

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики та методики її навчання

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

(підпис) (прізвище, ініціали)

«__» _____ 20__ р.

Реєстраційний № _____

«__» _____ 20__ р.

ПРОБЛЕМНИЙ ПІДХІД ДО НАВЧАННЯ КОЛИВАЛЬНИХ
ПРОЦЕСІВ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

Кваліфікаційна робота студента
групи ФМм-23
ступінь вищої освіти магістр
спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика та
астрономія)

Кошмана Олексія Вікторовича

Керівник:

кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач
кафедри фізики та методики її навчання

Слюсаренко Микола Анатолійович

Оцінка:

Національна шкала _____

Шкала ECTS ___ Кількість балів ___

Голова ЕК _____

(підпис) (прізвище, ініціали)

Члени ЕК _____

(підпис) (прізвище, ініціали)

(підпис) (прізвище, ініціали)

(підпис) (прізвище, ініціали)

ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Кошман Олексій Вікторович, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомлений. Чітко усвідомлюю, що у разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМНОГО ПІДХОДУ В НАВЧАННІ ФІЗИКИ.	7
1.1. Історичні етапи становлення і розвитку проблемного підходу в освіті.	7
1.2. Теоретичні основи проблемного підходу в навчанні фізики. ...	14
1.3. Структура і зміст проблемного уроку з фізики.	21
Висновки розділу 1.	27
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ.	29
2.1. Структура та основні поняття розділу «Механічні коливання і хвилі».	29
2.2. Формування базових понять коливального руху при проблемному навчанні.	33
2.3. Методика проведення проблемних уроків при вивченні коливальних процесів.	45
Висновки розділу 2.	63
ВИСНОВКИ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	66
ДОДАТКИ	69
ДОДАТОК А. Витяг з календарного плану з фізики для 10 класу (профільний рівень)	69
ДОДАТОК Б. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 10-11 класи Профільний рівень 10 клас	71

ВСТУП

Актуальність дослідження. Актуальність дослідження проблемного підходу до навчання коливальних процесів в шкільному курсі фізики визначається сучасними вимогами до освітнього процесу, складністю самого предмета, необхідністю розвитку критичного мислення учнів, підвищенням їхньої мотивації до навчання, а також методичною новизною.

В умовах реформування освітньої системи в Україні та переходу до нових стандартів навчання виникає нагальна потреба в адаптації традиційних методів викладання до вимог часу. Сучасна освіта вимагає не лише передачі знань, але й розвитку в учнів умінь аналізувати, критично оцінювати інформацію та вирішувати проблеми. Проблемний підхід до навчання, який передбачає активну участь учнів у процесі навчання через розв'язання практичних та теоретичних завдань, відповідає цим вимогам і сприяє формуванню креативних, адаптивних особистостей, готових до викликів сучасного світу.

Крім того, коливальні процеси, як важлива частина фізики, є основою багатьох природних явищ, з якими учні стикаються в повсякденному житті. Це звукові хвилі, механічні коливання, електромагнітні хвилі та інші. Проте вивчення коливальних процесів часто викликає труднощі через їх абстрактність і складність. Традиційні методи навчання, які зосереджуються на теоретичних аспектах без достатньої практичної ілюстрації, можуть призводити до поверхневого розуміння теми. Запровадження проблемного підходу може суттєво поліпшити процес навчання, оскільки він передбачає інтерактивні заняття, дослідницькі проекти та практичні експерименти, що дають учням змогу глибше зрозуміти матеріал та побачити його застосування у реальному житті.

Значний внесок у теоретичне обґрунтування концептуальних положень проблемного навчання зробили як закордонні, так і вітчизняні вчені, серед яких І. Зязюн, Т. Кудрявцева, І. Лернер, М. Махмутов, Є. Пасічник, М. Скаткін, О. Савченко, О. Топузов та інші. Однак, попри значні теоретичні здобутки, актуальними залишаються питання щодо практичного впровадження проблемного підходу на уроках фізики. Зокрема, потребують подальшого

дослідження ефективні способи його використання для вивчення фізичних явищ і законів, а також визначення оптимального балансу між доцільністю та необхідністю застосування цього методу.

Питання впровадження проблемного підходу до навчання коливальних процесів вимагає детального дослідження, оскільки існуючі методичні рекомендації не завжди враховують специфіку цього розділу фізики. Розробка нових методичних підходів, заснованих на проблемному навчанні, може стати основою для вдосконалення освітнього процесу, що робить це дослідження не лише актуальним, а й необхідним.

Саме це обумовило вибір теми дослідження **«Проблемний підхід до навчання коливальних процесів в шкільному курсі фізики»**.

Мета дослідження: вивчення та обґрунтування ефективності проблемного підходу до навчання коливальних процесів у шкільному курсі фізики, а також розробка методичних рекомендацій для впровадження цього підходу в освітній процес.

Для досягнення поставленої мети були поставлені **завдання дослідження:**

1. Проаналізувати науково-методичну літературу з організації проблемного навчання та уточнити понятійний апарат дослідження.

2. Окреслити основні компоненти проблемного уроку та описати методичні прийоми для його ефективної реалізації.

3. Визначити структуру та основні поняття розділу «Механічні коливання і хвилі».

4. Описати методику формування базових понять коливального руху з використанням проблемного підходу.

5. Розглянути методику проблемного навчання коливальних процесів в шкільному курсі фізики.

Об'єктом дослідження є процес навчання коливальних процесів у шкільному курсі фізики.

Предметом дослідження є проблемний підхід до навчання коливальних процесів у шкільному курсі фізики, його методичні засади та способи впровадження в освітній процес.

Для розв'язання поставлених завдань використовувався комплекс методів дослідження: теоретичний аналіз наукової і методичної літератури з проблемного навчання та методики викладання фізики для формування теоретичної основи дослідження; порівняльний аналіз, що дозволив визначити переваги проблемного підходу над традиційними методами; моделювання, застосоване для розробки структури проблемних уроків та методичних матеріалів; а також спостереження та опитування для збору інформації про сприйняття учнями проблемного підходу та рівень їхньої пізнавальної активності.

При розробці методики викладання коливальних процесів нами були використані шкільні підручники [1, 2, 3, 10, 11, 25] підручники загальної фізики [5, 8, 13, 26, 29] та методична література [17, 21, 22, 24].

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблені методичні рекомендації та матеріали для проведення проблемних уроків з фізики можуть бути використані вчителями у шкільному курсі фізики для покращення засвоєння учнями понять коливальних процесів. Вони сприятимуть підвищенню пізнавальної активності, розвитку критичного мислення учнів, а також допоможуть формувати більш глибоке і осмислене розуміння фізичних явищ, що робить освітній процес ефективнішим.

Структура кваліфікаційної роботи обумовлена логікою дослідження і складається зі вступу, двох розділів, висновків до кожного розділу, висновків до роботи, списку використаної літератури, що налічує 34 найменування, 2 додатків.

РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМНОГО ПІДХОДУ В НАВЧАННІ ФІЗИКИ

1.1. Історичні етапи становлення і розвитку проблемного підходу в освіті

Проблемне навчання формувалося протягом багатьох століть, відображаючи поступовий розвиток педагогіки та філософії. Воно пройшло шлях становлення, щоб стати відповіддю на потребу створення освітньої системи, яка стимулює учнів до самостійного мислення та вирішення реальних проблем. Витоки цього підходу можна знайти в античній філософії, зокрема Сократа і Платона. Розроблений Сократом «діалогічний метод» передбачав використання під час бесід проблемних запитань для розвитку критичного мислення учнів. Платон, який був його учнем, також наголошував на важливості самостійного осмислення й аналізу ідей. Аристотель, учень Платона, також підкреслював важливість розв'язання питань і дослідження природи речей для отримання знань. Його логічні міркування і аналіз причинно-наслідкових зв'язків мали елементи, схожі на проблемне мислення, що стимулювало розвиток учнів через пізнання.

У середньовічній Європі освіта базувалася на схоластичному підході, де учні механічно запам'ятовували тексти без глибокого осмислення. Проте навіть тоді залишалися елементи проблемного навчання у вигляді диспутів, під час яких учні обговорювали філософські та теологічні питання. Значним кроком вперед став внесок Яна Амоса Коменського, якого вважають «батьком сучасної педагогіки». У своїй праці *«Велика дидактика»* Коменський закликав до навчання через активне спостереження, практику і поступове засвоєння знань, що стало важливим етапом у переході до більш осмисленого та природного навчання.

Коменський підкреслював, що освіта повинна бути адаптована до природного розвитку дитини і базуватися на чіткій, послідовній організації навчального процесу. Він вважав, що учні мають бути залучені до активного

пізнання світу через досвід і дослідження, що стало першим кроком у напрямку сучасних проблемно-орієнтованих методів навчання.

Після Коменського ідеї активного навчання продовжили розвивати мислителі Просвітництва, зокрема Джон Локк і Жан-Жак Руссо. Локк стверджував, що знання повинні ґрунтуватися на досвіді, а не на заучуванні фактів. Він підкреслював важливість розвитку мислення через вирішення реальних проблем, що відображає ключовий принцип проблемного підходу. Руссо пішов далі, наголошуючи на тому, що освіта повинна бути спрямована на інтереси дитини, враховувати її природні схильності та здібності, і бути побудованою на практичному досвіді.

У ХІХ столітті проблемне навчання стало більш систематизованим завдяки роботам Йоганна Генріха Песталоцці, який підкреслював, що ефективне навчання базується на розвитку дитини через активне залучення до навчального процесу. Він акцентував увагу на важливості поєднання теоретичних знань з практичною діяльністю, що дозволяло учням вирішувати реальні завдання і застосовувати знання в житті. Його підхід орієнтувався на індивідуальні потреби учнів і природний розвиток дитини.

Джон Дьюї, розвиваючи ідеї Йоганна Песталоцці, сформував концепцію «навчання через діяльність», яка ґрунтується на необхідності залучення учнів до вирішення реальних проблем, пов'язаних із їхнім повсякденним життям. Дьюї стверджував, що найкращий спосіб засвоєння знань – це їхнє практичне застосування. Головною метою освіти, на його думку, є розвиток критичного мислення, творчих здібностей та соціальних навичок. Він також наголошував, що вчитель має бути не просто джерелом інформації, а фасилітатором, який допомагає створювати умови для самостійного навчання.

Ключовою частиною теорії Дьюї є концепція «повного акту мислення». Вона описує процес мислення, який починається зіткненням людини з труднощами, важливими для неї. Процес складається з таких етапів: відчуття труднощів, їх формулювання, висунання гіпотези, перевірка гіпотези через логічну оцінку та експеримент, і, нарешті, підтвердження або спростування

гіпотези. Таким чином, учні не просто засвоюють знання, а вчаться використовувати їх для вирішення практичних життєвих ситуацій.

Згодом цей підхід отримав назву проблемного навчання, де «проблеми» стали основою навчального процесу. Проблемні заняття, побудовані за моделлю «повного акту мислення», дозволяють учням пройти складний шлях від незнання до знання, розвиваючи навички мислення, аналізу та вирішення проблем [6, 7].

Продовжуючи розвиток ідей Дьюї, значний внесок у теорію проблемного навчання зробив американський психолог Джером Брунер. Його роботи стали ключовими у формуванні сучасної концепції навчання через дослідження та відкриття. Брунер акцентував увагу на тому, що учні повинні активно брати участь у навчальному процесі, самостійно відкриваючи нові знання через інтуїтивне мислення та вирішення проблем. Він підкреслював важливість структурування навчального матеріалу таким чином, щоб учні могли легко повернутися до раніше вивчених тем і поглиблювати свої знання на нових рівнях складності.

Брунер також розробив концепцію «спірального навчання», де кожен новий етап навчання базується на попередньому досвіді учнів, дозволяючи їм розширювати свої знання і краще розуміти складніші теми. Такий підхід не лише полегшує засвоєння знань, але й стимулює розвиток евристичного мислення – здатності учнів до самостійного відкриття нових закономірностей і вирішення навчальних проблем. Основна увага при цьому приділялася тому, як знання організовуються в свідомості учнів. Він стверджував, що структура знань повинна бути побудована так, щоб учень міг систематично вирішувати навчальні завдання і протиріччя, постійно розширюючи свої знання та вміння. Концепція Брунера стала важливою складовою сучасного проблемного навчання, зосередженого на самостійному дослідженні та активному мисленні учнів [32, 33].

Важливий імпульс у розвиток психології теорії проблемного навчання надали роботи Л. Виготського, О. Леонтьєва та ін. Їх дослідження показали, що мислення активізується лише тоді, коли людина стикається з проблемною ситуацією, яку необхідно вирішити.

У своїй концепції «зони найближчого розвитку» Л. Виготський довів, що навчання відбувається найбільш ефективно, коли учень стикається із завданням, яке він не може вирішити самостійно, але з певною допомогою може досягти успіху. Цей підхід підкреслює важливість наявності проблемних завдань, які стимулюють розумову діяльність і сприяють розвитку учнів. Л. Виготський також підкреслював соціальний характер навчання, де взаємодія з учителем або більш досвідченими однолітками створює умови для активного мислення [20].

О. Леонтьєв розвинув ці ідеї в межах своєї теорії діяльності, де пізнавальна активність учня розглядається як відповідь на необхідність вирішення конкретної проблеми. Він наголошував, що мислення активізується не лише через просте передавання знань, а головним чином через необхідність подолати труднощі. Це, у свою чергу, стимулює більш глибоке розуміння навчального матеріалу. У навчальному процесі проблемні ситуації, за Леонтьєвим, є центральним чинником для розвитку когнітивних здібностей учнів, оскільки саме вони спонукають учнів до самостійного аналізу і пошуку рішень [34].

Роботи цих психологи заклали теоретичну базу для сучасного проблемного навчання, де активна участь учнів у процесі вирішення проблем є ключовою для розвитку їхніх когнітивних і творчих здібностей.

У дидактиці значний внесок у розвиток проблемного навчання зробили І. Лернер, М. Махмутов, В. Оконь і М. Скаткін. Їхні дослідження сприяли тому, що проблемне навчання стало важливим інструментом для формування критичного та творчого мислення учнів [9].

І. Лернер розробив концепцію, згідно з якою проблемні завдання стимулюють учнів до самостійного пошуку рішень, що розвиває інтелектуальні та творчі здібності. Він вважав, що проблемне навчання сприяє не лише засвоєнню знань, але й формує критичне мислення, самостійність та здатність до творчого підходу.

Значний внесок у розвиток теорії та методики проблемного навчання зробив М. Махмутов, систематизувавши підходи до його впровадження в освітній процес. Він розробив практичну методологію, яка акцентувала на

розвитку творчого та критичного мислення учнів через проблемні завдання. Його праці акцентували увагу на тому, що проблемне навчання не тільки сприяє кращому засвоєнню знань, але й формує самостійність та критичне мислення учнів.

В. Оконь, видатний польський педагог, досліджував проблемне навчання у контексті формування творчих і дослідницьких здібностей. Він наголошував на тому, що проблемні завдання активізують інтелектуальну діяльність учнів, сприяючи не лише засвоєнню матеріалу, але й активній участі у навчальному процесі.

Практичним аспектам проблемного навчання в шкільній освіті присвячені роботи М. Скаткіна. Він розробив методи постановки проблемних завдань, що стимулюють активну пізнавальну діяльність учнів. Його роботи сприяли вдосконаленню методик навчання, орієнтованих на розвиток мислення, творчих здібностей та самостійності учнів у вирішенні навчальних задач.

У другій половині ХХ століття проблемне навчання поступово перейшло від теоретичних досліджень до практичного впровадження в освітні системи різних країн, зокрема у Східній Європі, США та Західній Європі. Після розпаду Радянського Союзу цей підхід продовжив свій розвиток у нових умовах, коли пострадянські педагоги переглядали класичні методи та адаптували їх до сучасних освітніх викликів. У цей період значна увага була зосереджена на розвивальному навчанні, що базувалося на проблемному підході та включало навчання через діяльність і інтерактивні завдання. Вагомий внесок у розвиток цього напрямку зробив В. Давидов, який був одним із головних теоретиків розвивального навчання і зробив значний внесок у розвиток проблемного навчання. Він вважав, що навчання повинне сприяти формуванню в учнів абстрактного мислення, яке розвивається через вирішення пізнавальних завдань. За Давидовим, основою мислення є не просте запам'ятовування фактів, а активне оволодіння теоретичними знаннями через осмислення проблемних ситуацій. На його думку процес навчання повинен бути спрямований на створення умов для самостійного пошуку рішень, де учень стикається з проблемами, які не мають

готових відповідей. Це стимулює учнів до осмисленого підходу до знань і розвитку власних когнітивних здібностей. В. Давидов вважав, що тільки через активну пізнавальну діяльність у формі вирішення проблем можна досягти високого рівня абстрактного мислення, яке лежить в основі самостійності учнів у навчанні та житті [15].

У США та країнах Західної Європи проблемне навчання також здобуло популярність. Зокрема, Говард Барроуз розробив модель проблемно-орієнтованого навчання (Problem-Based Learning, PBL) для медичної освіти. Ця модель підкреслювала важливість навчання через вирішення практичних завдань, що є особливо актуальним для підготовки медичних фахівців. Проблемно-орієнтоване навчання швидко стало ключовою методологією в університетах західних країн, особливо в таких галузях, як медицина, право, інженерія та бізнес. Методологія PBL ґрунтується на залученні студентів до активного аналізу проблем, пошуку інформації та розробки рішень, що сприяє розвитку критичного мислення [30, 31].

З розвитком інформаційних технологій на початку XXI століття проблемне навчання набуло нових форм. Цифрові платформи й онлайн-інструменти створили можливість для інтерактивного навчання, де учні можуть працювати над проблемами віртуально, використовуючи симуляції та співпрацюючи в онлайн-групах. Проблемне навчання почало активно використовуватися у поєднанні з дистанційними та змішаними формами навчання, що зробило цей підхід доступним для ширшої аудиторії. Масові відкриті онлайн-курси (MOOCs) активно використовують проблемні завдання для навчання студентів у всьому світі, інтегруючи їх у цифрові навчальні платформи.

В Україні сучасний стан проблемного навчання характеризується його поступовим впровадженням у різні рівні освітньої системи, зокрема в загальноосвітніх школах та вищих навчальних закладах. У шкільній освіті проблемне навчання набуває дедалі більшої популярності, особливо в контексті реформи "Нова українська школа" (НУШ), яка передбачає підготовку учнів до вирішення реальних життєвих завдань [14].

Використання проблемних ситуацій у навчальному процесі спрямоване на розвиток самостійного мислення, творчих здібностей та критичного осмислення матеріалу. Методи проєктної роботи, дослідницьких завдань та групової діяльності стали важливими інструментами для активного залучення учнів до процесу навчання.

