

Міністерство освіти і науки України
Бердянський державний педагогічний університет
кафедра фізики, математики та методики навчання

Допущено до захисту
Завідувач кафедри
доктор педагогічних наук,
професор
Олександр ШКОЛА
« 12 » грудня 2025 р.

**МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ У ШКІЛЬНОМУ
КУРСІ ФІЗИКИ**

Кваліфікаційна робота магістра

Виконавець: здобувач другого рівня вищої освіти,
групи М2Фі-з
Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка
Спеціальність: 014 Середня освіта (Фізика та
астрономія)
Освітньо-професійна програма: Середня освіта
(Фізика та астрономія)
ПІБ: Артем УСИК
Керівник: д. п. н., проф. Олена КУЗНЄЦОВА
Рецензент: д. п. н., проф. Олександр ШКОЛА

Запоріжжя – 2025

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Усик Артем Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Методика вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики

керівник роботи: Кузнєцова Олена Яківна, д. пед.н., професор,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «02» грудня 2025 року №718с.

2. Строк подання студентом роботи: 08 грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: теоретичне обґрунтування методичних особливостей вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики з метою активізації пізнавальної діяльності учні

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- проаналізувати сутність законів збереження як фундаментальної основи фізичної картини світу;
- проаналізувати психолого-педагогічну літературу з методики викладання законів збереження в курсі фізики;
- висвітлити психолого-педагогічні аспекти формування понять про закони збереження;
- розробити навчально-методичні матеріали до уроків фізики різного типу з теми «Закони збереження».

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) (за необхідністю):

6. Консультанти розділів роботи (якщо передбачені):

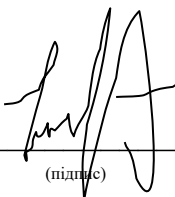
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 27.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<i>№ з/п</i>	<i>Назва етапів кваліфікаційної роботи</i>	<i>Строк виконання етапів роботи</i>	<i>Примітка</i>
1.	Формулювання теми кваліфікаційної роботи, складання плану роботи, підготовка вступу	вересень 2025 р.	
2.	Аналіз літературних джерел за темою дослідження, уточнення вступу та ключових понять дослідження. Підготовка розділу 1.	30.09. 2025 р.	
3.	Аналіз досліджень і науково-методичної літератури з проблеми вивчення законів збереження	жовтень 2025 р.	
4.	Розробка навчально-методичних матеріалів до уроків фізики різного типу з теми «Закони збереження».	листопад 2025 р.	
5.	Формулювання висновків, оформлення підсумкового варіанту кваліфікаційної роботи відповідно до чинних вимог.	08.12.2025 р.	

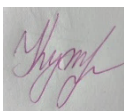
Здобувач:


 (підпис)

Артем УСИК

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи:


 (підпис)

Олена КУЗНЄЦОВА

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.	5
РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДИКИ ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ	8
1.1 Науково-методичні засади вивчення законів збереження у фізиці	8
1.2 Закони збереження як фундамент фізичної картини світу	10
1.3 Методика вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики.	13
1.4. Психолого-педагогічні особливості формування понять про закони збереження	21
1.5. Аналіз досліджень і науково-методичної літератури з проблеми вивчення законів збереження.	24
<i>Висновки першого розділу.</i>	26
РОЗДІЛ ІІ. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ.	28
2.1. Методика викладання законів збереження.	28
2.1.1. Планування навчального процесу при вивченні законів збереження...	28
2.1.2. Використання наочності та моделей при вивченні законів збереження ...	30
2.1.3. Використання інтерактивних та проблемно-пошукових методів.....	33
2.2 Урок-дослідження на тему: Закон збереження енергії.	35
2.3. Урок-мандрівка на тему: Відкриваючи Всесвіт імпульсу - як працює закон збереження імпульсу.	43
2.4. Урок-практикум. Навчаємось розв'язувати задачі на закони збереження	45
2.5. Урок засвоєння нових знань. Закон збереження енергії.	47
2.6. Лабораторна робота на тему: Вивчення закону збереження механічної енергії.	48
2.7. Урок оцінювання знань та формування компетентностей учнів.	55
<i>Висновки другого розділу.</i>	60
ВИСНОВКИ.	64
ДЕКЛАРАЦІЯ ПРО ВИКОРИСТАННЯ ІІІ	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.	66

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасна шкільна фізична освіта перебуває у стані глибокого оновлення, зумовленого вимогами Нової української школи, орієнтацією на компетентнісний підхід та потребою формування в учнів здатності застосовувати знання у реальних життєвих ситуаціях. Проте реальний стан навчання фізики у школах засвідчує наявність низки проблем, що безпосередньо впливають на якість засвоєння фундаментальних фізичних понять і законів. Курс фізики є насиченим і складним для сприйняття школярів. Без належного пояснення та візуалізації учні швидко втрачають інтерес і відчують себе перевантаженими інформацією. У суспільстві, серед батьків та навіть деяких вчителів існує стійкий стереотип, що фізика — це дуже складний предмет, який "не всім дано". Це формує у дітей страх перед предметом ще до початку його вивчення. Процес навчання часто густо перетворюється на запам'ятовування формул та розв'язування типових задач без глибокого розуміння фізичної суті явищ, фрагментарність навчального матеріалу та недостатня увага до формування цілісної фізичної картини світу не дає можливості учням побачити прямий зв'язок між вивченням фізики та своєю майбутньою професією або кар'єрою, особливо якщо вони не планують вступати на технічні спеціальності. Учні опановують окремі теми й формули, але не завжди усвідомлюють системні зв'язки між явищами, що особливо помітно під час вивчення законів збереження, які є універсальними й визначають основи сучасної фізики.

Переважаання репродуктивних методів навчання призводить до зорієнтованості значної частини уроків на пояснення та відтворення знань замість їх практичного та дослідницького застосування. У багатьох школах спостерігається обмежене використання експерименту, моделей, інтерактивних методів та цифрових симуляцій, що негативно позначається на формуванні глибокого розуміння таких складних і абстрактних тем, як енергія, імпульс, момент імпульсу чи електричний заряд.

Важливою проблемою залишається й недостатня сформованість у здобувачів освіти дослідницьких умінь, логічного та критичного мислення.

Закони збереження передбачають високий рівень абстракції, уміння оперувати моделями, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, аналізувати замкнені та відкриті системи, що часто є складним для учнів через нестачу систематичної роботи з формування таких навичок.

Окремої уваги потребує й проблема мотивації: значна кількість школярів сприймає фізику як складну та відірвану від реального життя дисципліну, не розуміють, для чого їм потрібна фізика в повсякденному житті та майбутній професії, що знижує їхню мотивацію та інтерес до вивчення предмета.

Закони збереження, навпаки, мають потужний прикладний потенціал і можуть стати інструментом підвищення мотивації через експеримент, моделювання та пояснення явищ повсякденності. Актуальність теми посилюється також появою сучасних цифрових технологій, які дозволяють наочно демонструвати складні процеси, проводити віртуальні експерименти, аналізувати реальні дані, проте ці можливості часто залишаються не повністю реалізованими в освітньому процесі.

У зв'язку з цим постає потреба у вдосконаленні методики вивчення законів збереження, що забезпечить формування ключових компетентностей, розвиток логічного мислення, дослідницьких умінь та розуміння фундаментальних закономірностей природи. Таким чином, актуальність роботи обумовлена необхідністю оновлення змісту й методів навчання фізики, потребою підвищення якості засвоєння базових фізичних законів, важливістю формування системного й наукового світогляду в умовах сучасної освіти та запитом суспільства на конкурентоспроможного, критично мислячого випускника.

З огляду на завдання реформування сучасної загальноосвітньої школи та підвищення уваги до якості фізичної освіти, мотивація до пізнавальної діяльності учні в закладах середньої освіти є актуальною, складною і багатогранною проблемою, що й зумовило вибір теми магістерської роботи.

Мета дослідження: розробка методики і створення навчально-методичних матеріалів для викладання законів збереження у шкільному курсі фізики з метою формування пізнавальної активності та інтересу учнів до вивчення фізики.

Об'єкт дослідження: навчально-виховний процес з фізики

Предмет дослідження: методика викладання законів збереження в курсі фізики в закладах загальної середньої освіти.

Відповідно до мети визначено такі **завдання дослідження:**

1. Проаналізувати сутність законів збереження як фундаментальної основи фізичної картини світу.
2. Проаналізувати психолого-педагогічну літературу з методики викладання законів збереження в курсі фізики.
3. Висвітлити психолого-педагогічні аспекти формування понять про закони збереження.
4. Розробити навчально-методичні матеріали до уроків фізики різного типу з теми «Закони збереження».

