно-видавничий відділ, 2006. – 256 с.

13. Мендерецький В.В. Розвиток педагогічної компетентності у майбутніх учителів загальноосвітніх закладів / В.В. Мендерецький, О.П. Панчук // Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. Вип. 11. – Рівне : РВВ РДГ, 2008. – С. 61-64.

14. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика, 7-12 класи, [навчально-практичне видання] / [укладач. О.І. Бугайов та інші] – К.: Ірпінь, 2005. – 80 с.

15. Вербицький В.В. Формування ключових компетентностей учнів – основне завдання навчального закладу [Електронний ресурс] / В.В. Вербицький. – Режим доступу: <http://lib.iitta.gov.ua/2372/1/Verbytsky.pdf>.

16. Галатюк М.Ю. Формування експериментальної компоненти у контексті розвитку навчально-пізнавальної компетентності старшокласників / М.Ю. Галатюк // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана

Огієнка, 2010. – Вип. 16: Формування професійних компетентностей майбутніх учителів фізико-технологічного профілю в умовах євроінтеграції. – С. 143-145.

17. Головань М.С. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду [Електронний ресурс] / М.С. Головань. – Режим доступу: http://www.uabs.edu.ua/images/stories/docs/K_VM/Holovan_03.pdf.

18. Гура О.І. Сутність професійної компетентності викладача ВНЗ [Електронний ресурс] / О.І. Гура. – Режим доступу: <http://studentam.net.ua/content/view/7702/97/>.

19. Кузьменко О.С. Формування професійної компетентності студентів вищих навчальних закладів з позиції акмеологічного підходу / О.С. Кузьменко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2013. – Вип. 19: Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. – С. 93-95.

20. Мендерецький В.В. Психолого-педагогічні основи формування експериментальної компетентності школярів / В.В. Мендерецький, С.І. Дмитрук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна, 2011. – Вип. 17. – С. 96-99.

21. Слюсаренко В.В. (2012) Шкільний фізичний експеримент при вивченні законів збереження у профільній школі. Фізика. Нові технології навчання. (10), 108-112.

22. Слюсаренко В.В. (2015) Методика формування експериментальних компетентностей старшокласників з використанням вимірювального комплексу на уроках фізики: дис. ... кандидата пед. наук : 13.00.02. Кіровоград: Україна.

23. Галатюк Ю.М. (2007) Дослідницька робота учнів з фізики. – Харків:, Основа: 2007. – 243 с.

24. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики. – Київ: Радянська школа: 1990. – 156 с.

25. Кузьменко О.С. Формування професійної компетентності студентів вищих навчальних закладів з позиції акмеологічного підходу. // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна, (19), 2013. С. 93-95.
26. Слюсаренко В.В. Експериментальна компетентність та її складові. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки (168). 2018. С. 224-228.
27. Форкун Н.В. Методична система навчання фізики в старшій школі на засадах компетентнісного підходу: теоретичний аспект. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна, (20). 2018. С. 117-119.
28. Слюсаренко В.В. Використання інноваційних технологій на уроках фізики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції (Київ, 18-23 серпня 2022 року), 2022. С. 849-956.
29. Мендерецький В.В. Розвиток педагогічної компетентності у майбутніх учителів загальноосвітніх закладів. Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. № 11, 2008. С. 61-64.
30. Мельник Ю.С., Сіпій В.В. Формування предметної компетентності старшокласників у процесі навчання фізики. – Київ: ТОВ КОНВІ ПРІНТ. 2008. – 148 с.
31. Антонова О.Є. Залучення старшокласників до науково-дослідної діяльності, МАН як засіб розвитку їх дослідницьких здібностей / URL: <http://eprints.zu.edu.ua/12509/1/3.pdf>.
32. Артемчук Г.І. Методика організації науково-дослідницької роботи: Навч. посіб. К.: Форум, 2000. 117 с.
33. В.Г. Кремень; Академія педагогічних наук України. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – С. 743-745.
34. Білоус С.Ю. Як розвинути в учня якості дослідника, або методика дослідницьких ланцюжків. - Х.: «Основа», 2004. 160 с.
35. Бухлова Н. Навчасно вчитися: діагностика і формування самоосвітньої компетентності учнів. К.: В.Д. «Шкільний світ»: Вид-во Л. Галіцина, 2006.

36. Важинський С. Е., Щербак Т. І. Методика та організація наукових досліджень: Навч. посіб. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. 260 с.

37. Васильєва С.О. Основи організації науково-дослідної діяльності учнів у загальноосвітньому навчальному закладі. URL: <https://www.sportpedagogy.org.ua/html/journal/2009-12/09vsaeeci.pdf>

38. Вербицький В. Методичні засади формування практичного розуму цілеспрямованого учня. // Позашкільна освіта і виховання, 2006. С. 19-22.

39. Вернидуб Р.М., Завалевський Ю.І., Петрова Ж.Г. Організація науково-дослідної роботи учнів: методичний посібник. - Тернопіль: Мандрівець, 2010. 369 с.

40. Вознюк О.В. Формування дослідницьких умінь та актуалізації дослідницьких здібностей у дітей та молоді. Наукові записки Малої академії наук України. Сбірник Наукових праць. Серія: Педагогічні науки. Вип. 2. - К.:, 2012. С. 50-62.