Важливий внесок у розвиток проблемного навчання в Україні зробили такі науковці, як І. Зязюн, О. Савченко, І. Підласий та інші. Їхні роботи присвячені дослідженню методичних підходів до проблемного навчання, його впливу на формування критичного мислення та активізації пізнавальної діяльності учнів. Зокрема, І.Я. Зязюн активно працював над розробкою системи підготовки майбутніх педагогів для використання проблемного підходу в освіті, що сприяє підвищенню рівня педагогічної майстерності [12].

О. Савченко також зробила вагомий внесок у розвиток дидактичних засад проблемного навчання, зокрема в початковій школі. Її дослідження підкреслюють важливість використання проблемних ситуацій для розвитку в учнів пізнавальної самостійності, що дозволяє їм краще засвоювати навчальний матеріал та активніше залучатися до навчального процесу [23].

І. Підласий розробив практичні методики, спрямовані на використання проблемного навчання для підвищення ефективності освітнього процесу. Його праці акцентують увагу на формуванні у школярів здатності до самостійного вирішення навчальних завдань, розвитку аналітичного мислення та творчого підходу до пізнання [19].

У вищій освіті проблемне навчання впроваджується у межах інтерактивних та інноваційних освітніх програм. Воно набуло поширення в педагогічних університетах, де студенти залучаються до вирішення практичних проблем, що сприяє глибшому засвоєнню теоретичних знань та розвитку аналітичних навичок. Такі підходи дозволяють студентам застосовувати набуті знання для вирішення реальних завдань у професійній діяльності, що підвищує їхню готовність до роботи в умовах сучасного ринку праці.

Цифрові технології та онлайн-освітні платформи відіграють важливу роль

у поширенні проблемного навчання в Україні. Використання таких інструментів, як Google Classroom, Moodle та інші платформи, дозволяє інтегрувати проблемне навчання в дистанційні та змішані форми освіти, забезпечуючи доступ до інтерактивних завдань, симуляцій та групових проєктів. Це сприяє активній участі учнів у навчальному процесі, незалежно від місця та часу навчання.

Сьогодні проблемне навчання продовжує еволюціонувати під впливом нових освітніх викликів, зокрема автоматизації та штучного інтелекту. Педагоги готують учнів до роботи в умовах невизначеності, де здатність до креативного мислення та вирішення нестандартних завдань є ключовими. Проблемне навчання залишається важливим інструментом, що розвиває навички аналізу, критичне мислення та застосування знань у різних контекстах, а його еволюція триває в умовах цифрової трансформації освіти.

1.2. Теоретичні основи проблемного підходу в навчанні фізики

Проблемне навчання є одним із ключових підходів у сучасній освіті, оскільки воно сприяє активному залученню учнів у навчальний процес і розвитку їхнього критичного мислення та самостійності. Водночас у педагогічній літературі існують різні підходи до визначення цього методу, кожен з яких акцентує увагу на певних аспектах проблемного навчання. Дослідники по-різному трактують суть цього підходу, що відображає його багатогранність і складність.

Під проблемним навчанням В. Оконь розуміє комплексний процес, що охоплює створення проблемних ситуацій, чітке формулювання проблем, надання необхідної підтримки учням у їх вирішенні, перевірку правильності рішень, а також організацію систематизації та закріплення нових знань.

І. Лернер визначає сутність проблемного навчання як процес, в якому учень, під керівництвом учителя, активно залучається до вирішення нових для нього пізнавальних і практичних завдань, що є частиною цілісної навчально-виховної системи, спрямованої на досягнення освітніх цілей школи.

Сутність процесу проблемного навчання, на думку Т. Кудрявцева, полягає

в тому, щоб ставити перед учнями дидактичні проблеми, які вони повинні самостійно вирішувати, водночас засвоюючи узагальнені знання та принципи, що є основою для успішного розв'язання таких завдань [18].

На нашу думку, М. Махмутов дає найбільш глибоке та комплексне визначення даному поняттю: «Проблемне навчання – це тип розвивального навчання, в якому поєднується систематична самостійна пошукова діяльність учнів із засвоєнням нових або відомих знань, а система методів побудована з урахуванням цілепокладання й принципу проблемності; процес взаємодії викладання й навчання, орієнтований на формування пізнавальної самостійності учнів, стійкості їх мотивів навчання й розумових (включаючи й творчі) здібностей у процесі засвоєння ними наукових понять і способів діяльності, детермінованого системою проблемних ситуацій» [28].

Головна відмінність між традиційним (пояснювально-ілюстративним) і проблемним навчанням полягає в підході до засвоєння знань: у традиційному навчанні учні отримують готові знання від учителя, переважно запам'ятовують їх та відтворюють, тоді як у проблемному навчанні учні активно залучаються до процесу пошуку рішень, формулюючи та вирішуючи проблеми самостійно, що сприяє розвитку критичного мислення, творчих здібностей та пізнавальної самостійності.

Відмінність у характері організації навчального процесу при проблемному навчанні полягає в тому, що вчитель не просто передає учням готові знання, а створює умови для їхньої самостійної пізнавальної діяльності. Він систематично формує проблемні ситуації, які учні мають аналізувати, робити висновки та узагальнення, часто за допомогою вчителя. У процесі такого навчання учні не лише засвоюють теоретичні знання (поняття, правила, закони), а й вчать застосовувати їх у нових ситуаціях, що стимулює творче мислення.

Крім того, вчитель активно організовує самостійну роботу учнів для засвоєння нових знань і закріплення навичок. Учні поступово розвивають вміння самостійно добувати знання, вдосконалюючи навички мислення, уяви, аналізу й формування нових гіпотез. Це сприяє формуванню здатності до самостійного

відкриття нових знань і пошуку оригінальних рішень у різних ситуаціях.

Проблемне вивчення навчального матеріалу передбачає наступні такі етапи:

- *створення проблемної ситуації* (учитель створює умови, у яких учень стикається з певною проблемою або суперечністю, яку необхідно вирішити);
- *формулювання проблеми* (після виникнення проблемної ситуації учитель або учні самостійно формулюють чітке проблемне завдання, яке потребує розв'язку);
- *висунення гіпотез* (учні висувають можливі шляхи вирішення проблеми, формулюють гіпотези, які мають бути перевірені);
- *пошук інформації та аналіз* (учні самостійно або під керівництвом учителя шукають додаткову інформацію, проводять аналіз наявних даних для вирішення проблеми);
- *перевірка висунутих гіпотез* (учні перевіряють свої гіпотези шляхом експерименту, аналізу чи логічного обґрунтування); формулювання висновків (на основі отриманих результатів учні роблять висновки, узагальнюють нові знання та систематизують їх);
- *рефлексія* (учні аналізують власну діяльність, оцінюють правильність вибраного шляху вирішення проблеми та роблять висновки щодо ефективності своєї роботи).

Проблемна ситуація — це ускладнення або завдання, яке може вивести учня на формулювання проблеми [16, с. 320]. Як зазначає І. Малафійк, проблемна ситуація виникає тоді, коли учень стикається з уявною несумісністю двох інформацій. Це поєднання суперечливих даних, яке породжує проблему, називається інформаційно-пізнавальною суперечністю. Важливо підкреслити, що проблемна ситуація не повинна будуватися на відсутності знань у учнів; вона завжди базується на вже наявних, але суперечливих знаннях. Після створення проблемної ситуації відбувається формулювання проблеми.

У науковій літературі проблемні ситуації класифікують за кількома ознаками: за галуззю наукових знань, на основі якої будується проблемна

ситуація; за спрямованістю на пошук невідомого або нового; за характером діяльності; за рівнем проблемності; за типом і характером змістовної сторони; за ступенем самостійності учня.

У науковій літературі проблемні ситуації розподіляють за декількома ознаками: за галуззю наукових знань, на основі якої будується проблемна ситуація (фізика, математика, біологія й т. ін.); за джерелом виникнення (зовнішніми або внутрішніми); за спрямованістю на пошук невідомого (нових знань, способів дії, виявлення можливості застосування відомих знань і способів у нових умовах); за рівнем проблемності (дуже гострі протиріччя, середньої гостроти, слабо або неявно виражені протиріччя); за типом й характером змістової сторони протиріч (наприклад, між життєвими уявленнями й науковими знаннями, несподіваним фактом і невмінням його пояснити).

Вчитель створює проблемну ситуацію, використовуючи такі спеціальні методичні прийоми:

– учитель представляє учням дві або більше суперечливі інформації, що викликають необхідність їх пояснення або вирішення.

– вчитель ставить перед учнями запитання, відповіді на які не є очевидними та вимагають самостійного пошуку й аналізу.

– учням надаються завдання, де бракує важливої інформації або навпаки, є надлишок, і вони повинні визначити, що саме є необхідним для вирішення проблеми.

– учитель пропонує учням завдання, які потребують застосування набутих знань у нових умовах, що викликає необхідність додаткового осмислення.

– учні отримують завдання, які порушують звичні уявлення та змушують їх знаходити нестандартні підходи до вирішення проблеми.

– учитель створює навчальні моделі, які відображають реальні життєві або професійні проблеми, що потребують вирішення з використанням знань учнів.

Після того, як проблемна ситуація створена, відбувається формулювання проблеми.

Проблема – в широкому розумінні складне теоретичне або практичне

питання, що потребує розв'язання, вивчення й дослідження; в науці – суперечлива ситуація, що виступає у вигляді протилежних позицій в поясненні будь-яких явищ, об'єктів, процесів і потребує адекватної теорії для її розв'язання [4, с. 271].

Усвідомлення проблеми полягає в розумінні питання, яке виникає через уявну несумісність двох інформацій. Ця суперечність породжує питання і веде до формулювання проблеми. Важливо точно визначити обидві суперечливі інформації та, порівнюючи їх, встановити відмінність або тотожність, вирішуючи таким чином «інтелектуальний конфлікт» і формулюючи проблемне запитання. Запитання «чому?» є першим кроком до формулювання проблеми, а для її остаточного визначення потрібен глибокий аналіз проблемної ситуації.

Науковці пред'являють до висунутої проблеми такі вимоги:

1. *Доступність для розуміння учнів.* Проблема повинна бути сформульована так, щоб учні чітко розуміли її суть, оскільки без цього подальша робота стає марною.

2. *Посильність проблеми.* Завдання має бути таким, що його вирішення є можливим для більшості учнів з урахуванням їхніх знань, досвіду та умінь. Якщо проблема вимагає надмірних зусиль або специфічних знань, яких учні не мають, це зведе нанівець ефективність проблемного навчання.

3. *Зацікавленість учнів.* Формулювання проблеми повинно викликати інтерес у учнів, спонукати їх до активного пізнання та знайти відгук у їхніх думках і почуттях.

4. *Природність постановки проблеми.* Проблема повинна логічно витікати з навчального матеріалу або практичних ситуацій, з якими учні знайомі, що надає їй природності і робить її розв'язання необхідним та обґрунтованим.

5. *Пізнавальна цінність.* Проблема повинна сприяти розвитку критичного мислення та поглибленню знань учнів, надаючи можливість для здобуття нових знань або умінь.

Наступним важливим етапом проблемного навчання є висунення гіпотези для розв'язання сформульованої проблеми. Цей етап вимагає глибокого

занурення учнів у сутність проблеми, розуміння її суперечностей та творчого підходу до пошуку рішення. Учні, проаналізувавши проблему, формують гіпотези – припущення щодо можливого вирішення, які потребують подальшої перевірки. Важливо, щоб кожна гіпотеза була чітко сформульована та відповідала умовам проблемної ситуації.

Колективна робота може бути корисною: учні обговорюють різні варіанти вирішення проблеми, діляться думками й перевіряють кожен гіпотезу через експерименти, аналіз або теоретичні міркування. Це сприяє розвитку комунікативних навичок і критичного мислення. Учитель на цьому етапі виконує роль фасилітатора, допомагаючи учням формувати гіпотези та спрямовуючи їх у правильному напрямку, але не даючи готових відповідей.

Критерії оцінки гіпотез включають їх логічність, обґрунтованість і можливість перевірки. Якщо гіпотеза не підтверджується, учні повинні бути готові переглянути свої припущення та знайти нове рішення. Успішна перевірка гіпотези дає учням можливість отримати нові знання через власну розумову діяльність, що робить ці знання більш цінними й довготривалими.

Завершальний етап рефлексії в проблемному навчанні є ключовим, оскільки сприяє осмисленню учнями отриманих результатів і аналізу пройденого шляху. Учні оцінюють свою діяльність, правильність обраних підходів і виявляють можливі помилки, що виникали під час вирішення проблеми. Це допомагає їм глибше усвідомити, наскільки ефективно вони виконали завдання, і визначити, чи були використані всі необхідні знання та навички.

Особлива увага приділяється оцінці гіпотез і порівнянню початкових припущень із результатами. Якщо гіпотези не підтвердилися, учні аналізують причини та обдумують, як можна покращити вирішення проблеми. Рефлексія також сприяє закріпленню знань, оскільки переосмислення матеріалу робить його частиною особистого досвіду учня.

Крім того, рефлексія допомагає учням формувати нові цілі для подальшого навчання, розвиваючи їхнє критичне мислення й самоконтроль.

Особливості проблемного навчання у вивченні фізики можна

сформулювати наступним чином:

1. *Активна інтелектуальна діяльність.* Учні самостійно досліджують фізичні явища через постановку проблемних завдань, проводять експерименти, роблять висновки на основі спостережень, що допомагає їм глибше зрозуміти закони фізики та розвинути аналітичне мислення.

2. *Формування наукового світогляду.* Проблемне навчання у фізиці сприяє розвитку критичного та логічного мислення. Учні вчаться не просто запам'ятовувати закони, а й самостійно робити висновки про природу фізичних явищ, що зміцнює їхнє розуміння фундаментальних законів природи.

3. *Зв'язок з реальним життям.* Фізичні проблеми тісно пов'язані з реальними ситуаціями, з якими учні стикаються в повсякденному житті. Вивчаючи фізику через проблемне навчання, вони вчаться використовувати набуті знання для вирішення практичних завдань, наприклад, пояснення явищ природи або технічних процесів.

4. *Систематична самостійна діяльність.* Учні регулярно виконують експериментальні завдання, самостійно досліджують фізичні закономірності, застосовують математичні методи для обчислень і аналізу результатів, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу.

5. *Індивідуальний підхід.* Завдання різної складності дозволяють кожному учневі сприймати й вирішувати фізичні проблеми відповідно до своїх індивідуальних здібностей. Це розвиває у них різні стратегії мислення та підходи до вирішення завдань, а також стимулює творчий пошук.

6. *Динамічність процесу.* У фізиці одна проблемна ситуація може природно переходити в іншу, наприклад, від вивчення механічних явищ до електромагнітних процесів, що забезпечує послідовне та глибоке засвоєння знань.

7. *Висока емоційна залученість.* Фізичні експерименти й досліди викликають у учнів емоційний інтерес, оскільки вони безпосередньо бачать результати своїх досліджень. Це підвищує їхню мотивацію до вивчення фізики і стимулює розумову активність.

8. *Посилення ролі творчості.* Проблемне навчання у фізиці дозволяє учням не тільки відтворювати відомі факти й закони, але й відкривати нові зв'язки між явищами, застосовуючи методи індукції й дедукції для вирішення нових завдань, що стимулює творче мислення.

Таким чином, проблемне навчання у вивченні фізики є потужним інструментом, який не лише сприяє глибокому засвоєнню теоретичних знань, але й розвиває навички самостійного мислення, аналізу та практичного застосування отриманих знань. Використання проблемних ситуацій у фізичній освіті дозволяє учням активно брати участь у процесі навчання, формувати критичне й творче мислення, а також усвідомлювати зв'язок фізичних законів із реальними явищами й технічними процесами. Це забезпечує всебічний розвиток пізнавальних здібностей учнів і підвищує їхню мотивацію до подальшого навчання.

1.3 Структура і зміст проблемного уроку з фізики

Проблемний урок є важливою складовою сучасної педагогіки, де вчитель виконує не лише роль передавача знань, а й стимулятора активної пізнавальної діяльності учнів. Дидактичні та логіко-психологічні структури уроку слугують теоретичною основою, але саме творчий підхід учителя дозволяє перетворити ці правила на живий, ефективний процес навчання. Спираючись на навчальні цілі, зміст матеріалу та рівень підготовленості учнів, вчитель формує методичну структуру уроку, де різні навчальні ситуації допомагають не лише засвоювати нові знання, а й формувати вміння самостійно мислити й вирішувати проблеми.

Урок – основна організаційна форма навчально-виховної роботи в школі. [4, с. 340]. Він є центральною організаційною формою навчально-виховної роботи в школі, яка об'єднує всі основні елементи освітнього процесу: цілі, зміст, методи, засоби навчання та виховання. На уроці вчитель реалізує навчальні завдання, формує в учнів нові знання та вміння, розвиває їхні особистісні якості, критичне мислення й самостійність. Тут враховуються індивідуальні особливості, рівень підготовки та вікові потреби кожного учня. Урок є тим

простором, де теоретичні знання перетворюються на практичні вміння, а навчальний процес стає інструментом для формування гармонійно розвиненої особистості.

За дидактичною метою в педагогіці зазвичай виділяють наступні типи уроків:

Урок вивчення нового матеріалу – основний тип уроку, який спрямований на засвоєння учнями нових знань, понять, законів та формування нових способів діяльності. На цьому уроці відбувається ознайомлення з новими явищами та їх наукове осмислення.

Урок закріплення знань, умінь і навичок – має на меті поглиблення та вдосконалення вже отриманих знань, а також відпрацювання практичних умінь і навичок через виконання різних завдань і вправ.

Урок узагальнення та систематизації знань – покликаний об'єднати та структурувати вже вивчені знання, показати зв'язки між різними темами та допомогти учням глибше зрозуміти взаємозв'язок теоретичних понять.

Урок контролю та оцінювання знань – спрямований на перевірку рівня засвоєння знань, умінь і навичок учнів, їх здатності застосовувати матеріал на практиці. Контроль може здійснюватися в різних формах, включаючи письмові та усні роботи, тести або експерименти.

Комбінований урок – поєднує елементи кількох типів уроків: вивчення нового матеріалу, закріплення знань та контроль. Такий урок дозволяє вчителю одночасно досягти кількох дидактичних цілей.

Виходячи з загальновизнаного принципу проблемності, всі уроки можна поділити на дві основні категорії: проблемні та неproblemні.