Для досягнення поставленої мети та вирішення завдань було використано такі **методи дослідження:** теоретичні (аналіз, порівняльно-історичний, узагальнення) для вивчення літературних джерел і нормативних документів, емпіричні методи (спостереження, експеримент, бесіда) для виявлення стану досліджуваної проблеми в практиці навчання фізики та оцінки результатів навчального процесу.

Теоретичне і практичне значення дослідження полягає у: теоретичному обґрунтуванні та розробці комплексу навчально-методичних матеріалів для проведення уроків з фізики різного типу з вивчення законів збереження з метою підвищення ефективності уроків фізики та активізації пізнавального інтересу учнів до вивчення фізики.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел (24 позиції). Загальний обсяг роботи – 68 с., з яких 65 с. – основна частина. Робота містить 8 рисунків.

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МЕТОДИКИ ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

1.1 Науково-методичні засади вивчення законів збереження у фізиці

Закони збереження є одними з найважливіших узагальнень сучасної фізики, що відображають сталі властивості матерії та енергії. Усі фізичні процеси, незалежно від їхньої природи, підпорядковуються певним законам збереження, що визначають фундаментальні обмеження для будь-яких взаємодій у природі. Саме тому вивчення цих законів займає центральне місце у шкільному курсі фізики. Вони виступають своєрідним «об'єднуючим каркасом» для різних розділів науки, дозволяючи побудувати логічну, системну картину світу. З методичної точки зору, вивчення законів збереження вимагає глибокого осмислення як їх фізичного змісту, так і способів формування цих понять у свідомості учнів різного віку.

У шкільній практиці поняття законів збереження формується поступово: від емпіричних спостережень до теоретичних узагальнень. У 7–8 класах закладається основа через ознайомлення з енергією, роботою, механічними взаємодіями, а в 9–11 класах відбувається перехід до кількісного опису явищ і застосування законів збереження у розв'язуванні задач. Таке поступове розгортання теми забезпечує спадкоємність знань і формує у школярів розуміння єдності фізичних процесів. Методика вивчення законів збереження має спиратися на принцип науковості. Учні повинні усвідомити, що ці закони не є випадковими емпіричними спостереженнями, а результатом багатовікового розвитку науки. Зокрема, закон збереження імпульсу випливає з другого закону Ньютона, закон збереження енергії — з узагальнення дослідів Джоуля та Майєра, а закон збереження заряду — з експериментів Франкліна й Кулона.

Під час пояснення доцільно наголошувати на універсальності законів збереження: вони діють як у макросвіті (рух планет, механіка тіл), так і у мікросвіті (рух елементарних частинок). Для підвищення ефективності навчання

слід активно використовувати наочність. Це можуть бути демонстраційні експерименти, відеофрагменти, інтерактивні симуляції (наприклад, PhET, Algodoo), а також комп'ютерні моделі енергетичних перетворень.

Використання цифрових технологій сприяє формуванню в учнів стійких уявлень про збереження енергії та імпульсу в замкнених системах. Важливою частиною методики є формування компетентностей. Знання законів збереження має виходити за межі простого відтворення формул. Учень повинен уміти застосовувати їх у нових ситуаціях, наприклад, пояснити, чому під час зіткнення тіл без втрат енергії сума імпульсів залишається сталою, або оцінити енергетичні витрати електричних приладів. Такі завдання стимулюють розвиток критичного мислення та аналітичних навичок.

Методика викладання повинна також враховувати вікові особливості учнів. Молодші школярі сприймають знання наочно-образно, тому ефективними є експерименти: коливання маятника, скочування кульок, демонстрація кулі Ньютона тощо. У старших класах варто переходити до формалізованого опису, розв'язування рівнянь і використання математичних моделей. Ефективним прийомом є проблемне навчання: учитель створює ситуацію, коли учні самостійно доходять до висновку про існування певної закономірності. Наприклад, пропонується дослід: дві кульки різної маси стикаються на гладкій поверхні. Учні вимірюють швидкості до і після зіткнення й роблять висновок, що сума імпульсів залишається сталою. Таке відкриття через діяльність формує глибше розуміння фізичних законів і розвиває дослідницькі навички.

Серед основних принципів методики навчання варто виділити: 1) системність — закони збереження розглядаються не ізольовано, а як єдина методологічна основа; 2) наступність — поняття вводяться поетапно, з урахуванням попереднього досвіду; 3) доступність — матеріал подається на рівні, який відповідає віковим можливостям учнів; 4) зв'язок теорії з практикою — розгляд прикладів з техніки, екології, енергетики; 5) діяльнісний підхід — учні активно беруть участь у спостереженнях, експериментах, обчисленнях. Важливо звернути увагу й на інтеграцію навчального змісту. Закони збереження не можна

обмежувати рамками лише фізики. Їх застосування спостерігається в біології (енергетичний баланс організмів), хімії (збереження маси), географії (циркуляція речовин у природі). Показ таких зв'язків сприяє формуванню цілісного природничо-наукового світогляду. З методичної точки зору, значну роль відіграє також оцінювання навчальних досягнень. Доцільно використовувати не лише тести й задачі, а й відкриті запитання, практичні завдання, міні-проекти. Наприклад, учням пропонується створити модель енергетичного обміну в побутовій техніці або дослідити, які процеси в навколишньому середовищі підкоряються законам збереження. Це сприяє формуванню практичних компетентностей і мотивує до навчання.

Сучасний учитель фізики має володіти інноваційними технологіями. Використання віртуальних лабораторій, симуляцій, електронних журналів та мультимедійних презентацій не лише полегшує сприйняття складних тем, а й робить навчальний процес інтерактивним. Ефективним є застосування мобільних додатків для аналізу руху або вимірювання швидкості тіл. Це дозволяє учням самостійно перевірити дію законів збереження в реальних умовах.

Таким чином, науково-методичні засади вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики полягають у поєднанні традиційних та сучасних підходів, забезпеченні наступності, системності та практичної спрямованості навчання. Викладання цієї теми має сприяти не лише засвоєнню теоретичних знань, а й розвитку дослідницьких умінь, експериментальних навичок, екологічного мислення та наукового світогляду учнів.

1.2 Закони збереження як фундамент фізичної картини світу

Закони збереження є основою сучасної фізичної науки і формують фундамент фізичної картини світу. Вони відображають сталі властивості природи та взаємозв'язки між фундаментальними величинами: енергією, імпульсом, моментом імпульсу, електричним зарядом. Розуміння цих законів забезпечує уявлення про універсальність фізичних процесів і системну логіку розвитку фізики. Закон збереження енергії відображає принцип, що енергія не виникає і не

зникає, а лише переходить з однієї форми в іншу. Це стосується механічної, теплової, електричної, ядерної енергії.

У шкільному курсі його демонструють на прикладах маятників, пружних та непружних зіткнень, перетворень енергії у електричних колах. Закон збереження імпульсу показує, що сумарний імпульс замкненої системи тіл залишається сталим у відсутності зовнішніх сил. Цей закон дозволяє пояснювати рух тіл після взаємодії, розв'язувати задачі на зіткнення кульок, ракетні рушії та багато інших прикладів. Момент імпульсу є мірою обертального руху тіла, і його збереження пояснює явища, пов'язані з обертанням планет, спіном елементарних частинок та роботою гіроскопів. Закон збереження моменту імпульсу демонструють на прикладі ковзанярів, що обертаються, зміни положення рук або використання моделей гіроскопів. Закон збереження електричного заряду показує, що заряд не виникає і не зникає, а лише перерозподіляється між тілами. Це дозволяє пояснити електростатичні явища, роботу електричних ланцюгів, електрохімічні процеси. Взаємозв'язок законів збереження полягає в тому, що вони не існують ізольовано: будь-яка фізична система підпорядковується одночасно кільком законам. Наприклад, у механічному зіткненні тіл відбувається збереження як імпульсу, так і енергії, що визначає кінцеві швидкості та напрямки руху тіл.

Розуміння взаємозв'язку законів збереження є ключовим для формування системного мислення у школярів. Учні бачать, що енергія, імпульс, момент імпульсу та заряд не є розрізненими поняттями, а взаємопов'язаними характеристиками фізичних процесів. Методично, у шкільному курсі фізики важливо демонструвати універсальність законів збереження: від макросвіту до мікросвіту. Це допомагає учням усвідомити, що фізичні принципи однаково застосовні як до руху планет, так і до електронів у атомі. З точки зору формування компетентностей, закони збереження сприяють розвитку критичного мислення, умінню аналізувати причинно-наслідкові зв'язки, узагальнювати експериментальні дані, прогнозувати результати фізичних процесів.