41. Голобородько В.В. Наукова робота учнів. - Х.: Вид. група Основа, 2005. 208 с.

42. Колінець Г. Г. Формування дослідницьких здібностей у старшокласників / Г.Г. Колінець // Обдарована дитина. - 1999. - № 5. - С. 29-39.

43. Кущенко І. Ю. Мотивація науково-дослідницької діяльності учнів – запорука успішності в навчальній і поза навчальній роботі. URL: http://umo.edu.ua/images/content/nashi_vydanya/metod_upr_osvit/v_1/7.pdf

44. Фізика. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика. 10–11 класи. [Електронний ресурс] // Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України (наказ МОН молоді та спорту України від 6 червня 2012 р. № 664) зі змінами та доповненнями (наказ МОН України від 29 червня 2015 р. № 585. – Режим доступу: [http://mon.gov.ua/content/Osvita/post-derzh-stan-\(1\).pdf](http://mon.gov.ua/content/Osvita/post-derzh-stan-(1).pdf).

45. Фізика і астрономія. 10-11 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

46. Олефіренко Т.О. Формування графічної компетентності у майбутніх учителів технологій: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.04 / Олефіренко Тарас Олексійович. – К., 2012. – 232 с.

47. Садовий М.І. Методика формування експериментаторської компетентності у майбутніх учителів технологій / М.І. Садовий // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Кіровоград, 2015. – Вип. 8, Ч. 4. – С. 3-10.

48. Заболотний В. Ф. Експериментальна компетентність як складова професійної підготовки студентів / В. Ф. Заболотний, В. О. Демкова // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. - 2015. - Вип. 127. - С. 49-52. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2015_127_14.

49. Ігнатюк О.А. Формування готовності майбутнього інженера до професійного самовдосконалення : теорія і практика. Харків, 2009. 432 с. 7.

50. Ковтонюк М.М. Теоретичні і методичні засади фундаменталізації загальнопрофесійної підготовки майбутнього учителя математики : дис. д-ра пед. наук : 13.00.04. Вінниця, 2014. 400 с. 8.

51. Марцева Л.А. Теоретичні та методичні основи професійної підготовки молодших спеціалістів радіотехнічного профілю: дис.д-ра пед. наук : 13.00.04. Львів, 2015. 459 с. 9.

52. Атаманчук П.С. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в основній школі / П. С. Атаманчук, О. І. Ляшенко, В. В. Мендерецький, О. М. Ніколаєв. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Под. нац. ун-т ім. І. Огієнка, 2010. – 292 с.

53. Бугайов О.І., Величко С.П. Короткий нарис розвитку шкільного фізичного експерименту в Україні : Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін // Зб. наук.-метод. пр. Рівненського держ. гуманіт. ун-ту. – Рівне: РДГУ, 1999. – Вип. 1. – С. 4–15.

54. Гайдучок Г.М., Нижник В.Г. Фронтальний експеримент з фізики в 7–11 класах середньої школи: Посіб. для вчителя. – К.: Рад. шк., 1989. – 89 с.

55. Державний стандарт базової і повної середньої освіти / Освіта України, №5. 20 січня - 2004. - С.8-10.

56. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / Під заг. ред. О.В.Овчарук. – К.: «К.І.С.», 2004. – 112 с.

57. Ляшенко О.І., Мендерецький В.В. Особливості формування експериментальних умінь учнів 7–8 класів. // Методика викладання математики і фізики: Респ. наук–метод. зб. / Під ред. О.І. Бугайова, 1991. – Вип. №7. – С. 93–99.

58. Методичні основи організації і проведення навчального фізичного експерименту: навчальний посібник / П. С. Атаманчук, О. І. Ляшенко, В. В. Мендерецький, А. М. Кух. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О. А., 2006. – 216 с. – (Рекомендовано МОН України, лист Міністерства освіти і науки України № 14/18.2-3075 від 29.12.2005 р.).

59. Овчарук О.В. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти // Директор школи. Україна.- 2005. - № 3. - С. 31-34

60. Федішова Н.В. Адаптація першокурсників до виконання лабораторних фізичних практикумів // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ імені В. Винниченка, 2001. – Вип. 39.– С. 191–198 с.

Формування експериментальної компетентності учнів шляхом виконання домашніх навчально-дослідницьких завдань з фізики. Методичний посібник для вчителів фізики та астрономії, здобувачів вищої освіти з спеціальностей: А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія); А4.15 Середня освіта (Природничі науки) / Автори-укладачі: В.О. Мислінчук, Р.М. Корнійчук.

Автори-укладачі:

Володимир Олександрович Мислінчук

Руслан Миколайович Корнійчук

Відповідальний редактор: к.п.н., доц. Мислінчук В.О.

Технічний редактор: Р.М. Корнійчук

Комп'ютерна верстка: Р.М. Корнійчук

Підписано до друку 29. 10. 2025 р.

Формат 60×84 1/16. Папір друкарський

Умов. друк. арк. 9,7.

Тираж 30 примірників.

Редакційно-видавничий відділ

Рівненського державного гуманітарного університету,

33028, м. Рівне, вул. С. Бандери, 12

Володимир
МИСЛІНЧУК

Руслан
КОРНІЙЧУК

Формування
експериментальної
компетентності учнів
шляхом виконання
домашніх навчально-
дослідницьких завдань

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
РІВНЕ 2025