Проблемний урок – це такий урок, на якому вчитель свідомо створює навчальні ситуації, що стимулюють пошукову діяльність учнів. На такому уроці учні самостійно відкривають нові знання або закріплюють уже отримані, вирішуючи поставлені перед ними проблеми. Головна мета проблемного уроку полягає не тільки в передачі знань, але й у розвитку в учнів навичок критичного мислення, аналізу, формування гіпотез та їх перевірки. У процесі активної

пізнавальної діяльності учні не лише засвоюють матеріал, а й оволодівають новими способами діяльності, що сприяє розвитку їхньої самостійності та творчого потенціалу. Важливою складовою такого уроку є створення умов для співпраці, діалогу та обговорення, що додатково підсилює навчальний процес.

Основні структурні елементи проблемного уроку можна поділити на зовнішні та внутрішні складові. Зовнішні елементи відображають організаційні моменти навчального процесу та його послідовність, однак вони не завжди демонструють глибинну мисленнєву діяльність учнів. До основних *зовнішніх елементів* належать:

1. *Актуалізація наявних знань учнів.* Актуалізація – це багатогранне поняття, яке виходить за межі звичайного повторення матеріалу. Її основною метою є приведення наявних знань у стан, коли вони можуть бути використані для розв'язання нових завдань, тобто активізація пам'яті та мислення учнів. Актуалізація допомагає створити міцну основу для засвоєння нової інформації, підготувавши учнів до ефективного навчання. Важливо, щоб на цьому етапі в учнів не лише оновлювались знання, а й формувалась готовність до подальшої пізнавальної діяльності.

Крім того, актуалізація має інтуїтивний аспект: вона сприяє пробудженню інтересу до нової теми, формуванню позитивного емоційного фону, а також допомагає оцінити готовність кожного учня до сприйняття нового матеріалу. За допомогою цієї складової вчитель стимулює учнів до активного включення в навчальний процес, підсилюючи їхню мотивацію до навчання.

Ще одним аспектом актуалізації є контроль рівня знань і вмінь учнів. Це може бути реалізовано через різні форми: усне чи письмове опитування, виконання репродуктивних завдань, розв'язання задач або аналіз практичних прикладів. Таким чином, актуалізація охоплює не тільки перевірку знань, але й забезпечує підготовку до нових навчальних завдань.

Зазвичай на етапі актуалізації створюється проблемна ситуація, яка мотивує учнів до активної мисленнєвої діяльності. Іноді формулювання навчальної проблеми може відбутися на пізнішому етапі уроку. Основна мета

цього етапу – підготувати учнів до самостійної пізнавальної діяльності або активного сприйняття нового матеріалу, в залежності від поставлених вчителем завдань.

2. *Засвоєння нових знань і способів дій.* На цьому етапі проблемного уроку учні активно опановують нові знання, досліджують суть нових явищ, понять і законів, а також розвивають свої навички критичного мислення. Важливо, що цей процес не зводиться до пасивного сприйняття інформації – учні самостійно або під керівництвом учителя шукають відповіді на поставлені проблеми, поступово формуючи і вдосконалюючи свої аналітичні здібності.

Роль учителя на цьому етапі полягає в тому, щоб створити навчальну проблемну ситуацію, якщо це не було зроблено раніше, або уточнити вже сформульовану проблему. Учитель допомагає учням орієнтуватися у новому матеріалі, спрямовує їхню увагу на ключові моменти, допомагає виявити нові дані або виправити помилки в міркуваннях. Крім того, вчитель контролює весь процес, керуючи навчальною діяльністю учнів.

Методи роботи вчителя можуть включати: пояснення, розповіді, лекції, обговорення, демонстрацію дослідів або використання наочних матеріалів. Гнучкість у виборі методів дозволяє вчителю адаптувати урок до потреб і рівня підготовки учнів, роблячи навчальний процес максимально ефективним.

Діяльність учнів на цьому етапі спрямована на активне засвоєння нових знань у контексті проблемної ситуації. Учні можуть розв'язувати проблеми як за допомогою логічного аналізу, так і інтуїтивних підходів, залежно від складності завдання та рівня їхньої підготовленості. Основні методи роботи учнів можуть включати роботу з навчальною літературою, самостійне проведення спостережень і експериментів, розв'язання задач, створення схем, а також перевірку експериментальних установок. Це забезпечує глибоке осмислення матеріалу та закріплення вмінь на практиці.

3. *Формування умінь і навичок.* Під час постановки та вирішення навчальних проблем учні стикаються з суперечностями, які спонукають їх до активного пошуку відповідей. Це створює умови для перетворення знань у

переконання, оскільки учні не лише сприймають інформацію, але й самостійно досліджують її, розуміючи глибинні зв'язки та логіку. Однак повноцінне засвоєння знань відбувається лише тоді, коли вони активно застосовуються на практиці. Тому критично важливим етапом проблемного уроку є формування умінь і навичок. На цьому етапі учні закріплюють отримані знання, розвивають свої інтелектуальні й практичні вміння, вчаться використовувати теорію в реальних завданнях.

Цей етап також передбачає перевірку правильності вирішення навчальних проблем, що допомагає учням усвідомити ефективність своїх дій. Якщо порівняти зовнішню структуру уроку з внутрішньою логікою навчальної діяльності, можна побачити, що етап формування умінь і навичок (зовнішній елемент) збігається з перевіркою правильності вирішення проблем (внутрішній елемент). Такий збіг дозволяє учням бути максимально самостійними та впевненими в своїх знаннях і вміннях на цьому етапі.

Роль учителя полягає в тому, щоб підібрати відповідні завдання, які не лише відповідають рівню підготовленості учнів, але й викликають у них інтерес і мотивацію. Учитель також керує процесом виконання завдань, допомагаючи учням за потреби, але надаючи їм простір для самостійної діяльності.

Однак для ефективної пізнавальної діяльності важливими є також *внутрішні елементи*, які показують мисленнєву активність учнів. Вони включають:

- виникнення проблемної ситуації;
- формулювання навчальної проблеми;
- висування гіпотез та їх обґрунтування гіпотези;
- доведення гіпотези;
- перевірка правильності розв'язання проблеми.

Поєднання зовнішніх (логіка навчального процесу) та внутрішніх (логіка мисленнєвої діяльності) елементів уроку створює умови для управління самостійною пізнавальною діяльністю учнів. Для успішної реалізації проблемного уроку вчитель повинен розуміти взаємозв'язок між цими

елементами, щоб ефективно організувати та керувати процесом набуття нових знань і розвитку навичок учнів.

Окрім дидактичної (зовнішньої) та логіко-психологічної (внутрішньої) структур, необхідно також враховувати методичну структуру уроку, яка визначається специфікою навчальних ситуацій, притаманних конкретному предмету. Елементами дидактичної структури є дидактичні завдання уроку, що формують основні навчальні цілі і зміст уроку. Логіко-психологічна структура охоплює етапи пізнавальної діяльності учнів, зокрема їхні мисленнєві процеси, що виникають у процесі вирішення навчальних завдань і проблем. Методична структура складається з форм і видів діяльності вчителя та учнів, які обираються залежно від предметної специфіки і цілей уроку.

Таким чином, поєднання цих трьох структур (дидактичної, логіко-психологічної та методичної) – утворює цілісну систему, яка забезпечує ефективність проблемного уроку. Така структура дозволяє створити оптимальні умови для активного навчання, стимулює учнів до самостійного мислення і пошуку рішень, а також сприяє розвитку навичок вирішення проблем і глибокого засвоєння знань.

Кожна тема шкільного курсу фізики здебільшого присвячена вивченню основ певної теорії, її наслідків і практичних застосувань. Закони теорії формуються на основі дослідження фізичних явищ і фактів, які наочно демонструють ці закони. Опис явищ і фактів здійснюється через систему фізичних понять, що створює основу для глибокого розуміння закономірностей природи.

Уроки вивчення нового матеріалу, які охоплюють усі ключові етапи освітнього процесу, відіграють особливо важливу роль у вивченні курсу фізики. Вони не лише забезпечують учнів новими знаннями, але й є основою для розвитку проблемного мислення. Саме на таких уроках учні мають можливість досліджувати нові явища, процеси, поняття та закони, а також глибоко вникати в суть фізичних теорій і вчитися застосовувати їх на практиці.

Окрім цього, уроки даного типу дозволяють розглядати історичний контекст розвитку фізичних ідей та їхнє технічне застосування. Це допомагає учням краще розуміти, як наукові відкриття впливають на реальний світ, і розвивати здатність критично мислити й аналізувати інформацію.

Отже, уроки вивчення нового матеріалу відіграють ключову роль у проблемному навчанні, оскільки саме вони забезпечують не лише засвоєння теоретичних знань, але й формування практичних умінь через активну участь учнів у вирішенні проблемних ситуацій, що сприяє розвитку критичного мислення, здатності самостійно знаходити рішення та застосовувати знання в реальних умовах, роблячи ці уроки основою для всебічного розвитку компетентностей учнів.

Висновки до розділу 1.

Проблемний підхід у навчанні має глибокі історичні корені й підтверджену ефективність у розвитку критичного мислення та пізнавальної активності учнів, що підтверджено дослідженнями багатьох науковців. Основні положення цього підходу визначають його як метод, що базується на створенні навчальних проблемних ситуацій, які спонукають учнів до активного пошуку та аналізу інформації. Це сприяє глибшому засвоєнню матеріалу, адже учні не просто отримують готові знання, а здобувають їх самостійно, що посилює розуміння та практичне застосування вивченого.

Проблемне навчання є одним із ключових методів у сучасній освіті, оскільки воно стимулює активну участь учнів у навчальному процесі, сприяє розвитку їхньої самостійності, критичного мислення та творчих здібностей. Завдяки цьому методу учні стають більш незалежними у процесі навчання, вміють аналізувати інформацію, ставити питання, висувати гіпотези та перевіряти їх, що є основою для формування наукового мислення. В педагогічній літературі різні дослідники підходять до визначення проблемного навчання, підкреслюючи його багатогранність і можливість адаптації для різних предметів та вікових груп.

Важливим елементом проблемного навчання фізики є створення умов для самостійної пізнавальної діяльності учнів, що включає постановку питань і пошук необхідної інформації. Це розвиває пізнавальну самостійність, підвищує мотивацію до навчання та сприяє розвитку розумових здібностей учнів, що особливо важливо у вивченні фізики як науки, яка вимагає розуміння складних теоретичних концепцій і вміння застосовувати їх на практиці. Такий підхід сприяє не лише засвоєнню знань, але й формуванню у учнів умінь працювати з інформацією, критично оцінювати дані, робити висновки та обґрунтовувати власну точку зору.

Структура проблемного уроку з фізики передбачає кілька послідовних етапів, таких як постановка проблеми, обговорення можливих рішень, пошук необхідної інформації, аналіз отриманих результатів та рефлексія. Цей підхід допомагає учням формувати комплексні знання та навички, оскільки вони вчаться застосовувати знання в умовах нових ситуацій. Особливістю проблемного навчання у фізиці є те, що учні не просто засвоюють теоретичні знання, а й набувають вміння вирішувати практичні завдання, що розвиває їхню аналітичну компетентність та навички вирішення проблем.

Таким чином, проблемне навчання у фізиці забезпечує всебічний розвиток учнів, робить процес здобуття знань більш ефективним і мотивуючим. Його застосування дозволяє учням глибше розуміти фізичні явища і закони, розвивати інтерес до досліджень та самостійного пізнання, а також формує базові навички для подальшої академічної та професійної діяльності.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ КОЛИВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

2.1. Структура та основні поняття розділу «Механічні коливання і хвилі»

Відповідно до навчальної програми «Фізика» (профільний рівень) [27; див. також додаток Б], у розділі «Механічні коливання і хвилі», вивчаються наступні питання:

Коливальний рух. Умови виникнення коливань. Вільні коливання. Гармонічні коливання. (Додавання гармонічних коливань.) Амплітуда, період і частота коливань. Рівняння гармонічних коливань. Фаза коливань. Затухання вільних коливань.

Математичний маятник. Період коливань математичного маятника. Пружинний маятник та період його коливань. Перетворення енергії під час коливального руху. Фізичний маятник.

Вимушені коливання. Резонанс. Умови виникнення резонансу. Енергія коливального руху. Автоколивання.

Поширення механічних коливань у пружному середовищі. Плоскі та сферичні хвилі. Поперечні та поздовжні хвилі. Стояча хвиля. Довжина хвилі. Швидкість поширення хвиль. Рівняння плоскої хвилі.

Звукові хвилі. Швидкість звуку. Музикальні звуки та шуми. Характеристики звуку. Акустичний резонанс. Випромінювання звукових хвиль. (Ультра- та інфразвуки.)

Програмою передбачено виконання двох фронтальних лабораторних робіт:

1. Виготовлення маятника і визначення періоду його коливань.
2. Дослідження коливань тіла на пружині.

Для вивчення цих тем у програмі профільного рівня передбачено 22 години, з яких 13 годин відведено безпосередньо на вивчення коливального руху. У додатку А представлено фрагмент календарного плану з фізики для 10 класу

профільного рівня, де також зазначено демонстрації, що супроводжують процес вивчення матеріалу.

Для вивчення фізики (профільного рівня) в 10 класі Міністерство освіти і науки України рекомендує підручники: І. М. Гельфгата [2]; Т. М. Засекіної, М. В. Головка [10].

Для вивчення фізики (рівня стандарт) в 10 класі Міністерство освіти і науки України рекомендує підручники: Головка М. В., Мельник Ю. С., Непорожня Л. В., Сіпій В. В. [3]; Т. М. Засекіної, Д. О. Засекіна [11]; Сиротюка В. Д. [25].

Коливальний рух є одним із фундаментальних видів механічного руху, що відіграє важливу роль у багатьох галузях фізики. Він характеризується періодичними змінами положення тіла відносно положення рівноваги. До базових фізичних понять цієї теми належать: період, частота, амплітуда, кінетична і потенціальна енергія, а також фазові характеристики коливань. Гармонічні коливання, як найбільш поширений тип коливань, описуються математичними моделями, які дозволяють детально аналізувати енергетичні перетворення в коливальній системі. Розуміння цих базових понять є необхідним для дослідження більш складних систем, таких як затухаючі та вимушені коливання, а також для застосування у практичних задачах фізики.

Коливальна система – це фізична система, яка здатна здійснювати періодичні (коливальні) рухи під дією вертальної сили після того, як вона була виведена з положення рівноваги.

Коливальним рухом (коливанням) називають процес, при якому система, багаторазово відхиляючись від свого положення рівноваги, кожен раз повертається до нього.

Вільними (або власними) називають коливання, які виникають у результаті початкового виведення системи з положення стійкої рівноваги і здійснюються за рахунок внутрішніх сил системи, не зазнаючи впливу з боку змінних зовнішніх сил.

Амплітуда (A) – максимальне відхилення тіла від положення рівноваги під час коливання.

Період (T) – це час, за який тіло здійснює одне повне коливання.

$$T = \frac{t}{N} \quad (1)$$

Частота (ν) – кількість коливань за одиницю часу.

$$\nu = \frac{N}{t} \quad (2)$$

Циклічна частота (ω) – це фізична величина, яка визначає швидкість зміни фази гармонічного коливального або хвильового руху і вимірюється в радіанах за секунду.

Зв'язок між частотою ν і періодом T з циклічною частотою ω виражається співвідношенням:

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T} \quad (3)$$

Фаза коливань – це фізична величина, що визначає миттєві значення змінних параметрів коливальної системи в певний момент часу, тобто визначає ступінь відхилення системи від положення рівноваги в цей момент.

Гармонічними називають коливання, в процесі яких зміщення x від положення рівноваги змінюється за законом косинуса (або синуса)

Рівняння гармонічний коливань має вигляд

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (4)$$

Швидкість тіла, що здійснює гармонічні коливання змінюється за законом

$$v_x = -v_{max} \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (5)$$

де $v_{max} = \omega A$ – амплітудне значення швидкості.

Прискорення тіла, що здійснює гармонічні коливання змінюється за законом

$$a_x = -a_{max} \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (6)$$

де $a_{max} = \omega^2 A$ – амплітудне значення прискорення.

Вертальна сила – це сила, яка виникає в коливальній системі після того, як тіло або об'єкт відхиляють від положення стійкої рівноваги, і яка спрямована в бік цього положення рівноваги.

$$F_x = -kx \quad (7)$$

Енергія коливальної системи (E) – це загальна енергія, яка характеризує стан коливального руху і складається з двох основних компонентів: кінетичної енергії та потенціальної енергії.

$$E = E_k + E_p \quad (8)$$

Кінетична енергія (E_k) – енергія, пов'язана з рухом тіла, залежить від швидкості руху, при гармонічних коливаннях

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0) \quad (9)$$

Потенціальна енергія (E_p) – енергія, що накопичується в системі через деформацію або зміну положення тіла відносно рівноваги, при гармонічних коливаннях

$$E_p = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0) \quad (10)$$

Математичний маятник – ідеалізована коливальна система, що складається з матеріальної точки на нитці, яка коливається під дією сили тяжіння.

Власна частота коливань математичного маятника дорівнює

$$\omega_0^2 = \frac{g}{l} \quad (11)$$

Період власних коливань математичного маятника обчислюється за формулою

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (12)$$

Пружинний маятник – це ідеалізована коливальна система, яка являє собою тіло, закріплене на пружині., яка коливається під дією сили пружності.

Власна частота коливань пружинного маятника дорівнює

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \quad (13)$$

Період власних коливань пружинного маятника обчислюється за формулою

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (14)$$

Фізичний маятник – це реальна коливальна система, яка складається з довільного твердого тіла, що здійснює коливання під дією сили тяжіння навколо горизонтальної осі, яка не проходить через центр мас цього тіла.

Власна частота коливань фізичного маятника дорівнює

$$\omega_0^2 = \frac{mgl_0}{I} \quad (15)$$

Період власних коливань фізичного маятника обчислюється за формулою

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl_0}} \quad (16)$$

Загасаючі коливання – це коливання, амплітуда яких з часом зменшується через втрати енергії на тертя або опір середовища

Вимушені коливання – це коливання, які відбуваються під дією зовнішньої періодичної сили.

Резонанс – явище, при якому частота зовнішньої періодичної сили збігається з власною частотою системи, що призводить до різкого зростання амплітуди коливань.

Автоколивання – незагасаючі коливання, спричинені сталим зовнішнім впливом на систему, яка сама регулює їх частоту.