На уроках доцільно використовувати різноманітні методи: демонстраційні експерименти, лабораторні роботи дослідницького типу, цифрові симуляції. Наприклад, наочно показати збереження енергії через рух маятника або використати комп'ютерну модель зіткнення тіл для підтвердження збереження імпульсу. Це дозволяє учням не тільки засвоювати формули, а й розвивати практичні навички та науковий світогляд. Використання історичних прикладів відкриття законів (Ньютон, Джоуль, Майєр, Фарадей) мотивує учнів і демонструє, що наукові знання формуються через дослідження та експерименти. Так, Ньютон у "Математичних початках природної філософії" зазначав: «Тіло, що перебуває у спокої або рухається прямолінійно, зберігає свій стан, поки зовнішні сили його не змінять». Джеймс Джоуль і Юстус Майєр довели взаємність роботи та тепла, показавши, що енергія не зникає, а лише перетворюється. Ці історичні факти допомагають учням усвідомити процес формування наукових законів і їхню універсальність.

Взаємозв'язок законів збереження проявляється у різних фізичних процесах: у механіці одночасно діють закони збереження енергії та імпульсу; у фізиці частинок — збереження енергії, імпульсу, заряду та лептонного чи баріонного числа. Це демонструє, що фізика як наука є цілісною системою знань, де кожний закон взаємопов'язаний із іншими. Для учнів розуміння цього взаємозв'язку сприяє формуванню системного підходу, що є основою наукового світогляду.

На практиці під час викладання законів збереження у шкільному курсі рекомендується застосовувати інтегрований підхід. Наприклад, розв'язування задач, що поєднують енергетичні перетворення і зміни імпульсу, дозволяє показати взаємозв'язок законів. Демонстраційні експерименти з рухом тіл, симуляції зіткнень, використання моделей гіроскопів, візуалізація електричних зарядів — усе це робить матеріал доступним і наочним.

Використання цифрових ресурсів PhET, Algodoo або віртуальних лабораторій дозволяє моделювати процеси, що складно реалізувати у класичній лабораторії, і підтверджує сталість законів збереження. Знання законів

збереження та їхнього взаємозв'язку є необхідним для формування компетентного учня, здатного пояснювати явища навколишнього світу, прогнозувати наслідки взаємодії тіл і систем, оцінювати ефективність використання енергії у технічних та природних процесах. Закони збереження формують логіку мислення, аналітичні навички та системне бачення природи, що робить їх фундаментом фізичної картини світу і ключовим елементом шкільного курсу фізики.

1.3 Методика вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики

Методика вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики передбачає комплексний підхід, який включає аналіз шкільних програм, використання підручників та дидактичних принципів, а також застосування сучасних методів і форм навчання.

Аналіз програм Нової української школи та програм для старшої школи показує, що закони збереження вводяться поступово: спочатку вивчається закон збереження маси та енергії, потім закон збереження імпульсу і моменту імпульсу, а далі — електричного заряду та законів збереження у складніших фізичних системах.

Програми підкреслюють важливість формування у школярів системного мислення та розуміння універсальних принципів природи, що сприяє розвитку наукового світогляду та компетентностей учнів. Аналіз підручників фізики свідчить, що автори намагаються поєднувати історичний аспект відкриття законів збереження з сучасними експериментальними доказами та прикладами, що полегшує сприйняття складних понять. Підручники містять численні схеми, графіки, задачі практичного спрямування, які дозволяють учням не тільки засвоїти формули, а й зрозуміти фізичну суть процесів.

Дидактичні принципи, які використовуються при вивченні законів збереження, включають наочність, послідовність і системність викладу, активність учня, науковість та доступність. Наочність забезпечується через демонстраційні експерименти, моделі, схеми та цифрові симуляції. Послідовність і системність полягають у логічному переході від простих до складних понять, від

макроскопічних явищ до мікроскопічних процесів. Активність учня забезпечується застосуванням проблемних та дослідницьких методів, що стимулює самостійне мислення та формування компетентностей. Науковість і доступність досягаються через точність формулювань, використання історичних фактів та сучасних прикладів, що дозволяє учням зв'язувати теорію з практикою.

Методи навчання, що застосовуються, включають експериментальні, проблемні, дослідницькі, лабораторні та інформаційно-цифрові. Експериментальні методи дозволяють учням бачити сталість законів збереження на практиці, наприклад, через вимірювання швидкостей тіл після зіткнень або спостереження за рухом маятника. Проблемні методи стимулюють учнів мислити аналітично, ставити гіпотези та перевіряти їх через експерименти. Дослідницькі та лабораторні методи формують практичні навички роботи з приладами, вимірювальні компетентності та наукову аргументацію. Використання інформаційно-цифрових ресурсів, таких як симуляції PhET або Algodoo, дозволяє моделювати процеси, що складно реалізувати у класичній лабораторії, і наочно демонструє сталість енергії, імпульсу та інших фізичних величин. Форми навчання включають індивідуальні та групові завдання, лабораторні роботи, дослідницькі проекти, демонстраційні та проблемні уроки. Наприклад, груповий проект на тему «Дослідження зіткнень тіл різної маси» дозволяє учням не лише перевірити закон збереження імпульсу, а й аналізувати результати, порівнювати теоретичні та експериментальні дані, робити висновки і презентувати їх.

У шкільному курсі закон збереження енергії спочатку розглядається на рівні механіки. Здатність тіла здійснювати роботу внаслідок зміни свого стану характеризується фізичною величиною, яка називається енергією (E). Оскільки мірою зміни енергії є робота, то енергія вимірюється в тих самих одиницях, що й робота. Одиницею вимірювання енергії в системі СІ є Джоуль (1 Дж). Наприклад, якщо система здійснює додатну роботу в 1 Дж, енергія системи зменшується на 1 Дж.

Потенціальна енергія — енергія фізичної системи, що виникає завдяки взаємодії між тілами, які складають систему, й зумовлена розташуванням тіл у просторі. Потенціальна енергія піднятого вантажу :

$$E_p = mgh$$

Потенціальна енергія деформованої пружини:

$$E_p = kx^2/2$$

Енергія, яку тіло отримує внаслідок свого руху, називається кінетичною енергією:

$$E_k = mv^2/2$$

Тіла можуть мати потенціальну і кінетичну енергію одночасно. Суму потенціальної та кінетичної енергій тіла називають механічною енергією:

$$E = E_k + E_p$$

Як показують спостереження й досліди, у механічних явищах потенціальна енергія може перетворюватися на кінетичну і навпаки.

Перетворення двох видів механічної енергії для тіла, що вільно падає (W – енергія) (Рис 1.1.).

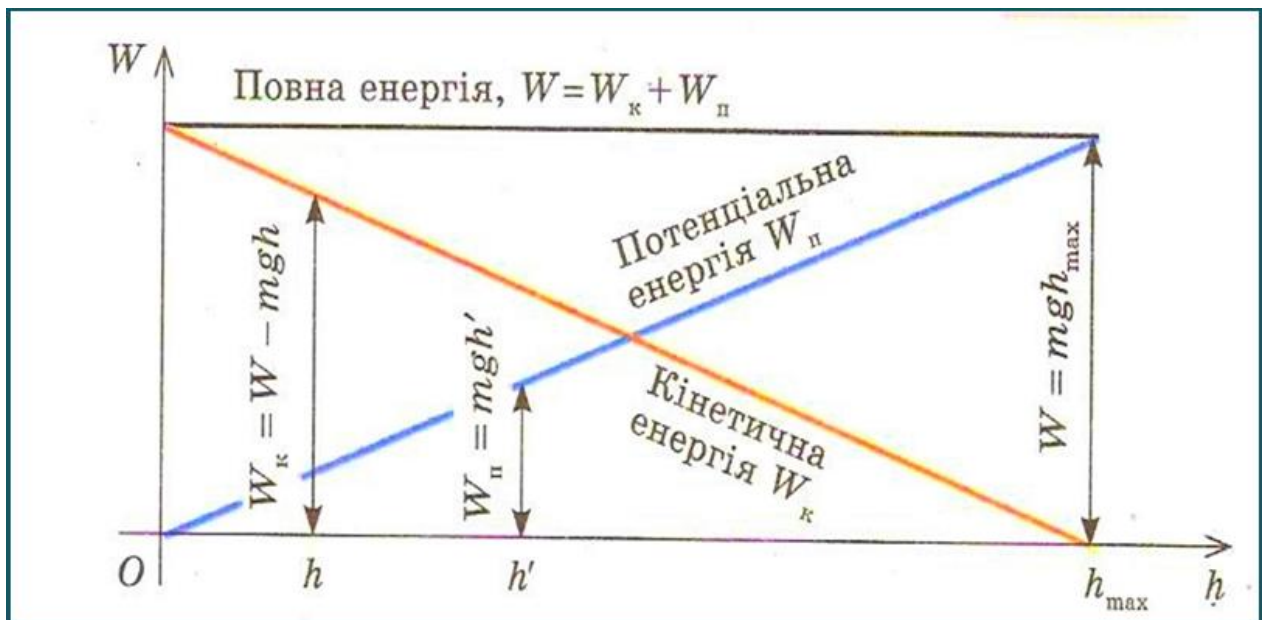
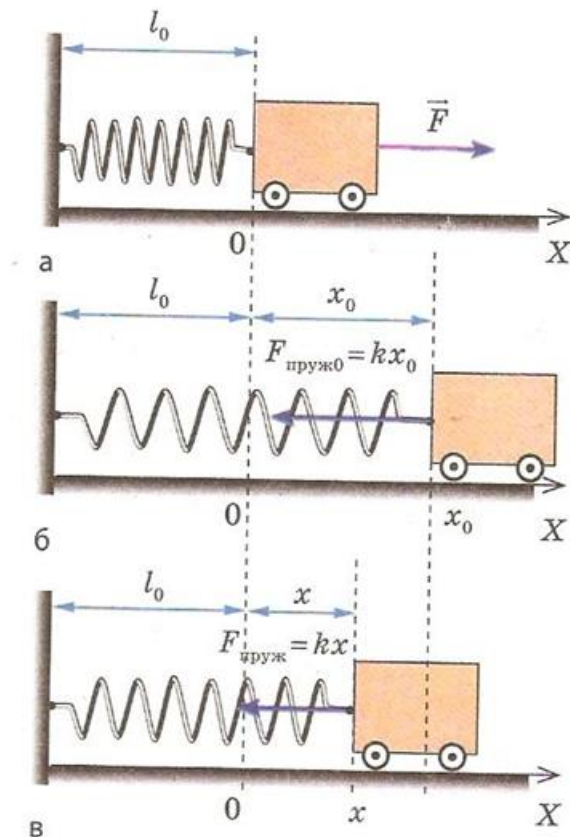
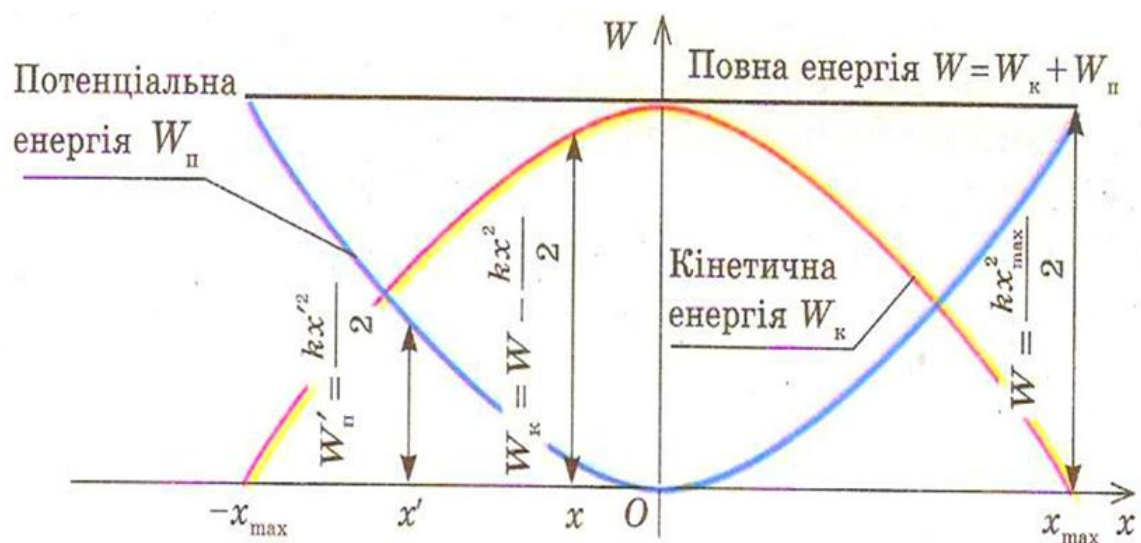


Рис 1.1. Діаграма енергетичних перетворень тіла у випадку його механічного руху і взаємодії

Перетворення потенціальної енергії деформованої пружини в кінетичну енергію візка. (Рис 1.2.).



Перетворення потенціальної енергії деформованої пружини в кінетичну енергію візка (Рис 1.3).



Закон збереження механічної енергії

Якщо між тілами системи діють лише сили тяжіння і сили пружності, механічна енергія замкненої системи тіл зберігається:

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

Межі застосування:

- сили взаємодії між тілами, для яких виконується закон збереження механічної енергії називаються консервативними силами;
- закон збереження механічної енергії не виконується для сил тертя, оскільки за наявності сил тертя відбувається перетворення механічної енергії в теплову;
- закон збереження енергії справедливий тільки для замкнених систем, тобто за умови відсутності зовнішніх полів чи взаємодій. Енергія не виникає з нічого і не зникає безслідно. Вона лише перетворюється із одного виду в інший або передається від одного тіла до іншого.

Закон збереження імпульсу у шкільному курсі. Великий французький філософ, математик, фізик Рене Декарт ввів таке поняття як “кількість руху”. Він же сформулював закон збереження кількості руху та дав визначення імпульсу сили.

“Я приймаю, що у Всесвіті... є відома кількість руху, яка ніколи не збільшується, не зменшується, і, таким чином, якщо одне тіло призводить до руху інше тіло, то втрачає стільки свого руху, скільки його надає” (Р.Декарт).

У 9 класі учні вперше знайомляться з поняттям імпульсу тіла, яке визначається як добуток маси тіла на його швидкість: $p = m \cdot v$.

Імпульс — це векторна фізична величина, яка характеризує кількість руху. На початковому етапі важливо сформувати в учнів розуміння, що імпульс залежить як від маси, так і від швидкості тіла. Закон збереження імпульсу стверджує: у замкненій системі сумарний імпульс тіл до взаємодії дорівнює сумарному імпульсу після взаємодії.

$$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

або $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$

Цей закон справджується лише для замкненої системи, де відсутні зовнішні сили або їхній вплив можна знехтувати.

Умови, коли систему тіл вважають замкненою:

- декілька тіл, що взаємодіють одне з одним, утворюють систему тіл.
- сили, які характеризують взаємодію тіл системи між собою, називають внутрішніми силами системи.
- систему тіл вважають замкненою, якщо зовнішні сили, які діють на систему, зрівноважені або набагато менші від внутрішніх сил системи.

Закон збереження імпульсу – у замкненій системі тіл векторна сума імпульсів тіл до взаємодії дорівнює векторній сумі імпульсів тіл після взаємодії.

Закон збереження імпульсу — один із базових принципів механіки, вивчення якого у 9 класі має ключове значення для подальшого розуміння фізики. Грамотно підібрані методи викладання сприяють формуванню глибоких і міцних знань, розвитку логічного мислення та вміння застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Закон збереження моменту імпульсу

Момент імпульсу, L — це характеристика обертального руху матеріальної точки (чи системи матеріальних точок), що визначається відстанню точки від осі обертання, величиною та напрямком імпульсу відносно осі обертання: $L = J\omega = mvr$. Момент імпульсу є векторною величиною. Напрямок вектора моменту імпульсу збігається з напрямком вектора кутової швидкості.

Закон збереження моменту імпульсу. Зміна моменту імпульсу тіла відбувається лише в результаті дії зовнішніх сил і залежить від моменту зовнішніх сил (обертального моменту). Якщо на тіло не діють зовнішні сили або їх рівнодійна не створює моменту відносно осі обертання $M = 0$, то зміна моменту імпульсу також дорівнює нулю: $\Delta J\omega = M\Delta t = 0$. Якщо зміна величини $\Delta J\omega$ дорівнює нулю, сама величина залишається незмінною: $J\omega = \text{const}$. Отже, ми познайомилися ще з одним законом збереження — *законом збереження моменту імпульсу*.

Збільшення моменту імпульсу одного з тіл має бути скомпенсованим відповідним зменшенням моменту імпульсу інших тіл системи. Якщо розглядати окремо взяте тіло, яке не зазнає дії зовнішніх сил і не є твердим, тобто може змінювати свій момент інерції, то для такого тіла також виконується умова $J\omega =$

const. При цьому зміна моменту інерції (наприклад, збільшення) супроводжується відповідною зміною кутової швидкості (зменшенням). Кінетична енергія тіла, що обертається. Лінійна швидкість v матеріальної точки масою m , що обертається навколо осі O , може бути виражена через кутову швидкість ω й радіус обертання r : $v = \omega r$.