2.2. Формування базових понять коливального руху при проблемному навчанні

Формування поняття «коливальна система». Для створення проблемної ситуації на уроці вчитель розпочинає заняття з демонстрації кількох реальних прикладів коливальних рухів: коливання тіла на пружині, рух поплавка на

поверхні води, натягнутої пружної стрічки та коливань води в трубці манометра. Учні пропонується уважно спостерігати за цими рухами та визначити спільні ознаки, які їх характеризують. Ця демонстрація спрямовує учнів до формулювання важливого питання: *Які спільні риси можна виділити в цих рухах?*

Учні самостійно аналізують демонстровані приклади, висловлюючи свої спостереження і припущення: кожна з цих систем, після того як її зміщують із положення рівноваги, прагне повернутися до нього, рухаючись між двома крайніми точками, а рух має повторюваний, або періодичний, характер. Учитель, допомагаючи спрямувати обговорення, пояснює, що всі ці приклади належать до коливальних систем. Однак він не надає готового визначення, а закликає учнів продовжити аналіз і самостійно сформулювати ключові характеристики, які відрізняють коливальні системи. Учитель ставить перед учнями проблемне завдання: *Як описати систему, яка здатна здійснювати коливальні рухи?* Учні мають визначити, які параметри є важливими для опису такої системи, і з яких елементів вона складається.

Для розв'язання проблеми учням пропонується експериментальне завдання: є кулька масою m , яку можна розмістити на опорі з різною формою поверхні (плоска, випукла, увігнута), що забезпечує їй стан байдужої, нестійкої або стійкої рівноваги (рис. 1). Потрібно провести експеримент, щоб визначити, за яких умов кулька, після відхилення від положення рівноваги, почне здійснювати коливальний рух.

Формулювання задачі створює проблемну ситуацію, яка спонукає учнів до активного пошуку рішень та самостійного аналізу. Учитель організовує демонстраційний експеримент, щоб учні могли перевірити висловлені припущення на практиці. Спостерігаючи за результатами експерименту, учні доходять важливого висновку: коливальний рух можливий лише в системі, де тіло перебуває в стані стійкої рівноваги, тобто має тенденцію повертатися в початкове положення після відхилення. Коливання відбуваються навколо точки, що відповідає цьому положенню рівноваги.

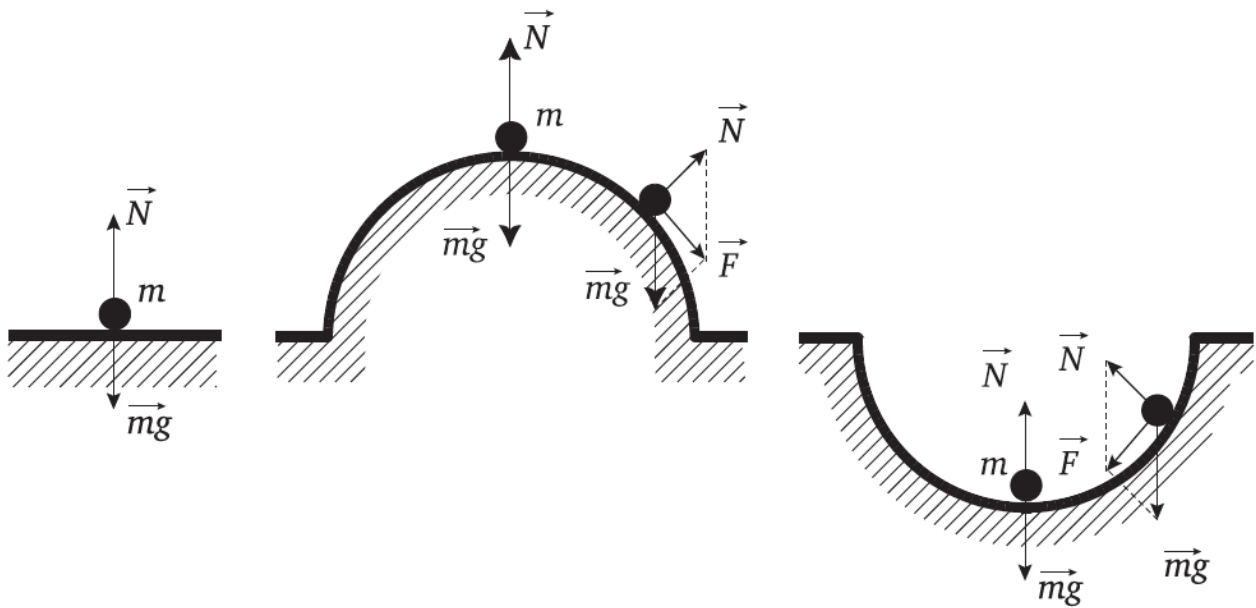


Рис. 1 Сили, що діють на кульку на різних типах поверхонь
(плоска, випукла, увігнута).

Далі учитель ставить перед учнями запитання: *Що змушує тіло почати коливатися після відхилення від положення стійкої рівноваги?* Це питання спонукає учнів глибше дослідити механізм коливань, що потребує розуміння ролі вертикальної сили, яка виникає після відхилення тіла.

Щоб допомогти учням відповісти на це запитання, на дошці виконується використовуюється рисунок, на якому показують всі сили, що діють на тіло в стані рівноваги та у відхиленому положенні. Виявляється, що коли тіло виводиться з положення стійкої рівноваги, рівнодійна сила тяжіння та реакції опори спрямована назад до рівноважного положення. Це вертикальна сила, яка повертає тіло в положення стійкої рівноваги.

Учитель пояснює, що після повернення в положення рівноваги тіло не зупиняється відразу, оскільки інерція змушує його продовжувати рух, проходячи точку рівноваги й відхиляючись у протилежний бік. Це призводить до повторення процесу, створюючи коливальний рух.

Далі учитель пояснює, що після повернення в положення рівноваги тіло не зупиняється одразу. Через інерцію воно продовжує рух і проходить точку рівноваги, відхиляючись у протилежний бік. Цей процес повторюється, оскільки

на тіло знову починає діяти вертальна сила, яка повертає його назад до положення рівноваги. Це спричиняє повторюваний процес, утворюючи коливальний рух.

Після проведених експериментів учні зауважують, що всі коливальні системи, розглянуті на уроці, мають спільні риси:

1. Коливальна система обов'язково має положення стійкої рівноваги. В цьому положенні всі сили врівноважені, і система залишається в спокої, поки на неї не діють зовнішні сили.

2. При відхиленні системи від положення рівноваги виникає вертальна сила, яка намагається повернути її до цього стану (наприклад, сила тяжіння або пружна сила).

3. Коливальні рухи повторюються через певні проміжки часу.

Разом із учителем вони формулюють визначення коливальної системи – це фізична система, здатна здійснювати періодичні рухи (коливання) під дією вертальних сил після того, як її вивели зі стану стійкої рівноваги.

Наприкінці уроку учням пропонується вдома самостійно дослідити інші приклади коливальних систем у навколишньому світі, наприклад, коливання гойдалки або водяного маятника, і застосувати до них поняття «коливальна система».

Формування поняття «математичний маятник». Учитель розпочинає урок із короткої розповіді про французького фізика Леона Фуко, який у 1851 році використав довгий маятник, щоб продемонструвати обертання Землі навколо своєї осі. У той час ще не було надійних доказів цього руху, і багато хто ставився до цього сумнівно. В Парижі, під куполом Пантеону Фуко підвісив на довгий сталевий дріт масивну металеву кулю, і запустив маятник. Він зафіксував, що площина його коливань повільно повертається відносно поверхні Землі в бік, протилежний до напрямку обертання Землі. Таку поведінку маятника можна пояснити тільки обертанням Землі навколо своєї вісі.

На початку уроку учитель розповідає учням про цікавий експеримент французького фізика Леона Фуко, який у 1851 році наочно продемонстрував

обертання Землі за допомогою маятника. На той час існування обертання Землі навколо своєї осі було лише теоретичною ідеєю, і не всі вчені сприймали її як незаперечний факт. Щоб отримати прямий доказ, Фуко підвісив під куполом Пантеону в Парижі довгий маятник – масивну металеву кулю на тонкому сталевому дроті, і дав йому коливатися.

Спостерігаючи за рухом маятника, Фуко фіксував, що його площина коливань поступово змінює свій напрямок відносно поверхні Землі. Це здавалося неможливим без урахування обертання Землі, тому зміна напрямку коливань маятника стала першим видимим доказом того, що Земля дійсно обертається навколо своєї осі. Цей експеримент допоміг людям краще зрозуміти природу обертання Землі, показавши, як простий маятник може відкрити нові горизонти у вивченні нашої планети.

Учитель пояснює, що *математичний маятник* – це ідеалізована модель, що складається з матеріальної точки (у вигляді кульки), підвішеної на довгій, невагомій та нерозтяжній нитці. Для точності в експериментах можна використовувати нитяний маятник – масивну кульку на практично нерозтяжній нитці, довжина якої значно перевищує розміри кульки.

Далі учитель звертається до учнів із запитаннями: *Як, на вашу думку, впливають маса кульки та довжина нитки на коливання маятника?*

Щоб учні могли самостійно дослідити це питання, учитель ділить клас на групи і пропонує їм провести невеликий експеримент, який допоможе знайти відповідь. Завдання для груп:

1. Використовуючи кульку на нитці різної довжини, учні спостерігають, як змінюється час одного коливання залежно від довжини нитки.

2. Використовуючи нитку однакової довжини, але з кульками різної маси, учні з'ясовують, чи впливає маса на час одного коливання.

За результатами експерименту учні приходять до важливого висновку: довжина нитки дійсно впливає на період коливань маятника. Чим довша нитка, тим більший період коливань, тобто час одного повного коливання збільшується.

Водночас маса кульки не впливає на період коливань – незалежно від маси кульки, за однакової довжини нитки період залишається незмінним.

Підсумовуючи відповіді учнів, учитель зазначає, що період вільних коливань математичного маятника обчислюється за формулою:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

де l – довжина математичного маятника (відстань від точки підвісу до центру мас); g – прискорення вільного падіння (близько $9,81 \text{ м/с}^2$ на поверхні Землі).

Далі учитель ставить перед учнями нове проблемне питання: *Якщо коливання маятника не залежать від маси кульки, то чи зміниться характер коливань при заміні металевої кульки на легку кульку від настільного тенісу?*

Учитель проводить демонстраційний експеримент із двома кульками однакової довжини, але різного матеріалу: металевою кулькою і пластиковою кулькою від настільного тенісу.

Після експерименту учні зауважують, що спочатку період коливань залишився однаковим для обох кульок, підтверджуючи, що маса й матеріал не впливають на сам період. Водночас легка кулька від настільного тенісу швидше втрачає енергію і припиняє коливання раніше через більший вплив повітряного опору. Наступне питання яке формулює вчитель: *Які ще фактори можуть впливати на характер коливань маятника?*

Учні обговорюють різні припущення про вплив маси нитки, тертя в точці підвісу та опору повітря. Поступово, під керівництвом учителя, вони доходять до розуміння, що така ідеалізація дозволяє спростити задачу, фокусуючись на ключових фізичних параметрах. Використання ідеалізованої моделі математичного маятника допомагає зосередитися на гравітаційній взаємодії системи з Землею, не враховуючи дрібні зовнішні сили.

Наприкінці уроку учням пропонується вдома самостійно знайти відповідь на питання: *Як зміниться період коливань математичного маятника, якщо він буде рухатись із прискоренням?*

Формування поняття «пружинний маятник». Учитель розпочинає урок із демонстрації предметів, які використовують принцип пружинного маятника, і пояснює, що цей механізм широко застосовується в різних пристроях для амортизації, вимірювання та точного регулювання руху. Він розповідає, як у механічних наручних годинниках пружинний механізм забезпечує стабільне коливання, від якого залежить точність відліку часу. Ще один приклад – ваги, де пружина розтягується чи стискається залежно від маси предмета, даючи змогу точно виміряти вагу.

Учитель звертає увагу на те, що принцип дії пружинного маятника ґрунтується на силі пружності, яка виникає при розтягненні чи стисненні пружини. Пружинний маятник – це не тільки дослідницький об'єкт у фізиці, а й основа для багатьох сучасних технологій, зокрема в автомобільних амортизаторах, які пом'якшують рух транспортного засобу, зменшуючи відчуття ударів і нерівностей на дорозі. Далі учитель пояснює, що пружинний маятник також використовується в акселерометрах – спеціальних приладах, які вимірюють прискорення та орієнтацію об'єктів у просторі і навіть у складних системах керування, наприклад, балістичних ракетах.

З цих прикладів учні починають розуміти практичну значущість пружинного маятника і роль, яку відіграє принцип його роботи в багатьох галузях. Учитель підкреслює, що сьогодні на уроці вони досліджуватимуть, від яких чинників залежить період коливань пружинного маятника і як ці особливості застосовуються в реальному світі.

Учитель пояснює, що *пружинний маятник* – це фізична система, яка складається з тіла, прикріпленого до пружини. Таке тіло може коливатися навколо положення рівноваги під дією сили пружності, яка виникає при розтягненні або стисненні пружини.

Учитель звертається до класу з питанням: *Як ви думаєте, що впливає на коливання пружинного маятника маса тіла чи жорсткість пружини?*

Щоб дослідити це питання, учитель ділить учнів на групи і пропонує провести експеримент, у якому вони можуть самостійно дослідити вплив маси

тіла та жорсткості пружини на період коливань. Кожна група отримує різні пружини та набори вантажів. Завдання для груп:

1. Використовуючи пружину певної жорсткості, провести серію вимірювань періоду коливань для різних мас підвішеного тіла. Учні спостерігають, як зміна маси впливає на час одного коливання.

2. Провести дослідження з однаковою масою, але використовуючи пружини різної жорсткості, щоб зрозуміти, як зміна жорсткості пружини впливає на період коливань.

Після проведення експерименту кожна група обговорює отримані результати. Учні зауважують, що зі збільшенням маси підвішеного тіла період коливань пружинного маятника зростає, тобто коливання стають повільнішими. Водночас підвищення жорсткості пружини скорочує період коливань, що робить коливання швидшими. З цього учні роблять висновок, що період коливань пружинного маятника визначається як масою підвішеного тіла, так і жорсткістю пружини.

Узагальнюючи відповіді учнів, учитель зазначає, що період коливань пружинного маятника визначається за формулою:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

де m – маса тіла, прикріпленого до пружини; k – коефіцієнт жорсткості пружини.

Після цього учитель ставить нове проблемне запитання: *Космонавт взяв із собою на Місяць наручний механічний годинник і маятниковий годинник. Які з них ідуть на Місяці так само, як на Землі? Це питання підштовхує учнів до аналізу впливу гравітаційного прискорення на роботу маятника. Вони роблять висновок, що на період пружинного маятника гравітація не впливає, тоді як маятниковий годинник змінить свій період через менше значення гравітаційного прискорення на Місяці. Таким чином, механічний (пружинний) годинник працюватиме однаково на Місяці та на Землі, тоді як маятниковий годинник буде менш точним через інше значення прискорення вільного падіння.*

Учитель обговорює з учнями практичне застосування пружинних маятників. Учні можуть навести приклади застосування пружинних маятників у техніці та механіці, наприклад, у вагах або амортизаторах. Учні міркують, як можна використовувати формулу періоду пружинного маятника для визначення жорсткості пружини або маси підвішеного тіла.

Формування поняття «фізичний маятник». Учитель починає урок із демонстрації простого й знайомого прикладу – настінного годинника з маятниковим механізмом. Він звертає увагу на те, що кожен коливальний рух маятника всередині годинника запускає спеціальний механізм, який рухає стрілки на циферблаті, забезпечуючи точність ходу годинника. Учитель пояснює, що фізичний маятник є ключовим елементом цього механізму: від регулярності та стабільності його коливань залежить точність відліку часу.

Далі учитель зазначає, що фізичний маятник має широке застосування у фізиці та техніці, і він лежить в основі багатьох вимірювальних приладів, зокрема сейсмометрів для фіксації землетрусів і маятникових акселерометрів, що використовуються для визначення прискорення об'єктів. Учитель підкреслює, що принципи, за якими працює фізичний маятник, застосовуються також у багатьох наукових експериментах і є важливими для розуміння динамічних процесів у фізиці.

Учитель пояснює, що *фізичний маятник* – це будь-яке тверде тіло, яке здійснює коливання під дією сили тяжіння навколо горизонтальної осі, яка не проходить через центр мас. Фізичний маятник можна представити як реальне тіло, наприклад, стержень або диск, що підвішене на нерухомій осі й здатне коливатися під дією сили тяжіння.

Учитель ставить перед класом проблемне питання: *Як ви думаєте, від яких параметрів залежить період коливань фізичного маятника?*

Учні починають обговорення, висловлюючи свої припущення щодо можливих факторів, які можуть впливати на період коливань. Деякі учні припускають, що період може залежати від маси маятника, оскільки важчі тіла повинні, на їхню думку, коливатися повільніше. Інші ж вважають, що довжина

маятника має вирішальне значення: чим довший маятник, тим більший період коливань. Декілька учнів замислюються про кут відхилення – чи може він змінювати час, за який маятник робить один цикл коливання.

Для пошуку відповіді учитель проводить демонстраційний експеримент, щоб учні могли на практиці спостерігати, як різні параметри впливають на період коливань фізичного маятника.

Спочатку учитель використовує маятник із фіксованою довжиною та масою й запускає його з невеликим кутом відхилення. Учні уважно спостерігають і вимірюють час, необхідний для одного повного коливання.

1. Дослідження впливу довжини маятника. Учитель змінює довжину маятника, залишаючи масу та кут відхилення незмінними. Учні вимірюють період коливань для кожної довжини та фіксують результати. Вони помічають, що збільшення довжини маятника призводить до збільшення періоду коливань, тобто час одного коливання стає довшим.

2. Дослідження впливу маси маятника. Після цього учитель використовує маятники різної маси, але з однаковою довжиною та кутом відхилення. Учні знову вимірюють період коливань і фіксують, що маса маятника не впливає на тривалість одного коливання.

3. Дослідження впливу кута відхилення. Нарешті, учитель змінює кут відхилення маятника, залишаючи однаковими довжину та масу. Учні вимірюють період коливань для різних кутів і зауважують, що при малих кутах відхилення період залишається практично незмінним.

За результатами демонстраційного експерименту учні роблять висновок: період коливань фізичного маятника залежить від його довжини, але не залежить від маси тіла чи кута відхилення, якщо цей кут є невеликим. Учитель підсумовує спостереження, пояснюючи теоретичне обґрунтування цього явища, і зазначає що період коливань фізичного маятника визначається за формулою:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

де I – момент інерції тіла відносно осі, m – маса тіла, g – прискорення вільного падіння, l_0 — відстань від осі коливання до центра мас тіла.

Учитель пропонує учням вдома подумати над тим, як можна використовувати формулу періоду фізичного маятника для визначення параметрів коливальної системи, таких як довжина або положення центру мас.