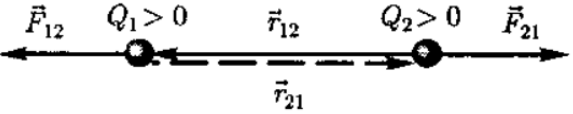
Закон збереження електричного заряду

З узагальнення експериментальних даних був встановлений фундаментальний закон природи - закон збереження заряду: алгебраїчна сума електричних зарядів будь-якої замкнутої системи (системи, що не обмінюється зарядами із зовнішніми тілами) залишається незмінною, які б процеси не відбувалися всередині цієї системи.

Залежно від концентрації вільних зарядів тіла діляться на провідники, діелектрики і напівпровідники.

Провідники - тіла, в яких електричний заряд може переміщатися по всьому його об'єму. Діелектрики (наприклад, скло, пластмаси) - тіла, в яких практично відсутні вільні заряди. Напівпровідники (наприклад, германій, кремній) займають проміжне положення між провідниками і діелектриками. Одиниця електричного заряду (похідна одиниця, так як визначається через одиницю сили струму – ампер за секунду) - Кулон (Кл):

Закон Кулона - ОСНОВНИЙ ЗАКОН електростатики встановлений з узагальнення експериментальних даних. Закон Кулона: сила взаємодії F між двома нерухомими точковими зарядами, що знаходяться в вакуумі, пропорційна зарядам Q_1 і Q_2 і обернено пропорційна квадрату відстані r між ними. Сила F направлена по прямій, що з'єднує взаємодіючі заряди, тобто є центральною, і відповідає притягінню ($F < 0$) у разі однойменних. Ця сила називається кулонівською силою. У векторній формі закон Кулона має вигляд:

$$\vec{F}_{12} = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \frac{\vec{r}_{12}}{r}, \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.$$


де F_{12} - сила, що діє на заряд 1 з сторони заряду 2. Величина ϵ_0 називається електричною сталою.

Закон Кулона залишається одним із наріжних каменів сучасної фізики, адже від нього відштовхуються при описі електричних взаємодій у класичній та квантовій електродинаміці. Він пояснює, чому існує певний порядок у розміщенні заряджених частинок в атомах і молекулах, як поведуться електричні поля та чому відстань відіграє ключову роль у силі взаємодії. Знання кулонівського закону допомагає конструювати різноманітні технічні пристрої, проектувати системи електроживлення та розробляти все складніші електронні технології. Також цей закон має важливе значення для наукових досліджень, зокрема у сфері нанотехнологій, фізики елементарних частинок та астрофізики, адже скрізь, де є електричний заряд, діятимуть кулонівські сили.

Загальний закон збереження енергії

Крім механічної, розглядають й інші види енергії – внутрішню (теплову), електричну, хімічну, ядерну, тощо, – які істотно відрізняються за природою та властивостями. Але визначальною спільною властивістю всіх видів енергії є здатність до взаємних перетворень, у відповідності до загального закону збереження енергії, згідно з яким енергія не зникає безслідно й не виникає з нічого, вона лише переходить з одних видів в інші та з одного місця в інше в рівних кількостях. Це означає, що в будь-якій замкненій системі сума всіх видів енергії не змінюється при будь-яких процесах в ній.

Закон збереження енергії, у фізиці, принцип, згідно з яким повна енергія замкненої системи зберігається впродовж часу. Енергія не виникає з нічого і не зникає в нікуди, а може лише перетворюватись з однієї форми на іншу. Через цей закон неможливі вічні двигуни першого роду. Закон був відкритий незалежно, для

різних видів енергії багатьма вченими, серед яких Готфрід Лейбніц — для кінетичної енергії, Джеймс Джоуль для внутрішньої енергії, Джон Пойнтінг для електромагнітної енергії.

На уроках доцільно застосовувати поєднання усних пояснень, демонстрацій, задач практичного спрямування та цифрових симуляцій для забезпечення максимальної наочності та ефективності засвоєння матеріалу. Методика передбачає диференційований підхід до учнів з різним рівнем підготовки та здібностей, що дозволяє враховувати індивідуальні потреби та розвивати потенціал кожного школяра. Важливим аспектом є формування уявлень про взаємозв'язок законів збереження та їхнє практичне застосування в повсякденному житті, техніці та природних процесах.

Таким чином, методика вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики базується на комплексному поєднанні шкільних програм, підручників, дидактичних принципів, методів та форм навчання, що забезпечує формування системного мислення, практичних навичок та наукового світогляду учнів.

1.4. Психолого-педагогічні особливості формування понять про закони збереження

Психолого-педагогічні особливості формування понять про закони збереження у шкільному курсі фізики ґрунтуються на врахуванні вікових та індивідуальних особливостей учнів, зокрема сприйняття абстрактних понять, розвитку логічного та системного мислення, а також застосування наочності та експериментальної діяльності. Абстрактні поняття, такі як енергія, імпульс, момент імпульсу та електричний заряд, є складними для безпосереднього сприйняття учнями молодшої та середньої школи, тому методика навчання передбачає поступове введення понять через конкретні фізичні явища, моделі, аналогії та демонстраційні експерименти.

У молодших класах формуються базові уявлення про рух тіл, перетворення енергії та сили, що дозволяє підготувати учнів до розуміння більш абстрактних

законів збереження у старшій школі. У старшій школі навчання спрямоване на системне осмислення законів збереження та їх взаємозв'язку, що дозволяє формувати компетентності критичного мислення, уміння узагальнювати та застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Розвиток логічного мислення у процесі вивчення законів збереження передбачає послідовне засвоєння причинно-наслідкових зв'язків, аналіз експериментальних даних, порівняння теоретичних моделей з практичними спостереженнями та формування узагальнень. Учні вчаться розділяти явища на складові, виділяти основні закономірності, прогнозувати результати фізичних процесів, що сприяє розвитку системного мислення. Важливо, що навчальна діяльність організовується так, щоб учні могли самостійно робити висновки, співвідносити експериментальні результати з теоретичними знаннями, виявляти закономірності та взаємозв'язки між різними фізичними величинами. Такий підхід забезпечує розвиток аналітичного мислення та готує учнів до самостійної дослідницької діяльності.

Наочність є ключовим компонентом навчання законів збереження. Використання демонстраційних моделей, схем, діаграм, цифрових симуляцій та наочних посібників дозволяє візуалізувати процеси зміни енергії, імпульсу та моменту імпульсу, а також показати сталість фізичних величин у замкнених системах. Наприклад, рух маятника демонструє перетворення потенційної енергії у кінетичну та навпаки, пружні та непружні зіткнення кульок ілюструють збереження імпульсу та частково енергії, обертання гіроскопа дозволяє спостерігати закон збереження моменту імпульсу.

Цифрові симуляції дозволяють моделювати складні процеси, які важко реалізувати у класичній лабораторії, та перевіряти сталість енергії, імпульсу й заряду в різних умовах. Експериментальна діяльність учнів формує практичні навички, розвиває спостережливість, уміння працювати з приладами та оцінювати достовірність отриманих результатів. Лабораторні роботи та дослідницькі проекти дозволяють учням перевіряти закони на практиці, співставляти теоретичні розрахунки з експериментальними даними, робити висновки,

формулювати обґрунтовані аргументи та презентувати результати. Методика передбачає поступове ускладнення дослідницьких завдань: від спостереження простих явищ до моделювання комплексних фізичних систем. Використання інтерактивних методів навчання сприяє активному залученню учнів до пізнавальної діяльності, підвищує мотивацію та інтерес до фізики, розвиває самостійність, відповідальність та критичне мислення.

Психолого-педагогічний підхід до формування понять про закони збереження включає диференціацію навчання, що враховує рівень підготовки, інтереси та здібності учнів. Учням із високим рівнем підготовки пропонуються додаткові задачі з поглибленим аналізом, моделюванням та інтеграцією різних законів збереження, тоді як учням, які мають труднощі з абстрактним мисленням, надаються більш наочні приклади та прості експериментальні завдання. Це дозволяє забезпечити ефективне засвоєння матеріалу всіма учнями та формує у кожного індивідуальні навички наукового мислення.

На уроках доцільно застосовувати поєднання різних методів: демонстраційних, дослідницьких, проблемних, інтерактивних та інформаційно-цифрових. Наприклад, групова робота над проектом «Дослідження зіткнень тіл різної маси» дозволяє учням перевірити закон збереження імпульсу, порівняти результати експерименту з теоретичними розрахунками, робити висновки та обговорювати практичне застосування законів. Проблемні завдання стимулюють учнів до самостійного мислення, формулювання гіпотез та їх перевірки.

Використання цифрових симуляцій та віртуальних лабораторій дозволяє моделювати процеси, які складно реалізувати в класичній лабораторії, і наочно демонструє сталість фізичних величин. Важливою складовою є історико-науковий контекст: демонстрація того, як відкривалися закони збереження, пояснення внеску видатних учених, цитати, приклади класичних експериментів дозволяють учням усвідомити процес формування наукових знань та їх універсальність.

Регулярне повторення, узагальнення та обговорення результатів експериментів сприяє закріпленню знань і розвитку умінь системного мислення. Формування понять про закони збереження у контексті психолого-педагогічних

особливостей забезпечує цілісне засвоєння матеріалу, розвиток аналітичного та критичного мислення, навичок дослідницької діяльності, а також системного бачення природи і практичного застосування фізичних законів.

1.5. Аналіз досліджень і науково-методичної літератури з проблеми вивчення законів збереження

Аналіз науково-методичної літератури та досліджень з проблеми вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики свідчить про те, що сучасні методики навчання поєднують традиційні та інноваційні підходи, спрямовані на формування системного мислення, практичних компетентностей та наукового світогляду учнів.

Серед основних сучасних методичних підходів відзначаються інтеграційний, дослідницький, проблемно-пошуковий та експериментально-наочний. Інтеграційний підхід передбачає розгляд законів збереження у контексті різних фізичних галузей, таких як механіка, термодинаміка, електрика та магнетизм, що дозволяє учням усвідомити універсальність законів та їх практичне застосування. Дослідницький підхід акцентує увагу на самостійному проведенні експериментів, вимірюваннях та моделюванні процесів, що формує уявлення про науковий метод, стимулює аналітичне мислення та вміння робити обґрунтовані висновки. Проблемно-пошуковий метод включає постановку завдань, що потребують формулювання гіпотез і їх перевірки на практиці, що розвиває критичне мислення, логічні навички та здатність прогнозувати фізичні процеси. Експериментально-наочний метод забезпечує використання демонстраційних установок, макетів, схем та цифрових симуляцій, що робить абстрактні поняття більш доступними та наочними.

Педагогічні дослідження показують, що найефективнішим є комбінування різних підходів, коли теоретичний матеріал поєднується з лабораторними роботами, експериментами та інтерактивними завданнями, що дозволяє закріпити знання на практиці та розвинути навички самостійного дослідження. Аналіз методичних рекомендацій свідчить про важливість поетапного введення понять

про закони збереження: починаючи з простих прикладів та демонстрацій у молодших класах і поступово переходячи до комплексного аналізу фізичних систем у старшій школі, включаючи взаємозв'язок енергії, імпульсу, моменту імпульсу та електричного заряду.

Важливою складовою навчального процесу є диференціація завдань з урахуванням рівня підготовки та здібностей учнів. Учням із високим рівнем підготовки пропонуються поглиблені дослідницькі та інтеграційні проекти, які передбачають аналіз складних фізичних систем та застосування кількох законів збереження одночасно. Для учнів із середнім і початковим рівнем підготовки використовуються наочні приклади, прості експериментальні завдання та моделювання процесів з допомогою цифрових лабораторій. Науково-методична література також підкреслює важливість історико-наукового контексту, який включає ознайомлення з класичними експериментами, внеском видатних учених та еволюцією понять законів збереження, що підвищує мотивацію та зацікавленість учнів у фізиці. Особлива увага приділяється розвитку системного та критичного мислення через аналіз причинно-наслідкових зв'язків, порівняння теоретичних моделей з експериментальними даними, прогнозування результатів фізичних процесів і формування узагальнень.

Використання інтерактивних і цифрових технологій, таких як симуляції PhET, віртуальні лабораторії та моделювання об'єктів у середовищі Algodoo, дозволяє створювати складні експериментальні ситуації, забезпечує наочність та сприяє більш глибокому розумінню закономірностей.

Аналіз досліджень підтверджує, що ефективне навчання досягається при комбінації різних методів: демонстраційних, лабораторних, дослідницьких, проблемних, групових і індивідуальних завдань. Рекомендується організовувати уроки так, щоб учні спочатку спостерігали явища, потім виконували вимірювання, аналізували результати, порівнювали їх із теорією і робили обґрунтовані висновки, а на завершальному етапі застосовували знання у практичних задачах. Методика навчання повинна також враховувати психологічні особливості учнів: мотивацію до пізнання, інтерес до експериментальної

діяльності, розвиток самостійності та відповідальності. Огляд науково-методичних джерел дозволяє виділити ключові рекомендації для практичної роботи вчителя: використовувати поетапне введення понять, поєднувати теорію з практичними експериментами, застосовувати демонстраційні та цифрові моделі, інтегрувати закони збереження у різні фізичні галузі, організовувати проблемно-пошукові завдання, забезпечувати диференційований підхід до учнів і стимулювати розвиток критичного мислення, системного бачення фізичних процесів та навичок самостійного дослідження.

Розширений аналіз науково-методичної літератури підтверджує, що реалізація цих підходів сприяє підвищенню ефективності навчання, формуванню компетентностей учнів, розвитку наукового світогляду та готовності до подальшої дослідницької діяльності.

Висновки першого розділу

У результаті проведеного теоретичного аналізу методики вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики встановлено, що закони збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу та електричного заряду становлять фундаментальні принципи сучасної фізики, які визначають структуру фізичної картини світу та забезпечують формування системного мислення учнів. Вивчення цих законів у школі вимагає комплексного підходу, що поєднує науково-методичні засади, дидактичні принципи та психолого-педагогічні особливості, спрямовані на послідовне та усвідомлене засвоєння абстрактних понять.

Аналіз шкільних програм і підручників показав, що ефективне вивчення законів збереження передбачає поетапне введення понять: спочатку через наочні та життєві приклади у молодших класах, потім через систематичне вивчення явищ і експериментів у середній школі, і, нарешті, через комплексний аналіз фізичних систем у старшій школі. Важливим елементом є використання наочності, моделей, схем, графіків, демонстраційних і лабораторних експериментів, а також цифрових симуляцій, що дозволяє учням наочно спостерігати процеси перетворення енергії, збереження імпульсу та моменту імпульсу, а також

взаємозв'язок різних фізичних величин у замкнених системах. Психолого-педагогічний аналіз показав, що формування понять про закони збереження потребує розвитку логічного, критичного та системного мислення, сприйняття причинно-наслідкових зв'язків, вміння робити узагальнення та прогнозувати результати фізичних процесів. Ефективність навчання підвищується за умови застосування методів активного навчання: дослідницьких, проблемно-пошукових, інтерактивних, групових проектів та індивідуальних завдань, що дозволяє залучити учнів до активної пізнавальної діяльності та стимулює їх самостійність і відповідальність. Аналіз науково-методичної літератури свідчить, що найбільш результативним є комбінування теоретичних пояснень з практичними дослідженнями, моделюванням фізичних явищ і цифровими симуляціями, що сприяє глибшому усвідомленню закономірностей та формуванню наукового світогляду.

Дослідження педагогів підтверджують, що інтеграція історико-наукового контексту, ознайомлення з класичними експериментами та внеском видатних учених у формування законів збереження підвищує мотивацію учнів, сприяє розвитку інтересу до фізики та формуванню цілісного уявлення про природу фізичних явищ. Висновки досліджень демонструють, що засвоєння законів збереження ефективно лише за умови систематичності, наочності та інтеграції теоретичного матеріалу з практичними завданнями, що включають лабораторні дослідження, моделювання та дослідницькі проекти.

У цілому, теоретичний аналіз показує, що правильне поєднання науково-методичних засад, психолого-педагогічних підходів і сучасних методик викладання забезпечує ефективне формування уявлень учнів про закони збереження, сприяє розвитку критичного і системного мислення, дослідницьких та аналітичних навичок, формує науковий світогляд і готовність до самостійної пізнавальної та дослідницької діяльності.

Таким чином, результати аналізу підкреслюють, що закони збереження є не лише фундаментом фізичної науки, а й ефективним інструментом розвитку когнітивних та пізнавальних компетентностей учнів, забезпечують логічну структуру курсу фізики та формують базу для подальшого опанування складніших фізичних понять і методів дослідження.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

2.1. Методика викладання законів збереження

2.1.1. Планування навчального процесу при вивченні законів збереження

Планування навчального процесу при вивченні законів збереження у шкільному курсі фізики є складним та багаторівневим процесом, що включає визначення цілей і завдань навчання, змісту уроків, форм і методів навчання, засобів наочності, організацію експериментальної та практичної діяльності, врахування психолого-педагогічних особливостей учнів та формування компетентностей.