Формування поняття «резонанс». Учитель починає урок із розповіді про реальні події, коли резонанс призвів до руйнування мостів, підкреслюючи силу цього явища.

У 1850 році відбулася катастрофа, пов'язана з обвалом Анжерського підвісного мосту над річкою Луарою. Французькі солдати перетинали міст маршем, їхній крок, злагоджений та синхронізований, створив ефект резонансу, який почав посилювати коливання мосту. У якийсь момент коливання стали такими сильними, що основні троси не витримали навантаження, і міст обвалився, забравши життя понад 226 солдат. Після цього випадку у французькій армії ввели заборону на перехід мостів маршем, щоб уникнути небезпечних коливань.

Ще один відомий випадок стався в листопаді 1940 року з мостом Такома-Нарроуз у США, що обвалився через коливання, спричинені сильним вітром. Міст, відомий як «Галопуюча Герті», розгойдувався навіть за слабкого вітру, а під час резонансу його коливання стали настільки інтенсивними, що призвели до руйнування. Цей випадок змусив інженерів переглянути підходи до проектування мостів.

Такі приклади відразу привертають увагу учнів і створюють проблемну ситуацію: *Чому зовнішні коливання спричиняють руйнування таких міцних конструкцій?*

Учні починають висловлювати свої припущення, пропонуючи різні ідеї. Дехто думає, що руйнування пов'язане з «накопиченням енергії» у конструкції. Інші припускають, що якщо зовнішні коливання діють досить довго, конструкція може не витримати зростаючого навантаження. Деякі учні згадують про силу

вітру або тривалість його впливу, припускаючи, що дуже сильний вітер міг розхитати міст так, що він зруйнувався.

Кілька учнів звертають увагу на поняття «частоти» і припускають, що зовнішня сила впливає на конструкцію по-особливому, якщо її частота збігається з певними властивостями самого мосту. Вони висловлюють думку, що частота, з якою вібрує зовнішня сила, може якимось чином збільшити коливання мосту.

Після обговорення і висловлення припущень учнів, учитель проводить разом з учнями віртуальний експеримент за допомогою симуляції PhET. Цей етап допоможе учням підтвердити або спростувати свої гіпотези.

У симуляції учні мають змогу змінювати параметри коливальної системи (наприклад, довжину маятника або жорсткість пружини) та частоту зовнішньої сили, щоб дослідити, як амплітуда коливань змінюється, коли частота зовнішнього впливу збігається з власною частотою системи. Учні поступово налаштовують частоту зовнішньої сили так, щоб вона збіглася з власною частотою маятника, і спостерігають, як амплітуда коливань починає зростати. Це дозволяє учням наочно побачити явище резонансу і зрозуміти його суть.

Після проведення віртуального експерименту учні приходять до розуміння того, що явище резонансу – це не просто результатом дії зовнішнього навантаження, а результат збігу частот, через який коливання системи поступово збільшуються, призводячи до значного зростання амплітуди.

Учитель уважно слухає всі ідеї та підсумовує, що *резонанс* – це явище різкого зростання амплітуди коливань, коли частота зовнішньої сили співпадає з власною частотою системи. Коли частота зовнішніх коливань збігається з «власною частотою» споруди, амплітуда коливань починає стрімко зростати, і конструкція може не витримати такого навантаження, що призводить до руйнування.

Учитель пропонує учням вдома подумати над питання: *Які ще об'єкти можуть зазнавати резонансу? Чи може явище може бути корисним і мати практичне застосування?* Також можна запропонувати учням подумати, як уникнути резонансу в певних конструкціях, таких як висотні будівлі чи

автомобільні мости, щоб вони могли краще зрозуміти практичну значущість контролю резонансу в інженерії.

Використання технології проблемного навчання для формування базових фізичних понять, зокрема при вивченні коливального руху, робить процес навчання цікавим і практично орієнтованим для учнів. Такий підхід залучає їх до активної участі через обговорення та аналіз реальних прикладів, що поглиблює розуміння матеріалу. Учні не просто запам'ятовують факти, а вчаться мислити критично, аналізувати, ставити запитання і самостійно знаходити рішення. Це сприяє більш стійкому засвоєнню знань та формуванню навичок, які корисні у повсякденному житті. Проблемне навчання таким чином не тільки розширює знання, а й формує мотивацію та впевненість учнів у власних можливостях для вирішення складних завдань, роблячи їх більш готовими до життєвих викликів.

2.3. Методика проведення проблемних уроків при вивченні коливальних процесів

Застосування проблемного підходу до вивчення коливальних процесів є важливим інструментом для розвитку в учнів критичного мислення, дослідницьких навичок та здатності до самостійного аналізу фізичних явищ. Коливальні процеси, охоплюють фундаментальні закономірності, що лежать в основі багатьох природних і технічних явищ. Проблемний підхід дозволяє учням не лише засвоювати теоретичні знання, а й активно брати участь у процесі дослідження, формулюючи гіпотези, перевіряючи їх на практиці та самостійно роблячи висновки. Це сприяє глибшому розумінню коливальних рухів і їх практичного значення, а також формуванню у школярів вмінь, які є необхідними для подальшого навчання та успішного застосування знань у реальних ситуаціях.

Методика проведення проблемних уроків при вивченні коливальних процесів складається з кількох послідовних етапів, які включають постановку проблеми, формулювання гіпотез, пошук і аналіз інформації, експериментальну перевірку та рефлексію. Кожен з цих етапів сприяє розвитку критичного

мислення, дослідницьких навичок та формуванню глибокого розуміння фізичних принципів, пов'язаних із коливаннями.

1. Постановка проблеми та мотивація.

Етап постановки проблеми та мотивації є першим і одним із найважливіших у методиці проблемного уроку, оскільки він створює основу для залучення учнів до активної пізнавальної діяльності та формування інтересу до теми. Головна мета цього етапу — викликати в учнів інтерес до вивчення коливальних рухів і мотивувати їх до самостійного пошуку відповідей на поставлені запитання.

Спочатку вчитель створює проблемну ситуацію, використовуючи демонстрацію або приклад, що викликає здивування чи суперечить очікуванням учнів. Формулює запитання, які інтригують учнів і пробуджують у них бажання дослідити природу коливань та зрозуміти, які фактори впливають на їх характеристики.

Наступний крок – встановлення зв'язку з реальним життям, де учні можуть зустрічатися з коливальними явищами. Вчитель пояснює, що коливання є основою багатьох природних і технічних процесів, таких як рух маятникових годинників, коливання мостів під час вітру чи землетрусів, звукові хвилі, що передають музику, та рух підвіски автомобіля. Такий зв'язок показує, що коливальні процеси мають велике значення у повсякденному житті, і їх розуміння є не лише корисним, але й необхідним для пояснення навколишніх явищ. Це також підвищує цінність знань у сприйнятті учнів, роблячи тему актуальною та практично значущою.

Додатковим елементом мотивації можуть слугувати історичні приклади, що демонструють важливість вивчення коливань. Вчитель може згадати про маятниковий годинник, створений Галілеєм, чи про дослідження коливань Ісааком Ньютоном, які стали основою для розвитку сучасних методів вимірювань у фізиці. Такі історичні факти підкреслюють, як вивчення коливань зробило внесок у розвиток науки та техніки, що дозволяє учням глибше оцінити значення відкриттів у цій галузі.

Етап постановки проблеми та мотивації є вирішальним, оскільки від нього залежить, наскільки активно учні будуть залучені до процесу навчання. Завдяки правильно сформульованій проблемі та цікавому мотиваційному вступу учні усвідомлюють значення теми уроку і стають зацікавленими в її дослідженні. Це створює сприятливі умови для активної пізнавальної діяльності, розвитку критичного мислення та налаштовує учнів на подальший процес дослідження, який продовжуватиметься на наступних етапах уроку.

II. Формулювання проблемного запитання та висунення гіпотез.

Даний етап проблемного уроку має ключове значення для залучення учнів до дослідницької діяльності та розвитку їхнього критичного мислення. На цьому етапі учні не тільки знайомляться з теоретичними питаннями, але й активно долучаються до процесу наукового пошуку, формуючи свої припущення щодо того, як різні чинники можуть впливати на коливальні рухи. Основне завдання цього етапу – допомогти учням сформулювати проблемне запитання, яке стане центральним дослідницьким завданням уроку, і заохотити їх висловити власні гіпотези, які вони зможуть перевірити в ході уроку.

Після того як учні ознайомились із проблемною ситуацією на попередньому етапі, вчитель спільно з учнями формулює центральне проблемне запитання. Це запитання має бути сформульоване так, щоб воно відповідало загальній темі уроку і стимулювало учнів до активного пошуку відповідей. Важливо, щоб це питання було конкретним, зрозумілим і таким, що викликає інтерес до дослідження. Наприклад, проблемне запитання може бути сформульоване таким чином: «Від яких факторів залежить частота коливань маятника?», «Як змінюється період коливань маятника залежно від довжини підвісу та маси вантажу?», «Чи впливає амплітуда коливань на період маятника?».

Такі запитання спрямовують учнів на дослідження специфічних аспектів коливального руху і водночас створюють простір для аналізу, обговорення та наукового пошуку. Учні бачать, що знання про коливання мають не тільки

теоретичне значення, а й можуть бути перевірені в ході експериментальної роботи, що налаштовує їх на наступний етап дослідження.

Формулювання проблемного запитання є також важливим етапом у розвитку критичного мислення учнів. Учні аналізують поставлене запитання, визначають, які фактори можуть впливати на результат і чому. Вони міркують над тим, як певні характеристики маятника, наприклад його довжина чи маса вантажу, можуть змінювати поведінку коливального руху. Вчитель допомагає учням структурувати їхні думки, задаючи уточнюючі запитання, які спрямовують їхнє мислення у правильному напрямку. Уточнюючі запитання можуть звучати наступним чином: «Як ви думаєте, чи може маса вантажу впливати на період коливання математичного маятника?», «Що станеться з частотою коливань, якщо збільшити довжину маятника?», «Чи впливає сила тяжіння на маятник і як саме?».

Це спонукає учнів до поглибленого аналізу і роздумів про фізичні закономірності, які лежать в основі коливальних рухів. На цьому етапі учні також вчаться формулювати припущення щодо залежності різних змінних.

Після того як проблемне запитання сформульовано, учні переходять до висунення гіпотез. Гіпотези – це обґрунтовані припущення, які пояснюють, як і чому певні фактори можуть впливати на коливальний рух. Важливо, щоб учні самостійно формулювали гіпотези, адже це сприяє розвитку їхньої самостійності та навичок критичного мислення.

При цьому вчитель заохочує учнів висловлювати будь-які припущення, навіть якщо вони можуть здаватися невірними, адже основне завдання – сформулювати критичне ставлення до інформації та навчити учнів оцінювати свої припущення у процесі дослідження. Вчитель також може допомогти сформулювати гіпотези більш чітко, якщо учням важко зробити це самостійно.

Після того як учні висунули свої гіпотези, доцільно провести обговорення, під час якого учні обмінюються думками, уточнюють припущення один одного та аргументують свої позиції. Це допомагає їм краще зрозуміти проблему і зробити гіпотези більш обґрунтованими. Учні можуть обговорювати, чому вони

вважають, що певний фактор впливає на коливання, та як саме. Наприклад, якщо гіпотеза стосується впливу довжини підвісу на період коливань, учні можуть припустити, що чим довше підвіс, тим більше часу потрібно маятнику, щоб здійснити одне коливання, адже його шлях збільшується.

На цьому етапі вчитель допомагає учням перевіряти логічність їхніх припущень, але не дає готових відповідей. Він може задавати уточнюючі запитання, щоб стимулювати учнів до глибшого осмислення. Це сприяє формуванню критичного та логічного мислення, а також розвиває вміння обґрунтовувати свої припущення.

Після обговорення вчитель записує гіпотези на дошці або пропонує учням занотувати їх у зошитах. Це необхідно для того, щоб учні могли до них повернутися на наступних етапах уроку, коли будуть проводити експерименти та аналізувати дані. Записані гіпотези стають основою для подальшого дослідження, і учні бачать, що їхні припущення не просто висловлені, але й будуть перевірені на практиці. Це також підкреслює важливість кожного етапу наукового пошуку – від формулювання запитання до перевірки гіпотез.

Етап формулювання проблемного запитання та висунення гіпотез є фундаментальним у структурі проблемного уроку, оскільки саме тут учні стають активними учасниками освітнього процесу, переходять від споживачів знань до їхніх дослідників. Висунення гіпотез сприяє розвитку навичок аналізу, синтезу та аргументації. Працюючи над формулюванням своїх припущень, учні розвивають критичне мислення, вміння обґрунтовувати свої думки та логічно структурувати інформацію. Це створює передумови для свідомого підходу до експерименту на наступному етапі уроку, під час якого вони перевірятимуть власні гіпотези та робитимуть обґрунтовані висновки.

III. Пошук інформації та проведення експерименту.

На цьому етапі учні переходять до активного дослідження – учні активно займаються дослідницькою діяльністю, перевіряють свої гіпотези і збирають фактичні дані, які підтверджують або спростовують їхні припущення. Цей етап дозволяє учням безпосередньо спостерігати та аналізувати коливальні процеси,

розвиваючи навички експериментування, критичного аналізу й обробки отриманих результатів.

Основне завдання цього етапу – навчити учнів збирати інформацію шляхом самостійного дослідження і провести експеримент, щоб верифікувати гіпотези, висунуті на попередньому етапі.

Перш ніж розпочати експеримент, учитель проводить короткий інструктаж, у якому пояснює мету дослідження та ознайомлює учнів із необхідним обладнанням. Важливо, щоб учні розуміли, як користуватися обладнанням, як проводити вимірювання та записувати отримані дані. На цьому етапі вчитель може пояснити техніку вимірювання, важливість точності вимірювань, правила техніки безпеки та коректного використання обладнання. Це допомагає уникнути можливих помилок під час експерименту і забезпечує точність зібраної інформації.

Якщо експеримент виконується групами, вчитель розподіляє ролі між учнями, щоб забезпечити рівномірну участь усіх у процесі дослідження. Ролі можуть включати. Чітке визначення ролей дозволяє кожному учню зосередитися на своєму завданні і гарантує точність експерименту. Учні мають домовитися, скільки вимірювань необхідно провести, з якою частотою записувати результати, які параметри змінювати та які залишати незмінними.

Після ознайомлення з обладнанням і визначення параметрів учні розпочинають експеримент. Усі результати вимірювань записуються в таблицю, де зазначаються параметри (довжина підвісу, маса вантажу, амплітуда) та значення періоду коливань для кожного варіанту експерименту.

Важливо, щоб учні проводили кілька вимірювань для кожного варіанту експерименту, щоб отримати більш точні результати та зменшити похибки. Наприклад, якщо учні досліджують вплив довжини маятника на період коливань, вони змінюють довжину кілька разів (наприклад, 20 см, 30 см, 40 см) і проводять вимірювання для кожної з цих довжин. Вчитель допомагає їм стежити за послідовністю кроків, щоб уникнути помилок і пропусків у вимірюваннях.

Учні змінюють параметри коливальної системи: довжину підвісу або інші змінні (наприклад, масу маятника чи амплітуду) і повторюють вимірювання.

Під час проведення експерименту вчитель заохочує учнів звертатися до теоретичних матеріалів, які пояснюють основні закономірності коливальних процесів. Вивчаючи формули та фізичні принципи, учні краще розуміють природу досліджуваного явища, що дозволяє їм більш усвідомлено підходити до аналізу результатів експерименту.

Вчитель допомагає учням застосувати теоретичні знання до експериментальних даних, стимулюючи їх самостійно аналізувати, як їхні результати співвідносяться з теоретичними передбаченнями. Це створює передумови для інтеграції теорії з практикою і формує навички застосування знань у реальних дослідженнях.

Під час експерименту учні можуть одразу аналізувати деякі отримані результати, порівнювати їх з висунутими гіпотезами та робити проміжні висновки. Наприклад, якщо вони очікували, що зміна маси маятника впливатиме на період коливань, але в ході експерименту не виявили такої залежності, вони можуть почати обговорення причин, чому їхня гіпотеза не підтвердилася.

Учні також можуть обговорювати помилки, які могли виникнути під час вимірювань, та як ці помилки можуть вплинути на результати. Наприклад, якщо амплітуда коливань була занадто великою, це могло викликати додаткові коливальні ефекти, які впливають на період маятника. Вчитель підказує, як можна зменшити похибку, і підкреслює важливість точності та систематичності в експерименті.

Усі дані експерименту ретельно записуються, упорядковуються у таблицях та структурованому вигляді. Важливо, щоб учні могли бачити свої результати в цілісній формі для порівняння різних параметрів. Наприклад, вони можуть створити таблицю, де фіксуються дані для різних довжин підвісу і відповідні періоди коливань, щоб наочно побачити залежність періоду від довжини маятника.

Такий підхід допомагає учням підготуватися до наступного етапу уроку – підсумкового аналізу та формулювання висновків. Підсумкові результати експерименту є основою для підтвердження або спростування гіпотез, які вони висунули раніше, що стимулює учнів до подальшого осмислення та аналізу.

Етап пошуку інформації та проведення експерименту є надзвичайно важливим у методиці проблемного навчання, оскільки дозволяє учням не лише перевірити свої гіпотези, але й зрозуміти сутність науково-дослідного процесу. У ході експерименту учні навчаються спостерігати, фіксувати результати, аналізувати дані та працювати з експериментальним обладнанням, що формує їхні практичні навички.

Цей етап також розвиває критичне мислення, оскільки учні мають змогу перевірити свої припущення на практиці і зробити обґрунтовані висновки на основі фактичних даних. Завдяки цьому учні здобувають навички самостійного дослідження, що є важливим компонентом сучасної освіти, спрямованої на формування компетентностей та підготовку до реальної науково-дослідної діяльності.

IV. Аналіз отриманих результатів і формулювання висновків

Даний етап проблемного уроку є завершальним і одним з найважливіших етапів у процесі проблемного навчання. На цьому етапі учні систематизують зібрані дані, порівнюють їх з висунутими гіпотезами, аналізують отримані результати та роблять обґрунтовані висновки. Мета цього етапу – навчити учнів логічно осмислювати результати експерименту, критично оцінювати правильність своїх гіпотез і формулювати підсумкові висновки, які підкріплюються фактичними даними.

Після завершення експерименту учні переглядають свої записи, таблиці та інші матеріали, в яких зафіксовані дані. Вони перевіряють, чи всі результати записані коректно, чи немає пропусків або помилок у вимірюваннях. Учні систематизують дані, переглядаючи, як зміна певних параметрів (наприклад, довжина підвісу маятника) впливає на результат (період коливань).

Перший етап аналізу часто включає виявлення загальних закономірностей у результатах. Учні можуть побачити, що при збільшенні довжини підвісу період коливань збільшується, а зміна маси маятника не впливає на тривалість одного коливання. Вони також порівнюють середні значення періоду коливань для різних довжин підвісу і візуально спостерігають закономірності. Цей крок є підґрунтям для глибшого аналізу, коли учні розуміють основні тенденції у своїх даних.

Далі учні повертаються до гіпотез, які вони висунули на початку уроку, і аналізують, чи підтвердилися їхні припущення. Важливим завданням цього етапу є також виявлення та розуміння причин, через які гіпотези могли не підтвердитися. Вчитель допомагає учням осмислити отримані результати та пояснити, чому, наприклад, зміна маси маятника не впливає на його період. Це спонукає учнів до критичного мислення, вчить їх обґрунтовувати свої висновки та пояснювати невідповідності між гіпотезами і реальними результатами.

Після порівняння результатів з гіпотезами учні застосовують теоретичні знання, щоб пояснити закономірності, які вони виявили під час експерименту. Інтерпретація результатів на основі теорії дозволяє учням глибше зрозуміти фізичні закономірності коливань, адже вони бачать, як теоретичні знання можуть підтверджуватись реальними спостереженнями. Учні також вчать застосовувати формули для розрахунків і робити обґрунтовані висновки на основі отриманих даних.

Частиною аналізу отриманих результатів є виявлення та оцінка можливих похибок у вимірюваннях. Учні обговорюють, як різні фактори могли вплинути на точність експерименту. Наприклад, неточне вимірювання часу або зміна амплітуди коливань могли викликати відхилення в отриманих результатах. Учні можуть розглянути, які похибки виникли через людський фактор, а які могли бути обумовлені властивостями обладнання.

Після детального аналізу результатів і оцінки похибок учні формулюють підсумкові висновки щодо перевірених гіпотез. Висновки повинні бути чіткими, конкретними і відповідати отриманим даним.

Учні записують висновки, які можуть бути представлені як окремі тези або як частина узагальнюючого тексту. Завдяки чіткому формулюванню висновків вони вчаться логічно структурувати свої думки, виокремлювати основні результати дослідження та формулювати їх у зрозумілій формі.

На завершення вчитель організовує обговорення, яке допомагає учням зрозуміти значення отриманих результатів у ширшому контексті. Учні можуть обговорити, де можна застосувати знання про коливальні процеси, наприклад, у конструюванні маятникових годинників або у сфері сейсмології, де знання про коливальні процеси допомагають вимірювати силу землетрусів.

Також обговорення може включати роздуми про те, як знання з цього експерименту можна використовувати для подальших досліджень або як базу для вивчення більш складних тем, таких як гармонічні коливання в складних системах. Така рефлексія допомагає учням усвідомити цінність проведеного експерименту та практичне значення отриманих знань.

Етап аналізу отриманих результатів і формулювання висновків є надзвичайно важливим у процесі проблемного навчання, оскільки він дозволяє учням не тільки побачити результати своїх дій, але й зрозуміти їх у ширшому контексті наукових знань. Учні вчаться логічно осмислювати отримані дані, перевіряти гіпотези на основі фактів, аналізувати помилки, а також робити обґрунтовані висновки, що сприяє розвитку критичного мислення та аналітичних навичок.

V. Рефлексія та закріплення знань

На завершальному етапі уроку відбувається рефлексія, під час якої учні аналізують свій дослідницький процес, обговорюють, що вдалося, а що викликало труднощі, та роблять висновки щодо ефективності обраного підходу. На цьому етапі учні аналізують і осмислюють весь процес: від постановки проблеми та формулювання гіпотез до проведення експерименту й формулювання висновків. Рефлексія та закріплення знань спрямовані на глибше засвоєння вивченої теми, розвиток навичок саморефлексії, критичного аналізу власних дій, а також на зміцнення зв'язку між теорією та практикою.

На початку етапу рефлексії вчитель пропонує учням подумати про весь процес уроку, починаючи з початкової постановки проблеми і до моменту завершення експерименту та формулювання висновків. Учні мають відповісти на питання, які допоможуть їм оцінити свою діяльність та зрозуміти, наскільки ефективно вони працювали над розв'язанням поставленої проблеми. Основні запитання для рефлексії можуть звучати наступним чином: «Яка мета нашого уроку і чи вдалося нам її досягти?», «Що було найцікавішим у процесі дослідження?», «Які труднощі виникали під час роботи і як ми їх подолали?», «Які висновки можна зробити з проведеного експерименту та як вони співвідносяться з нашими гіпотезами?». Ці запитання допомагають учням усвідомити значення кожного етапу уроку, зрозуміти, що саме вони дізналися, і зробити власну оцінку результатів своєї роботи. Важливо, щоб вчитель не давав готових відповідей, а лише спрямовував рефлексивний процес, надаючи учням можливість самостійно аналізувати свої досягнення.

Важливим компонентом рефлексії є оцінка успішності проведеного експерименту. Учні обговорюють, наскільки точними були їхні вимірювання, чи вдалося уникнути похибок, які висновки можна зробити на основі отриманих даних. Вони можуть аналізувати, як правильно було організовано роботу в групах, чи вдалося кожному учаснику виконати свою роль і внести вклад у досягнення загальної мети.

Підсумковим кроком рефлексії є узагальнення основних результатів уроку. Учні можуть обговорити, які знання і навички вони засвоїли, які нові поняття зрозуміли і як вони можуть їх використовувати у подальшому навчанні. Важливо, щоб учні зрозуміли практичне значення отриманих знань і їхній зв'язок із реальним життям. Вчитель допомагає учням обговорити, де і як можуть бути застосовані отримані знання. Розуміння реальних застосувань отриманих знань робить урок більш значущим для учнів, оскільки вони бачать, що фізичні теорії, які вони досліджували, мають практичне використання в різних сферах. Це підвищує їхню мотивацію до подальшого вивчення фізики, адже вони

розуміють, що знання є корисними не лише для академічного навчання, а й для розуміння та вдосконалення світу навколо.

Для закріплення отриманих знань учитель може запропонувати учням додаткові завдання або вправи. Це можуть бути задачі на розрахунок, короткі тести, де учні повинні обрати правильну відповідь, або навіть творчі вправи.

Ці завдання допомагають учням закріпити вивчене і забезпечують глибше засвоєння знань, а вчителю дають можливість перевірити рівень розуміння матеріалу кожним учнем і при необхідності надати додаткові пояснення. Закріплення знань через обговорення та додаткові завдання дає можливість учням глибше засвоїти матеріал і побачити, як знання можуть бути використані у реальних ситуаціях. Важливо, що на цьому етапі вчитель підтримує кожного учня, допомагаючи їм побачити значення власної роботи та розвиваючи впевненість у своїх знаннях і здібностях.

Рефлексія завершує процес проблемного навчання, дозволяючи учням не тільки засвоїти конкретну тему, але й розвивати навички самоконтролю, самооцінки та критичного мислення, оскільки вони аналізують власні дії, оцінюють ефективність своєї роботи та формулюють висновки, які базуються на їхньому досвіді.

Отже, детально розглянувши всі етапи методики проведення проблемних уроків при вивченні коливальних процесів, переходимо до практичного прикладу реалізації проблемного підходу на конкретному уроці. На прикладі проблемного уроку на тему *«Перетворення енергії під час коливального руху»* ми розглянемо, як застосовувати описані методичні прийоми, щоб залучити учнів до активного дослідження процесів взаємоперетворення енергії під час коливань.

Освітня мета: формування знань про перетворення енергії в коливальному русі та закріплення закону збереження енергії через дослідницьку діяльність і критичний аналіз.

Розвивальна мета: розвиток критичного мислення, вміння аналізувати та узагальнювати інформацію про фізичні процеси, формування дослідницьких навичок та навичок роботи в команді.

Виховна мета. виховання відповідальності, уважності, взаємоповаги в процесі групової роботи, формування інтересу до фізики як науки та усвідомлення значення наукового підходу в повсякденному житті.

Тип уроку: урок засвоєння нових знань.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, симуляційний додаток для коливань PhET Simulation, підручник.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП (2 хв)

Привітання, перевірка присутніх.

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ (7 хв)

Сьогодні на уроці продовжимо вивчати механічні коливання, а саме розглянемо «класичні» коливальні рухи – коливання пружинного та математичного маятників.

Питання вчителя: Пригадайте, які типи коливань ми вивчали раніше? Чому вони відбуваються навіть без зовнішнього втручання?

Очікувана відповідь учнів: Ми вивчали вільні коливання, що виникають за рахунок внутрішніх сил системи.

Пояснення вчителя: Справді, сьогодні ми продовжимо досліджувати ці коливання та дізнаємось більше про процеси, які підтримують та змінюють рух у системі.

Питання вчителя: А які характеристики руху ми використовуємо для опису коливань?

Очікувана відповідь учнів: До них належать зміщення, амплітуда, частота, період, швидкість, прискорення.

Коментар вчителя: Справді, ці величини важливі для розуміння, як коливання відбуваються у часі.

Питання вчителя: А за яким законом відбуваються вільні коливання пружинного та математичного маятників?

Очікувана відповідь учнів: Вільні коливання пружинного та математичного маятників відбуваються за гармонічним законом.

Завдання вчителя: Запишіть на дошці формули залежності зміщення, швидкості та прискорення від часу при гармонічних коливаннях.

Очікувані записи учнів на дошці:

Зміщення тіла, при гармонічних коливаннях

$$x = A \cos \omega t$$

Швидкість тіла, що здійснює гармонічні коливання

$$v = -v_{max} \sin \omega t$$

де $v_{max} = \omega A$ – амплітудне значення швидкості.

Прискорення тіла, що здійснює гармонічні коливання

$$a = -a_x \cos \omega t$$

де $a_{max} = \omega^2 A$ – амплітудне значення прискорення.

Питання вчителя: Дійсно, ми бачимо, що зміщення, швидкість та прискорення постійно змінюються під час коливань. А за яким законом змінюється сила, яка надає тілу прискорення?

Очікувана відповідь учнів: Ця сила пропорційна зміщенню і спрямована у протилежний бік, а отже вона також змінюється за гармонічним законом.

$$F_x = -kx = -kA \cos \omega t$$

Коментар вчителя: Так, дійсно, коливання відбуваються під дією сили, яка змінюється за гармонічним законом. Тепер перейдемо до розгляду ще однієї важливої характеристики коливального руху – енергії.

Завдання вчителя: Запишіть у зошитах тему уроку: «Перетворення енергії під час коливального руху». Пригадайте, що таке механічна енергія, і види механічної енергії ви знаєте.

Очікувана відповідь учнів: Механічна енергія – це енергія, яку тіло має внаслідок свого руху (кінетична енергія) або через взаємодію з іншими тілами (потенціальна енергія).

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ (30 хв)

Питання вчителя: Як ми сьогодні вже пригадали зміщення, швидкість, прискорення та сила постійно змінюються під час коливань. Як ви думаєте, як це впливає на енергію тіла в коливальній системі?

Учні можуть висловити припущення, що енергія також повинна змінюватися під час руху, оскільки змінюються положення тіла, його швидкість та прискорення.

Учитель демонструє коливання горизонтального пружинного маятника і запитує: Як визначається кінетична та потенціальна енергія пружинного маятника? Як змінюється енергія маятника в процесі його коливань?

Учні висувають свої гіпотези про те, що кінетична енергія залежить від швидкості маятника, а потенціальна – від його зміщення від положення рівноваги. Учитель підсумовує відповіді та записує на дошці формули:

Потенціальна енергія E_p

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2 \omega t$$

де k – жорсткість пружини, x – зміщення тіла від положення рівноваги.

Кінетична енергія E_k

$$E_k = \frac{1}{2} m\vartheta^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \sin^2 \omega t$$

Учитель пояснює, що в коливальних системах енергія постійно переходить із потенціальної у кінетичну та навпаки. Однак повна механічна енергія E залишається сталою, оскільки на систему не діють зовнішні сили (рис. 2).

$$E = E_k + E_p = \text{const}$$

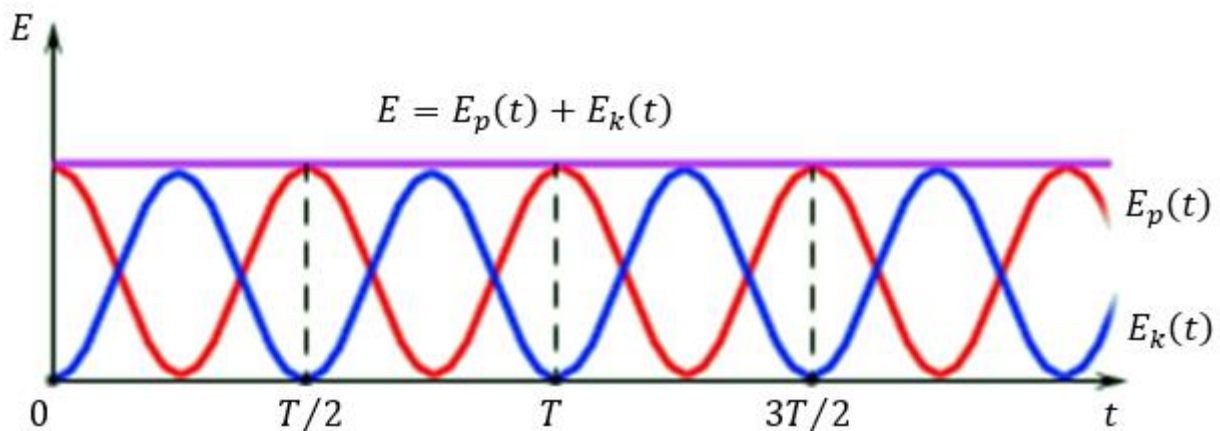


Рис 2. Зміна з часом потенціальної енергії (червона крива), кінетичної енергії (синя крива) та повної енергії маятника (фіолетова лінія).

Експериментальна частина. Дослідження перетворення енергії в коливальній системі.

Учитель поділяє учнів на групи, які отримують завдання провести віртуальний експеримент у програмі PhET для дослідження зміни потенціальної та кінетичної енергії при коливаннях пружинного маятника. Учні спостерігають, як енергія переходить із одного виду в інший у різні моменти часу при коливаннях пружинного маятника, фіксують положення маятника в різних точках коливання та аналізують, як змінюються при цьому потенціальна та кінетична енергії.

Питання вчителя: Що ви можете сказати про кінетичну та потенціальну енергію в крайніх точках коливання маятника?

Очікувана відповідь учнів: У крайніх точках коливання маятник має максимальне зміщення, тому потенціальна енергія є максимальною, а кінетична при цьому дорівнює нулю, оскільки маятник на мить зупиняється.

Учитель підкреслює, що в цих положеннях вся механічна енергія системи представлена потенціальною енергією.

$$E = E_{pmax} = \frac{1}{2}kA^2$$

Учитель запитує: Що відбувається з енергією, коли маятник проходить через положення рівноваги?

Очікувана відповідь учнів: У момент проходження положення рівноваги потенціальна енергія дорівнює нулеві, а кінетична – максимальною, оскільки маятник має найбільшу швидкість.

Учитель уточнює, що у цьому положенні вся енергія системи виражена у вигляді кінетичної енергії.

$$E = E_{kmax} = \frac{1}{2}m\vartheta_{max}^2$$

Учитель запитує: Як змінюється енергія маятника між крайніми положеннями та положенням рівноваги?

Очікувана відповідь учнів: Під час руху від крайніх точок до положення рівноваги потенціальна енергія поступово зменшується, а кінетична – зростає.

Водночас, при русі від положення рівноваги до крайньої точки, кінетична енергія поступово переходить в потенціальну.

Учитель зазначає, що це постійне взаємоперетворення енергії є ключовим для коливального руху.

Учитель запитує: Як зміна кінетичної та потенціальної енергій відповідає закону збереження енергії?

Очікувана відповідь учнів: Сума кінетичної та потенціальної енергій залишається постійною на всіх етапах коливання, незалежно від положення маятника. Це підтверджує закон збереження енергії.

Учитель уточнює, що загальна механічна енергія системи зберігається за умови відсутності зовнішнього втручання чи сил тертя. Він разом із учнями узагальнює, що при коливальному русі потенціальна і кінетична енергії постійно переходять одна в одну, забезпечуючи безперервний рух маятника. Цей процес відповідає гармонічному закону, і саме завдяки йому загальна механічна енергія системи залишається сталою.

Учитель зазначає, що відповідно до закону збереження енергії, кінетична енергія маятника під час проходження положення рівноваги дорівнює його потенціальній енергії при максимальному відхиленні від положення рівноваги

$$E_{kmax} = E_{pmax}$$

$$\frac{1}{2} m v_{max}^2 = \frac{1}{2} k A^2$$

звідки

$$v_{max} = \sqrt{\frac{k}{m}} A$$

З іншого боку, максимальна швидкість дорівнює

$$v_{max} = \omega A$$

Отже, частота коливань пружинного маятника ω дорівнює

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Учитель запитує: Як ви думаєте, що відбуватиметься з енергією маятника в реальних умовах, коли на нього діють сили тертя і опору повітря?

Очікувана відповідь учнів: У реальних умовах енергія маятника поступово зменшується через тертя і опір повітря. Через це маятник коливається все менше і зрештою може зупинитися.

Коментар вчителя: Дійсно, за наявності сил тертя та опору частина механічної енергії перетворюється на внутрішню енергію теплового руху атомів і молекул, і коливання стають загасаючими, при цьому амплітуда коливань поступово зменшується (рис. 3).