Закони збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу та електричного заряду є фундаментальними принципами фізики, тому їхнє вивчення потребує системного підходу, який поєднує теоретичне пояснення з практичним застосуванням та експериментальною діяльністю. Основою планування є чітке визначення цілей навчання, серед яких формування уявлень про сталість фізичних величин у замкнених системах, розвиток критичного та системного мислення, вміння аналізувати фізичні процеси, робити обґрунтовані висновки та застосовувати знання у практичних задачах.

При плануванні важливо враховувати вікові та психологічні особливості учнів, їх рівень підготовки, попередні знання, інтереси та мотивацію до пізнання фізики. У молодших класах переважно застосовуються наочні приклади та прості експериментальні демонстрації, що ілюструють перетворення енергії та рух тіл, наприклад, спостереження за рухом маятника, катанням кульок по похилій площині, аналізом падіння тіл різної маси. У середній школі навчальний процес передбачає поєднання теоретичного матеріалу з практичними лабораторними роботами та цифровими симуляціями, що демонструють закони збереження у різних фізичних процесах, таких як зіткнення тіл, обертання твердих тіл, перетворення енергії у механічних системах та електричних ланцюгах. У старшій школі увага зосереджується на комплексному аналізі систем, що включає

інтеграцію кількох законів збереження одночасно, застосування математичних методів для розрахунків фізичних величин, моделювання процесів і виконання дослідницьких проектів.

Планування навчальної діяльності включає визначення етапів уроку: мотиваційного, навчання нового матеріалу, практичного закріплення та контролю. На мотиваційному етапі активізуються попередні знання учнів, формуються навчальні цілі та завдання, стимулюється інтерес до вивчення законів збереження через приклади з життя, історичні факти відкриття законів та демонстрацію практичної значущості знань. На етапі засвоєння нового матеріалу подається теоретичний зміст, пояснюються фізичні явища, проводяться демонстрації та експерименти, застосовуються графіки, схеми, моделі та цифрові симуляції, що підвищує наочність і глибину розуміння. Етап практичного закріплення включає виконання лабораторних робіт, розв'язування задач, виконання дослідницьких проектів та інтеграційних завдань, що дозволяє учням застосовувати знання у різних контекстах і формує навички дослідницької діяльності. На етапі контролю здійснюється формувальне або підсумкове оцінювання знань і вмінь учнів, аналізуються результати експериментів, обговорюються помилки та досягається узагальнення матеріалу. У плануванні важливо поєднувати різні методи навчання: словесні, наочні та практичні, зокрема пояснення, бесіди, демонстрації, лабораторні роботи, моделювання процесів, використання цифрових ресурсів і симуляцій, постановку проблемних та дослідницьких завдань, що забезпечує комплексний підхід до засвоєння матеріалу. Велике значення має диференціація та індивідуалізація навчання, коли учням пропонуються завдання різного рівня складності відповідно до їхніх знань, здібностей та інтересів, а також інтеграція міжпредметних знань, наприклад, застосування математичних методів для аналізу фізичних експериментів та розрахунків. Планування включає підготовку необхідного обладнання, матеріалів, наочності, цифрових ресурсів, лабораторних установок і макетів, що забезпечує якість проведення уроків та експериментальних завдань. Особлива увага приділяється мотиваційній складовій: постановка пізнавальних завдань, демонстрація практичної значущості

законів збереження, використання історичних прикладів і наукових досягнень сприяє розвитку інтересу до фізики та стимулює активну пізнавальну діяльність.

Планування навчального процесу передбачає також розвиток самостійності учнів, вміння формулювати гіпотези, проводити експерименти та робити узагальнені висновки, що формує навички дослідницької діяльності та критичного мислення. Інтеграція сучасних технологій у процес планування, зокрема цифрових симуляцій, віртуальних лабораторій та моделювання фізичних процесів, дозволяє створювати динамічні та наочні навчальні ситуації, забезпечує доступність матеріалу для учнів з різним рівнем підготовки та сприяє формуванню глибокого розуміння закономірностей.

У результаті ретельного планування навчального процесу забезпечується послідовне та ефективне засвоєння законів збереження, розвиток логічного, критичного та системного мислення, формування дослідницьких і аналітичних навичок, готовності до практичного застосування знань та самостійної пізнавальної діяльності. Такий підхід дозволяє забезпечити високий рівень навчальних досягнень учнів, формування наукового світогляду та компетентностей, що відповідають вимогам сучасної школи та Нової української школи.

2.1.2. Використання наочності та моделей при вивченні законів збереження

Використання наочності та моделей при вивченні законів збереження є одним із ключових методичних аспектів, що забезпечують ефективне формування уявлень про фундаментальні принципи фізики, розвиток логічного та системного мислення учнів і засвоєння абстрактних понять.

Наочність виступає не лише як ілюстративний матеріал, а й як засіб активізації пізнавальної діяльності, стимулювання інтересу учнів, формування навичок аналізу фізичних процесів та експериментальної діяльності. Вивчення законів збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу та електричного заряду вимагає застосування різноманітних форм наочності, що включають демонстраційні установки, макети, фізичні моделі, графіки, схеми та цифрові

симуляції. Демонстраційні установки дозволяють наочно спостерігати явища збереження фізичних величин у реальних системах. Наприклад, використання маятників, вагових систем, кулькових трас, роликів установок або електричних кіл з конденсаторами і резисторами дає можливість учням побачити перетворення енергії, збереження імпульсу та моменту імпульсу, взаємодію тіл у замкнених системах.

Макети і фізичні моделі сприяють конкретизації абстрактних понять. Вони дозволяють моделювати рух тіл, зіткнення, обертання і передачу енергії у спрощених системах, що підвищує наочність і доступність матеріалу, особливо для учнів середньої та старшої школи. Графіки та схеми виконують функцію узагальнення та систематизації знань. Вони дають змогу наочно спостерігати зміну фізичних величин у часі та просторі, порівнювати експериментальні результати з теоретичними моделями, формувати навички аналізу та прогнозування фізичних процесів.

Цифрові симуляції та інтерактивні моделі відкривають широкі можливості для експериментування у віртуальному середовищі. Програми типу PhET, Algodoo, Crocodile Physics дозволяють учням проводити моделювання зіткнень тіл, обертання механізмів, перетворення енергії, демонструвати збереження електричного заряду та енергії у замкнених системах. Такі симуляції підвищують мотивацію, дають змогу аналізувати складні процеси, що важко реалізувати у класичній лабораторії, та формують навички дослідницької діяльності.

Методика використання наочності передбачає планування уроків із чітким визначенням етапів: під час вступного етапу застосовуються короткі демонстрації для мотивації та активізації попередніх знань; під час засвоєння нового матеріалу використовуються моделі та симуляції для пояснення фізичних процесів; на етапі практичного закріплення – лабораторні роботи, виконання дослідницьких завдань і робота з інтерактивними моделями.

Особлива увага приділяється поєднанню наочності з експериментальною діяльністю учнів. Наприклад, після демонстрації зіткнення кульок на трасі учні проводять власні експерименти, вимірюють швидкості, маси та імпульси тіл,

аналізують результати, порівнюють з теоретичними розрахунками і формують висновки про збереження імпульсу. Важливо також поєднувати фізичні моделі з математичними розрахунками, графічним аналізом та цифровими симуляціями, що забезпечує комплексний підхід і формує міжпредметні компетентності. Планування використання наочності включає підбір обладнання, матеріалів, макетів, демонстраційних та цифрових ресурсів, що відповідають рівню підготовки учнів і цілям уроку. При цьому враховується диференціація завдань: для учнів із високим рівнем підготовки пропонуються складні експерименти та моделювання багатокомпонентних систем, для учнів із середнім рівнем – спрощені лабораторні роботи та цифрові симуляції, а для початкового рівня – демонстрації та спостереження за основними фізичними явищами. Використання моделей і наочності дозволяє розвивати у учнів навички спостереження, аналізу, порівняння, прогнозування та узагальнення результатів, формувати системне мислення та глибоке розуміння фізичних законів.