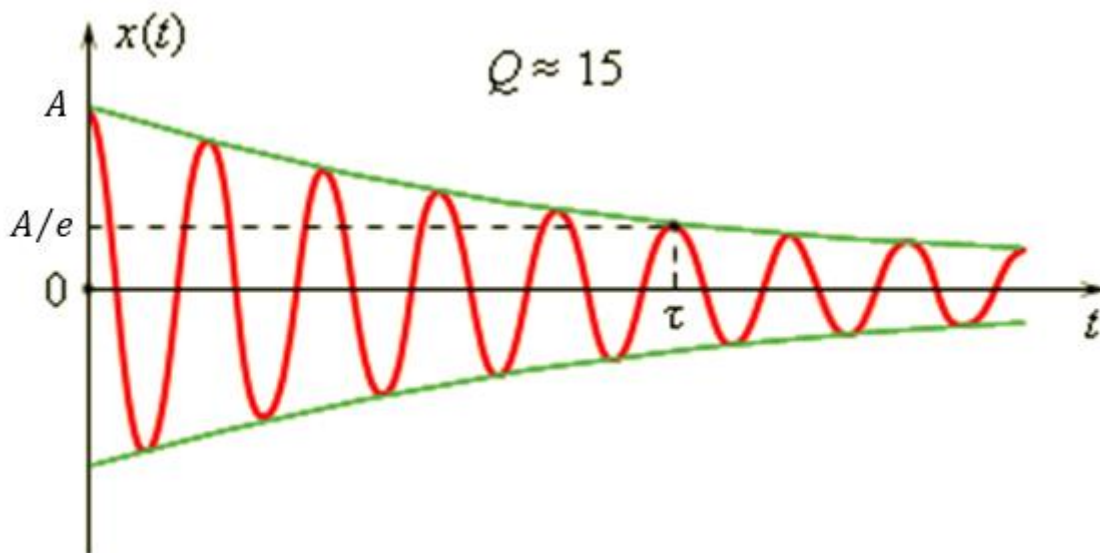


Рис. 3. Графік загасаючих коливань

IV. ЗАВДАННЯ ДОДОМУ (6 хв)

Прочитати параграф підручника, присвячений коливальному руху та перетворенню енергії в коливальних системах. Виписати основні формули для потенціальної, кінетичної та повної механічної енергії в коливальній системі.

Задача 1. Пружинний маятник вивели з положення рівноваги та відпустили. Через який час (у частинах періоду) кінетична енергія коливного тіла дорівнюватиме потенціальній енергії пружини? Коливання відбуваються в горизонтальному напрямку.

Задача 2. Тіло масою 1 кг під дією пружини жорсткістю 400 Н/м коливається без тертя в горизонтальній площині вздовж стержня. Користуючись законом збереження енергії, визначте період коливань тіла.

Додаткове завдання (для бажаючих). Знайти приклади затухаючих коливань у реальному житті (наприклад, в техніці або природі) і коротко описати, як саме в цих прикладах відбувається втрата енергії.

Висновку до розділу 2.

Проблемний підхід у навчанні коливальних рухів є ефективним методом розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок та самостійності учнів у вивченні фізики. У процесі проблемного навчання учні не просто засвоюють теоретичні знання, але активно долучаються до дослідження, аналізу та самостійного пошуку рішень, що сприяє більш глибокому розумінню механічних коливань.

Застосування проблемного підходу дозволяє сформувати в учнів ключові поняття розділу «Механічні коливання і хвилі», зокрема, поняття частоти, періоду, амплітуди коливань, а також розвиває розуміння перетворення енергії в коливальних процесах. Постановка проблемних ситуацій, висунення та перевірка гіпотез, проведення експериментів і подальший аналіз результатів дозволяють учням глибше усвідомити фізичні закономірності та їх застосування в реальних умовах.

Проблемні уроки, побудовані за структурою етапів постановки проблеми, пошуку рішень, експериментального дослідження, аналізу та рефлексії, забезпечують активну пізнавальну діяльність учнів. Вони сприяють розвитку вміння формулювати та обґрунтовувати гіпотези, робити висновки на основі аналізу результатів та практично застосовувати знання. Це формує в учнів готовність до подальшого навчання та самостійного оволодіння знаннями, що є необхідним у сучасному навчальному процесі.

ВИСНОВКИ

На основі проведеного дослідження, спрямованого на обґрунтування та реалізацію проблемного підходу до вивчення коливальних процесів у шкільному курсі фізики, можна зробити наступні висновки відповідно до поставлених завдань:

1. Аналіз науково-методичної літератури з організації проблемного навчання та уточнення понятійного апарату дослідження показав, що проблемний підхід є ефективною методикою для розвитку критичного мислення, пізнавальної активності та дослідницьких навичок учнів. Уточнено поняття проблемного навчання, проблемного уроку, проблемної ситуації, гіпотези та рефлексії в контексті навчання фізики, що дозволяє застосувати ці поняття як структурні елементи проблемного підходу при вивченні коливальних процесів. Виявлено, що проблемне навчання відрізняється від традиційного, оскільки орієнтоване на самостійне формулювання учнями проблем, пошук гіпотез та їх обґрунтування, що поглиблює їхнє розуміння фізичних процесів і законів.

2. Окреслення основних компонентів проблемного уроку та опис методичних прийомів для його ефективної реалізації дозволило створити структурну основу уроку, яка включає етапи постановки проблеми, формулювання гіпотез, експериментальну діяльність, аналіз результатів і рефлексію. Ці етапи органічно взаємодіють, забезпечуючи учням цілісне та глибоке розуміння матеріалу. Основні методичні прийоми (створення проблемних ситуацій, спрямування учнів у процесі формулювання гіпотез, підтримка самостійного експериментування та подальшого аналізу) виявилися ефективними для розвитку дослідницьких умінь учнів, оскільки спонукають їх до активного мислення та самостійного здобуття знань.

3. Визначення структури та основних понять розділу «Механічні коливання і хвилі» показало, що ключові поняття, такі як амплітуда, частота, період коливань, потенціальна та кінетична енергія, мають особливе значення для розуміння фізичних законів, що стосуються коливальних процесів. Аналіз структури розділу дозволив чітко виділити взаємозв'язок між теоретичними

поняттями та їхнім практичним застосуванням у реальних умовах, що є важливим для формування цілісного розуміння теми учнями. Встановлено, що знання основних понять сприяє більш глибокому і практичному розумінню фізичних явищ, яке підтримується завдяки проблемному підходу.

4. Опис методики формування базових понять коливального руху з використанням проблемного підходу продемонстрував, що для ефективного засвоєння понять учнями важливо забезпечити їхню активну участь у навчальному процесі. Постановка проблемних запитань, експериментальні дослідження та інтерпретація результатів сприяють формуванню поняття коливального руху як процесу, що пов'язаний із закономірними змінами енергії. Завдяки використанню проблемних ситуацій учні засвоюють не лише основні фізичні характеристики коливань, але й набувають навичок застосування теоретичних знань у нових умовах, що стимулює розвиток їхньої пізнавальної активності і критичного мислення.

5. Розгляд методики проблемного навчання коливальних процесів у шкільному курсі фізики показав, що застосування проблемного підходу на уроках фізики сприяє формуванню у учнів самостійності, вміння аналізувати, узагальнювати та висловлювати обґрунтовані висновки. Уроки, побудовані за принципами проблемного навчання, є ефективними для розвитку здатності учнів до дослідницької діяльності, оскільки передбачає самостійну постановку гіпотез, проведення експериментів та їх обґрунтування. Такий підхід дозволяє учням глибше усвідомити фізичні закони, що діють під час коливальних рухів, і навчитися використовувати ці знання в різних навчальних і життєвих ситуаціях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхін О. О. Фізика (рівень стандарту, за навч. програмою авт. колективу під керівництвом Локтєва В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти. Харків : Ранок, 2018. 272 с. : іл.
2. Гельфгат І. М. Фізика (профільний рівень, за навч. програмою авт. колективу під керівництвом Локтєва В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти. Харків : Ранок, 2018. 272 с. : іл.
3. Головка М. В., Мельник Ю. С., Непорожня Л. В., Сіпій В. В. Фізика (рівень стандарту, за навч. програмою авт. колективу під керівництвом Ляшенка О. І.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти. Київ : Педагогічна думка, 2018. 256 с. : іл.
4. Гончаренко С. Український педагогічний словник. Київ : Либідь, 1997. 376 с.
5. Гоцульський В. Я., Поліщук Д. Д., Копійка О. К. Механіка : навч-метод. посіб. Одеса : ОНУ, 2020. 178 с.
6. Д'юї Дж. Досвід і освіта / пер. М. Василечко. Львів : Кальварія, 2003. 84 с.
7. Д'юї Дж. Демократія і освіта / пер. М. Олійник, І. Босак, Г. Пехник. Львів : Літопис, 2003. 294 с.
8. Загальний курс фізики : навч. посіб. для студ. техн. і пед. спец. вузів : у 3 т. / за ред. І. М. Кучерука. 2-ге вид., випр. Київ : Техніка, 2006. Т. 1 : Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П. П. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. 532 с.
9. Задорожна-Княгницька Л. В. Історія педагогіки : навч. посіб. для студ. ЗВО. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 364 с.
10. Засекіна Т. М., Головка М. В. Фізика (профільний рівень): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти. Київ : Оріон, 2018. 304 с. : іл.
11. Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти. Київ : Оріон, 2018. 208 с. : іл.
12. Зязюн І. А. Педагогіка добра: ідеали і реалії : наук.-метод. посіб. Київ : МАУП, 2000. 312 с.
13. Кармазін В. В., Семенець В. В. Курс загальної фізики : навч. посіб. Київ :

Кондор, 2016. 786 с.

14. Концепція «Нова українська школа» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainskashkola-compressed.pdf>
15. Максименко С. Д. Теорія учбової діяльності В. В. Давидова. *Зб. наук. пр. «Проблеми сучасної психології»*. 2016. Вип. 34. С. 7–16. Психологія людини: Л. С. Виготський та сучасна наука : зб. ст. / за ред. М. В. Папучі. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2018. Вип. 1. 127 с.
16. Малафіїк І. В. Дидактика : навч. посіб. Київ : Кондор, 2005. 398 с.
17. Методика викладання фізики: Навчальні експерименти / уклад.: Н. В. Пастернак, О. І. Конопельник, О. В. Радковська. Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 106 с.
18. Павленко В. В. Проблемне навчання: становлення, сутність, перспективи. *Цілі та результати освітніх реформ: українсько-польський діалог*. 2013. С. 126 – 134.
19. Підласий І. П. Практична педагогіка або три технології : інтерактивний підручник для педагогів ринкової системи освіти. Київ : Слово, 2004. 615 с.
20. Психологія людини: Л. С. Виготський та сучасна наука : зб. ст. / за ред. М. В. Папучі. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2018. Вип. 1. 127 с.
21. Ржепецький В. П. Практикум з методики і техніки демонстраційного експерименту в курсі фізики середньої школи : посібник для студ. фіз.-мат. факультетів. Кривий Ріг : КП ДВНЗ «КНУ», 2015. 244 с.
22. Ржепецький В. П., Слюсаренко М. А., Балабаєва Л. В. Фізичний практикум для 10 класів шкіл з профільним вивченням фізики. Кривий Ріг : ДВНЗ «КНУ» КП, 2016. 62 с.
23. Савченко О. Я. Дидактика початкової освіти : підруч. Київ : Грамота, 2012. 504 с.
24. Садовий М. І., Вовкотруб В. П., Трифонова О. М. Вибрані питання загальної методики навчання фізики : навч. посіб. Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 252 с.

25. Сиротюк В. Д. Фізика (рівень стандарту, за навч. програмою авт. колективу під керівництвом Ляшенка О. І.): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти. Київ : Генеза, 2018. 256 с. : іл.
26. Фелінський Г. С. Загальна фізика : підруч. Київ : Каравела, 2018. 655 с.
27. Фізика. Навчальна програма для 10–11 класів : рівень стандарту; академічний рівень; профільний рівень [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://osvita.ua/school/program/30993/>
28. Шарко В. Д. Методологічні засади сучасного уроку : посіб. для студ., кер. шкіл, вчителів, працівників післядиплом. освіти. Херсон : ХНТУ, 2009. 120 с.
29. Шкурдода Ю. О., Пасько О. О., Коваленко О. А. Фізика. Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка : навч. посіб. Суми : Сумський державний університет, 2021. 221 с.
30. Barrows H. S. Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview. *New Directions for Teaching and Learning*. 1996. № 68. С. 3–12. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/tl.37219966804>
31. Barrows H. S., Tamblyn R. M. Problem-Based Learning, An Approach to Medical Education. New York : Springer Publishing Company, 1980. 224 с.
32. Bruner J. S. The Process of Education. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1960. 97 с.
33. Bruner J. S. Toward a Theory of Instruction. Cambridge, MA : Harvard University Press, 1966. 176 с.
34. Leontiev A. N. Activity, Consciousness, and Personality. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1978. 273 с.

ДОДАТКИ

Додаток А.

Витяг з календарного плану з фізики для 10 класу (профільний рівень)

Розділ 4. Механічні коливання й хвилі (22 год.)					
№	Дата	Тип уроку	Тема уроку	Дом. завдання	Демонстрації
97		Урок вивчення нового навч. матеріалу	Коливальний рух і його характеристики.	Вивчити § 38. Відпов. на запит. після § 38	Пружинний і математичний маятники
98		Урок вивчення нового навч. матеріалу	Гармонічні коливання. Рівняння гармонічного коливного руху.	Вивчити § 39. Відпов. на зап. Розв. впр. 36 (1, 2).	Графіки гармонічного коливного руху
99		Урок формул. практичних умінь і навичок	Розв'язування задач на кінематику коливного руху	Розв. зад. впр. 36 (3, 4).	
100		Урок вивчення нового навч. матеріалу	Пружинний і математичний маятники.	Вивчити § 42. Відпов. на зап. Розв. зад. впр. 38 (1, 2).	Пружинний і математичний маятники
101		Урок формул. практичних умінь і навичок	Розв'язування задач з теми «Пружинний і математичний маятники»	Розв. зад. впр. 38 (3, 5).	
102		Урок формул. експеримент. умінь і навичок	Лаб. роб. № 10. Дослідження коливаний пружинного маятника	Оформити роботу. Відповісти на контр. запитання.	Обладнання до лабораторної роботи.
103		Урок формул. практичних умінь і навичок	Розв'язування задач з теми «Пружинний і математичний маятники»	Розв. зад. з Р. №951, 952, 962	
104		Урок формул. експеримент. умінь і навичок	Лаб. роб. № 11. Дослідження коливаний математичного маятника	Оформити роботу. Відповісти на контр. запитання.	Обладнання до лабораторної роботи.
105		Урок вивчення нового навч. матеріалу	Перетворення енергії у гармонічних коливаннях	Вивчити § 40. Відпов. на зап. Розв. зад. впр. 37 (1, 2).	Пружинний і математичний маятники
106		Урок формул. практичних умінь і навичок	Розв'язування задач на енергію гармонічних коливаний	Розв. зад. впр. 37 (4, 5, 6).	
107		Урок вивчення нового навч. матеріалу	(Додавання коливаний). Вимушені коливання. Резонанс. Автоколивання.	Вивчити § 41, 43. Відпов. на запит. після § 43	Демонстрація автоколивань і резонансу
108		Урок формул. практичних умінь і навичок	Розв'язування задач на коливальний рух.	Розв. зад. з Р. № 957, 967, 975	

109	Урок контролю знань	Тест № 4. Механічні коливання.	Повт. § 38, 39	Завдання для контролю знань
110	Урок вивчення нового навч. матеріалу	Поширення механічних коливань у пружному середовищі. Поперечні та поздовжні хвилі. Довжина хвилі. Швидкість поширення хвиль.	Вивчити § 44. Відпов. на зап.	Демонстрація поширення хвиль на шнурі
111	Комбінований урок	Рівняння хвилі. Відбивання і накладання хвиль.	Вивчити § 44. Відпов. на зап. Розв. зад. впр. 39 (1, 2).	
112	Урок вивчення нового навч. матеріалу	Звукові хвилі. Швидкість звуку. Характеристики звуку. Акустичний резонанс.	Вивчити § 45. Відпов. на зап. Розв. зад. впр. 39 (4, 5).	Демонстр. властив. звуку, акуст. резонанс
113	Урок формул. практичних умінь і навичок	Розв'язування задач з теми «Механічні хвилі».	Розв. зад. впр. 39(6).	
114	Урок вивчення нового навч. матеріалу	Інфразвук та ультразвук та їх практичне використання.	Вивчити § 46. Відпов. на запит. після § 46	Мультимедіа
115	Урок формул. практичних умінь і навичок	Розв'язування задач на властивості звукових хвиль та ехолокацію.	Розв. зад. з Р. № 1024, 1025, 1026, 1027	
116	Урок контролю і корекції знань	Тест № 5. Механічні хвилі.	Повтор. і підгот. до контр. роботи	Завдання для контролю знань
117	Урок контролю знань	Контрольна робота № 6. Механічні коливання і хвилі.	Повтор. основні поняття кінематики	Завдання для контролю знань

ПРОГРАМА для загальноосвітніх навчальних закладів

Фізика 10-11 класи

Профільний рівень

10 КЛАС

(210 год, 6 год на тиждень, 6 год — резервний час)

Зміст навчального матеріалу	Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки
МЕХАНІКА	
<p>ВСТУП (5 год)</p> <p>Зародження й розвиток фізики як науки. Роль фізичного знання в житті людини й суспільному розвитку. Методи наукового пізнання. Теорія та експеримент. <i>Закони фізики. Фізичні моделі.</i> Вимірювання. Похибки вимірювання. (Фізичні величини. Одиниці фізичних величин. Міжнародна система одиниць (СІ). Утворення кратних і частинних одиниць.)*</p> <p>Математика – мова фізики. Скалярні і векторні величини. Дії з векторами. (<i>Системи координат та визначення положення тіла в просторі.</i>) Наближені обчислення. (Графіки функцій та правила їх побудови.) <i>Поняття похідної.</i></p>	<p>Учні:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знають основні етапи розвитку фізики як науки, основні одиниці СІ, методи обчислення похибок вимірювання, правила побудови графіків; – розуміють фізичний зміст похідної, сутність фізичної моделі; – здатні пояснити роль фізичного знання в житті людини й суспільному розвитку; – вміють утворювати кратні й частинні одиниці, виконувати дії з векторами, визначати положення тіла в різних системах координат; – вміють класифікувати фізичні величини як скалярні й векторні.
<p>РОЗДІЛ 1. КІНЕМАТИКА (26 год)</p> <p>Механічний рух та його види. (<i>Історія розвитку вчення про механічний рух.</i>) Основна задача механіки та способи її</p>	<p>Учні:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знають способи вимірювання довжини й часу, закон додавання швидкостей, кінематичні величини, що характеризують механічний рух, просторові й часові масштаби природних явищ і

* *Примітка: На розсуд учителя питання програми, що наведено у дужках, можуть бути винесені на оглядове або самостійне опрацювання, домашнє виконання.*

розв'язання в кінематиці. *Простір і час.* (Способи вимірювання довжини й часу. *Просторові й часові масштаби природних явищ і процесів.*) *Способи опису руху.* **Фізичне тіло та матеріальна точка.** *Поняття про абсолютно тверде тіло.* **Система відліку.** **Відносність механічного руху.** **Траєкторія руху.** *Методи дослідження механічного руху.*

Рівномірний прямолінійний рух. **Шлях і переміщення.** Рівняння рівномірного прямолінійного руху. **Швидкість руху.** **Закон додавання швидкостей.** *Перетворення Галілея.* Графіки залежності кінематичних величин від часу для рівномірного прямолінійного руху.

Нерівномірний рух. Середня та миттєва швидкість. **Рівноприскорений рух.** **Прискорення.** Рівняння рівноприскореного прямолінійного руху. Графіки залежності кінематичних величин від часу для рівноприскореного прямолінійного руху.

Вільне падіння тіл. **Прискорення вільного падіння.** Рівняння руху під час вільного падіння тіл.

Рівномірний рух матеріальної точки по колу. **Період обертання та обертова частота.** **Кутова швидкість.** *Кінематичні рівняння руху тіла по колу.* Зв'язок лінійних і кутових величин, що характеризують рух матеріальної точки по колу. Доцентрове прискорення. *Нерівномірний криволінійний рух.* *Тангенціальне й нормальне прискорення.*

Інваріантні і відносні величини кінематики.

Лабораторні роботи

1. *(Вимірювання середньої швидкості руху тіла.)*
2. **Визначення прискорення тіла під час рівноприскореного руху.**
3. *(Дослідження руху тіла по колу.)*

процесів, зв'язок лінійних і кутових величин, що характеризують рух матеріальної точки по колу;

– розуміють сутність основної задачі механіки, перетворень Г.Галілея, поняття абсолютно твердого тіла, матеріальної точки;

– здатні пояснити відносність механічного руху, вплив добового обертання Землі на значення прискорення вільного падіння;

– вміють складати рівняння рівномірного прямолінійного й рівноприскореного рухів, кінематичні рівняння руху тіла по колу;

– вміють класифікувати види механічного руху;

– володіють експериментальними способами визначення прискорення тіла, вимірювання середньої швидкості тіла, дослідження руху тіл;

– здатні будувати графіки рівномірного прямолінійного й рівноприскореного рухів;

– можуть розв'язувати фізичні задачі на визначення кінематичних величин під час рівномірного прямолінійного, нерівномірного й рівноприскореного рухів, в т.ч. вільного падіння, руху по колу;

– здатні аналізувати графіки рівномірного прямолінійного й рівноприскореного рухів і визначати за ними параметри руху.

РОЗДІЛ 2. ДИНАМІКА (40 год)

Механічна взаємодія тіл. Сила. Види сил в механіці. Вимірювання сил. (Додавання сил.)

Закони динаміки. Перший закон Ньютона. Інерціальні системи відліку. *Принцип відносності Галілея. Інерція та інертність.* Маса та імпульс тіла. **Другий закон Ньютона. Третій закон Ньютона. Межі застосування законів Ньютона.**

Гравітаційна взаємодія. Гравітаційне поле. Закон всесвітнього тяжіння. Гравітаційна стала. **Сила тяжіння.** *Вплив добового обертання Землі на значення прискорення вільного падіння.*

Вага й невагомість. Рух тіла, кинутого вертикально вгору. Рух тіла, кинутого горизонтально. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту.

Штучні супутники Землі. Перша та друга космічні швидкості. **Розвиток космонавтики.** Внесок український учених у розвиток космонавтики (Ю. Кондратюк, С. Корольов та ін.).

Деформація тіл. *Види деформації.* Сила пружності. Механічна напруга. Закон Гука. Модуль Юнга. *(Механічні властивості твердих тіл.)*

Сили тертя. Коефіцієнт тертя ковзання. *Сила опору під час руху тіла в рідинах і газах.*

Рух тіла під дією кількох сил.

Потік рідини в трубі. Рівняння Бернуллі. Підіймальна сила крила.

Рівновага тіл. Види рівноваги тіл. Умови рівноваги тіла. **Момент сили.** Центр тяжіння.

Рух твердого тіла. Центр мас. Обертання тіла навколо нерухомої осі. Момент інерції. Основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла.

Неінерціальні системи відліку. Рух тіл у неінерціальних системах відліку. Сили інерції. Відцентрова сила інерції. Явища, що спостерігаються в неінерціальних системах відліку.

Учні:

- знають закони динаміки Ньютона, закон всесвітнього тяжіння, закон Гука, умови рівноваги тіла, що має вісь обертання, етапи розвитку космонавтики, види деформацій, момент інерції твердих тіл;
- розуміють сутність механічної взаємодії тіл, інерціальної і неінерціальної системи відліку, принципу відносності Галілея, гравітаційної сталої, центра мас;
- здатні пояснити межі застосування законів Ньютона, механічні властивості твердих тіл, підіймальну силу крила, обертання твердого тіла навколо нерухомої осі, силу інерції;
- вміють складати рівняння руху тіла під дією кількох сил у векторній і скалярній формі, рівняння Бернуллі, основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла;
- вміють класифікувати види взаємодії, рівноваги тіла;
- володіють експериментальними способами вимірювання сил, коефіцієнта тертя ковзання, дослідження пружних властивостей тіл, рівноваги тіла під дією кількох сил, визначення центра мас плоских фігур;
- здатні розв'язувати задачі динаміки, зокрема на рух тіла, кинутого вертикально вгору, кинутого горизонтально і під кутом до горизонту, першу космічну швидкість, рух тіла під дією кількох сил, на використання умов рівноваги, динаміку руху твердого тіла.

<p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p>4. (Вимірювання сил) 5. <i>Дослідження руху тіла, кинутого горизонтально.</i> 6. Вимірювання жорсткості пружного тіла. 7. (Вимірювання коефіцієнта тертя.) 8. Дослідження рівноваги тіл під дією кількох сил 9. <i>Визначення центра мас плоских фігур</i></p>	
<p>РОЗДІЛ 3. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ (22 год)</p> <p>Імпульс тіла. <i>Імпульс системи тіл. Замкнені системи тіл.</i> Закон збереження імпульсу. Реактивний рух. (<i>Реактивні двигуни.</i>) Механічна робота та потужність. <i>Робота консервативних (сили тяжіння та пружності) та неконсервативних (сила тертя)</i> Механічна енергія. Кінетична й потенціальна енергія. Взаємні перетворення потенціальної й кінетичної енергії в механічних процесах. <i>Кінетична енергія тіла, що обертається. Консервативні сили. Повна механічна енергія. Закон збереження енергії.</i> Абсолютно пружний та непружний удар двох тіл. <i>Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу.</i></p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p>10. (Дослідження пружного удару двох тіл) 11. <i>Вивчення закону збереження механічної енергії</i></p>	<p>Учні:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знають закон збереження імпульсу, закон збереження механічної енергії, закон збереження моменту імпульсу, межі застосування законів збереження імпульсу та механічної енергії; – розуміють сутність замкненої системи тіл, поняття роботи, перетворення енергії в механічних процесах, консервативних сил; – здатні пояснити реактивний рух, перетворення енергії в механічних процесах.; – вміють записувати рівняння закону збереження імпульсу та енергії під час пружного та непружного зіткнення тіл; – вміють класифікувати види механічної енергії; – володіють експериментальними способами дослідження пружного удару, руху твердого тіла; – здатні розв'язувати фізичні задачі на застосування понять імпульс тіла, імпульс сили, робота й потужність, закону збереження імпульсу та закону збереження енергії, закону збереження моменту імпульсу.
<p>РОЗДІЛ 4. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ Й ХВИЛІ (22 год)</p> <p>Колівальний рух. Умови виникнення коливань. Вільні коливання. Гармонічні коливання. (<i>Додавання гармонічних коливань.</i>) Амплітуда, період і частота коливань. Рівняння гармонічних коливань. Фаза коливань. <i>Затухання вільних коливань.</i></p> <p>Математичний маятник. Період коливань математичного маятника. Пружинний маятник та період його коливань. Перетворення енергії під час коліального руху. <i>Фізичний</i></p>	<p>Учні:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знають умови виникнення коливань, величини, що характеризують гармонічні коливання, умови виникнення резонансу та поширення механічних коливань у пружному середовищі, характеристики звуку; – розуміють сутність гармонічних коливань, вільних і вимушених коливань, додавання гармонічних коливань; – здатні пояснити резонанс, поширення механічних коливань у пружному середовищі, затухання вільних коливань, утворення

<p><i>маятник.</i></p> <p>Вимушені коливання. Резонанс. Умови виникнення резонансу. Енергія коливального руху. Автоколивання.</p> <p>Поширення механічних коливань у пружному середовищі. <i>Плоскі та сферичні хвилі. Поперечні та поздовжні хвилі. Стояча хвиля. Довжина хвилі. Швидкість поширення хвиль. Рівняння плоскої хвилі.</i></p> <p><i>Звукові хвилі. Швидкість звуку. Музикальні звуки та шуми. Характеристики звуку. Акустичний резонанс. Випромінювання звукових хвиль. (Ультра- та інфразвуки.)</i></p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <p>12. Виготовлення маятника і визначення періоду його коливань</p> <p>13. Дослідження коливань тіла на пружині</p>	<p>стоячих хвиль;</p> <ul style="list-style-type: none"> – вміють записувати рівняння гармонічних коливань; – здатні аналізувати перетворення механічної енергії під час коливань математичного й пружинного маятників; – володіють експериментальними способами визначення періоду коливань нитяного маятника й вимірювання за його допомогою прискорення вільного падіння, дослідження коливання тіла на пружині; – здатні розв'язувати фізичні задачі на визначення параметрів гармонічних коливань маятників, довжини хвилі, рівняння плоскої хвилі.
<p style="text-align: center;">РОЗДІЛ 5. РЕЛЯТИВІСТСЬКА МЕХАНІКА (8 год)</p> <p>Принцип відносності А.Ейнштейна. Основні положення спеціальної теорії відносності (СТВ). <i>Перетворення Лоренца. Швидкість світла у вакуумі. Відносність одночасності подій. Відносність довжини й часу. Просторово-часові властивості фізичного світу.</i></p> <p>Релятивістський закон додавання швидкостей. Взаємозв'язок маси та енергії.</p> <p><i>Основні наслідки СТВ та їх експериментальні підтвердження.</i></p>	<p>Учні:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знають основні положення спеціальної теорії відносності, релятивістський закон додавання швидкостей, взаємозв'язок маси та енергії, мають уявлення про загальну теорію відносності; – розуміють сутність принципу відносності А.Ейнштейна, перетворень Лоренца; – здатні пояснити відносність довжини й часу, відносність одночасності подій у рухомій і нерухомій системі відліку, просторово-часові властивості фізичного світу; – здатні розв'язувати фізичні задачі на релятивістський закон додавання швидкостей, формулу взаємозв'язку маси та енергії.
<p style="text-align: center;">УЗАГАЛЬНЮЮЧІ ЗАНЯТТЯ (2 год)</p> <p>Сучасні уявлення про простір і час. Взаємозв'язок класичної і релятивістської механіки.</p> <p><i>Механіка в системі природничих наук. Зв'язок механіки з іншими фізичними теоріями, науками, технікою. Сучасні проблеми механіки. Роль механіки в соціально-економічному розвитку суспільства. Внесок українських учених у розвиток механіки.</i></p>	<p>За результатами проведення узагальнюючих занять в учнів формуються сучасні уявлення про простір і час, зв'язок класичної та релятивістської фізики. Вони усвідомлюють роль фізичного знання, зокрема з механіки, у суспільному розвитку, науково-технічному прогресі, знають про сучасні проблеми механіки, поглиблюють свої знання про досягнення українських учених у розвитку фізичної науки й техніки.</p>

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА Й ТЕРМОДИНАМІКА

РОЗДІЛ 1. Властивості газів, рідин, твердих тіл (45 год)

Основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовини та її дослідні обґрунтування. Маса та розміри атомів і молекул. Кількість речовини. Молярна маса. Стала Авогадро.

Вимірювання швидкості руху молекул. Дослід О.Штерна.
Розподіл Максвелла.

Пояснення будови твердих тіл, рідин і газів на основі атомно-молекулярного вчення про будову речовини.

Модель ідеального газу. Газові закони. Тиск газу. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. *Закон Дальтона. Рівняння стану ідеального газу.* Рівняння Менделєєва-Клапейрона. **Ізопроеци.** *Універсальна газова стала. Молекулярно-кінетичне тлумачення температури. Стала Больцмана.*

(Реальні гази. Рівняння стану реального газу (рівняння Ван-дер-Ваальса). Ізотерми реальних газів. Зрідження газу, їх отримання і використання.)

Пароутворення та конденсація. Насичена й ненасичена пара. Кипіння. *Залежність тиску й густини насиченої пари від температури. Зміна агрегатних станів речовини. Критичний стан. Діаграма стану речовини. Потрійна точка.*

Вологість повітря. Точка роси. **Методи вимірювання вологості повітря.** *(Психрометр та гігрометр.)*

Будова й властивості рідин. Поверхневий натяг. *(Поверхнево-активні речовини.) Змочування. Капілярні явища. (Формула Лапласа для капілярного тиску.)*

Будова й властивості твердих тіл. Кристалічні й аморфні тіла. *Структура кристалічних тіл. Монокристали і полікристали. (Дефекти кристалічної ґратки). Анізотропія кристалів. Поліморфізм. (Утворення кристалів у природі. Способи вирощування кристалів.) Рідкі кристали та їх властивості.*

Учні:

– знають основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовини, ознаки ідеального газу, газові закони для ізопроецив, закон Дальтона, фізичний зміст універсальної газової сталої, способи вирощування кристалів;

– розуміють сутність дослідів О.Штерна, розподілу Максвелла, сталої Авогадро, основного рівняння молекулярно-кінетичної теорії, рівняння стану ідеального та реального газів, молекулярно-кінетичного тлумачення температури, сталої Больцмана, критичного стану речовини;

– здатні пояснити будову і властивості твердих тіл, рідин і газів на основі атомно-молекулярного вчення, залежність тиску і густини насиченої пари від температури, діаграму стану речовини, поліморфізм;

– здатні будувати й аналізувати графіки ізопроецив;

– вміють розрізняти реальний і ідеальний газ, насичену і ненасичену пару, кристалічні й аморфні тіла, моно- і полікристали;

– володіють експериментальними способами дослідження ізопроецив, вимірювання вологості повітря, поверхневого натягу рідин;

– здатні розв'язувати фізичні задачі на розрахунок кількості речовини, застосування рівняння стану ідеального газу (рівняння Менделєєва-Клапейрона), газові закони, рівняння Ван-дер-Ваальса, формулу Лапласа для капілярного тиску, на капілярні явища.

<p>Застосування рідких кристалів у техніці. Полімери: їх властивості та застосування. Наноматеріали.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. (Оцінювання розмірів молекул) 2. Дослідження одного з ізопроесів 3. Вимірювання відносної вологості повітря 4. Вимірювання поверхневого натягу рідин 	
<p style="text-align: center;">ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ (18 год)</p> <p>Теплові явища. Статистичний і термодинамічний підходи до пояснення теплових явищ. <i>Термодинамічний стан системи. Мікроскопічні та макроскопічні параметри системи.</i> Температура. (Способи вимірювання температури. <i>Температурні шкали.</i>) Термодинамічна рівновага. <i>Оборотні й необоротні процеси.</i></p> <p>Внутрішня енергія тіл. Два способи зміни внутрішньої енергії тіла. Робота й кількість теплоти. Робота термодинамічного процесу. Теплоємність. <i>Фазові переходи. Перший закон термодинаміки. Робота ідеального газу для різних ізопроесів. Адіабатний процес. (Політропні процеси.)</i> Необоротність теплових процесів. <i>Другий закон термодинаміки. Поняття про ентропію.</i></p> <p>Теплові машини. Принцип дії теплових двигунів. <i>Цикл Карно. Коефіцієнт корисної дії теплових машин і способи його підвищення. (Двигун внутрішнього згорання. Дизель.)</i></p> <p>Холодильна машина.</p> <p style="text-align: center;"><u>Лабораторні роботи</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 5. (Калориметричний метод вимірювання) 6. Визначення теплоємності тіла 7. Вимірювання питомої теплоти плавлення тіла 8. 	<p>Учні:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знають способи зміни внутрішньої енергії тіла, перший і другий закони термодинаміки, принцип дії теплових двигунів; – розуміють сутність статистичного й термодинамічного підходів до пояснення теплових явищ, термодинамічної рівноваги, адіабатного процесу, циклу Карно, необоротності теплових процесів; – здатні пояснити природу теплових явищ, фізичний зміст температури, температурні шкали, фазові переходи; – володіють експериментальними способами вимірювання теплоємності тіла, питомої теплоти плавлення тіла, калориметричним методом вимірювання; – здатні будувати графік циклу Карно, аналізувати цикл двигуна внутрішнього згорання; – здатні розв'язувати фізичні задачі на розрахунок роботи термодинамічного процесу для різних ізопроесів, визначення кількості теплоти за зміною температури, коефіцієнт корисної дії теплових машин, на використання першого закону термодинаміки

<p>УЗАГАЛЬНЮЮЧІ ЗАНЯТТЯ (2 год)</p> <p>Фізика і науково-технічний прогрес. Екологічні проблеми енергетики. Сучасні досягнення теплоенергетики.</p>	<p>За результатами проведення узагальнюючих занять учні усвідомлюють роль теплоенергетики в економіці та суспільному житті країни, розуміють екологічні загрози щодо використання теплових машин.</p>
<p>ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ (14 год)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вимірювання розмірів тіл 2. Вимірювання часу 3. Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху 4. Дослідження вільного падіння тіл 5. Вимірювання прискорення вільного падіння 6. Дослідження руху тіла, кинутого вертикально вгору 7. Дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту 8. Вивчення руху тіла по колу 9. Вимірювання маси тіл 10. Вимірювання сили 11. Дослідження пружних властивостей тіл 12. Вимірювання моменту інерції тіла 13. Дослідження руху зв'язаних тіл 14. Визначення гальмівного шляху тіла та коефіцієнта тертя ковзання 15. Дослідження перетворення потенціальної енергії в кінетичну 16. Дослідження механічного руху тіл із застосуванням закону збереження енергії 17. Дослідження обертального руху твердого тіла 18. Дослідження коливань фізичного маятника 19. Вимірювання довжини звукової хвилі та швидкості звуку 20. Вивчення явища резонансу 21. Визначення постійної Больцмана 22. Вивчення одного з ізопроесів 23. Визначення ККД теплового процесу 24. Визначення кількості водяної пари в повітрі 	<p>За результатами виконання фізичного практикуму учні оволодівають експериментальними методами вимірювання фізичних величин, дослідження механічних явищ, удосконалюють навички роботи з фізичними приладами, удосконалюють здатність узагальнювати дослідні факти і робити висновки про спостережувані явища і процеси.</p>
<p>РЕЗЕРВ (6 год)</p>	