Сучасні методичні рекомендації підкреслюють необхідність інтеграції різних видів наочності: поєднання фізичних моделей, демонстрацій, графіків, схем та цифрових симуляцій підвищує ефективність засвоєння матеріалу і сприяє активному залученню учнів до пізнавальної діяльності. Наочність та моделі також виконують функцію мотивації та стимулювання дослідницької активності: учні бачать реальні наслідки фізичних процесів, можуть формувати гіпотези та перевіряти їх у практичній діяльності, що забезпечує розвиток самостійності, аналітичного мислення та наукового світогляду.

Високий рівень використання наочності та моделей дозволяє створювати в класі умови, наближені до реальних наукових досліджень, сприяє формуванню навичок постановки експериментальних завдань, обробки та аналізу даних, формулювання обґрунтованих висновків, що є основою компетентнісного підходу до навчання фізики. Таким чином, застосування наочності та моделей у навчальному процесі забезпечує ефективне засвоєння законів збереження, розвиток системного та критичного мислення, формування дослідницьких навичок та компетентностей учнів, а також підвищує мотивацію та інтерес до

вивчення фізики, створюючи основу для подальшого поглибленого опанування предмета та самостійної науково-дослідної діяльності.

2.1.3. Використання інтерактивних та проблемно-пошукових методів

Використання інтерактивних та проблемно-пошукових методів у навчанні фізики є сучасним педагогічним підходом, що дозволяє забезпечити активну участь учнів у процесі пізнання, стимулює розвиток критичного мислення, дослідницьких навичок і самостійності, а також сприяє глибокому засвоєнню законів збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу та електричного заряду.

Інтерактивні методи включають застосування групових та парних форм роботи, рольових ігор, дискусій, інтерактивних вправ, використання цифрових технологій, віртуальних лабораторій і симуляцій. Вони спрямовані на активізацію пізнавальної діяльності учнів, стимулювання інтересу до фізики та забезпечення міжпредметної інтеграції, що особливо важливо у контексті компетентнісного підходу Нової української школи.

Основою інтерактивного навчання є створення ситуацій, у яких учні самостійно відкривають закономірності, формують гіпотези, аналізують результати експериментів і роблять обґрунтовані висновки. Наприклад, при вивченні закону збереження імпульсу учням пропонується змодельовати зіткнення двох тіл різної маси на цифровій симуляції або на фізичній установці, передбачити результати, зафіксувати швидкості та маси тіл, розрахувати сумарний імпульс системи та порівняти його до і після зіткнення. Така активність стимулює формування логічного мислення, уміння аналізувати причинно-наслідкові зв'язки та робити висновки на основі експериментальних даних. Проблемно-пошукові методи навчання передбачають постановку учнями проблемного питання, самостійний пошук рішень, проведення експериментів, обробку результатів та їх узагальнення. Вони допомагають формувати в учнів дослідницьку компетентність, навички планування експерименту, аналізу даних, побудови графіків, математичного моделювання та обґрунтування висновків. Наприклад, учням можна запропонувати дослідити перетворення потенціальної

енергії у кінетичну при русі маятника або при падінні тіла з висоти, оцінити втрати енергії через тертя і порівняти результати з теоретичними моделями. Інтерактивні методи реалізуються через різноманітні форми: роботу в групах із спільним обговоренням та виконанням завдань, рольові ігри, конкурси на кращий проект, обговорення та захист наукових досліджень.

Важливо поєднувати інтерактивну діяльність із проблемно-пошуковою, щоб учні не лише виконували завдання, а й самостійно визначали способи їх розв'язання, прогнозували результати та перевіряли їх експериментально. Цифрові технології та віртуальні лабораторії є потужним інструментом інтерактивного навчання. Програми типу PhET, Algodoo, Crocodile Physics дозволяють учням моделювати зіткнення тіл, обертання дисків, перетворення енергії, електричні кола та інші фізичні процеси, змінювати параметри системи, перевіряти гіпотези та аналізувати результати у безпечному та контролюваному середовищі. Таке застосування сприяє розвитку дослідницьких компетентностей, дозволяє проводити повторні експерименти та експериментувати з параметрами, які неможливо реалізувати у класичній лабораторії, а також підвищує мотивацію учнів через активне залучення до процесу навчання.

Інтерактивні та проблемно-пошукові завдання можуть бути різного рівня складності та диференційованими залежно від підготовки учнів. Для учнів з високим рівнем підготовки пропонуються комплексні дослідження та проекти, що поєднують кілька законів збереження, наприклад, одночасне моделювання збереження енергії та імпульсу у системі зіткнення тіл різної маси з урахуванням тертя та зовнішніх сил. Учні середнього рівня виконують стандартні інтерактивні завдання, лабораторні роботи та симуляції, що дозволяє закріпити теоретичний матеріал і формувати практичні навички. Для початкового рівня – демонстраційні та спрощені інтерактивні завдання, що спрямовані на спостереження явищ та формування базових уявлень про закони збереження. Важливим аспектом є організація групової та парної роботи, що сприяє розвитку комунікативних навичок, вмінню аргументувати свою точку зору, обговорювати результати та спільно формувати висновки.

Використання інтерактивних методів дозволяє розвивати в учнів навички постановки проблемних питань, формулювання гіпотез, планування експериментів, аналізу даних та їх узагальнення, що є основою компетентнісного підходу до навчання фізики. Застосування проблемно-пошукових методів сприяє розвитку критичного мислення, уміння оцінювати достовірність джерел інформації, порівнювати альтернативні підходи, прогнозувати результати експериментів та робити науково обґрунтовані висновки.

Інтеграція міжпредметних знань забезпечує зв'язок фізики з математикою при розрахунках, інформатикою при створенні цифрових моделей та симуляцій, технологіями при конструюванні макетів та лабораторних установок. Психолого-педагогічний аспект інтерактивного навчання проявляється у стимулюванні самостійності, розвитку інтересу до дослідницької діяльності, формуванні відповідальності за результати своєї роботи, а також розвитку навичок колективної взаємодії.

Системне використання інтерактивних та проблемно-пошукових методів дозволяє забезпечити формування активної позиції учнів у навчанні, розвиток аналітичного, критичного та системного мислення, глибоке засвоєння законів збереження, розвиток дослідницьких компетентностей та підготовку учнів до самостійної науково-дослідної діяльності. Таким чином, інтерактивні та проблемно-пошукові методи навчання виступають як ефективний інструмент формування компетентностей, розвитку аналітичного мислення та дослідницьких навичок, підвищують мотивацію до вивчення фізики, сприяють засвоєнню складних фізичних закономірностей і забезпечують практичну реалізацію принципу навчання через активну діяльність учнів.

2.2 Урок-дослідження на тему: Взаємодія тіл. Імпульс. Закон збереження імпульсу

Тема: Взаємодія тіл. Імпульс. Закон збереження імпульсу

Тип уроку: урок-дослідження з елементами експерименту та групової роботи

Мета: сформувати в учнів глибоке розуміння фізичного змісту імпульсу та закону збереження імпульсу, розвивати вміння здійснювати дослідження, аналізувати результати взаємодії тіл у різних умовах, формувати ключові компетентності НУШ.

Завдання: навчальні – встановити зв'язок між силою, часом її дії та імпульсом тіла; сформувати вміння застосовувати закон збереження імпульсу для якісного аналізу процесів; розвивальні – формувати логічне мислення, уміння працювати в групах, аналізувати та інтерпретувати результати дослідів; виховні – сприяти розвитку культури експерименту, відповідальності, точності.

Очікувані результати: учні пояснюють поняття імпульсу тіла; розуміють умови виконання закону збереження імпульсу; застосовують закон для розв'язування практичних ситуацій; уміють експериментально досліджувати взаємодію тіл у замкненій системі.

Обладнання: динамометри, візки або тіла на колесах, кульки, набір різної маси, штативи, відеосимуляція (за можливості), мірна стрічка, таймер або смартфон з додатком «хронометр».

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

Учитель коротко пояснює формат уроку: сьогодні учні не просто отримують нову інформацію, а самі проводять дослідження взаємодії тіл, роблять висновки та обґрунтовують їх, працюючи в малих групах.

II. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Учитель ставить проблемне запитання: «Чому щоб зупинити ковзну шайбу на льоду, достатньо легкого дотику, а щоб зупинити автомобіль, потрібен значний гальмівний шлях?» Учні пропонують свої версії, які фіксуються на дошці. Поступово підводяться до ідеї того, що важливу роль відіграє не лише маса і швидкість, а й час взаємодії.

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Закони Ньютона дозволяють розв'язати багато задач, які стосуються руху та взаємодії тіл. Однак на практиці часто буває складно виміряти або аналітично подати сили, що діють на тіло.

Як обчислити сили, що виникають у результаті зіткнення тіл? (При цьому змінюються і жорсткість тіл, і коефіцієнт тертя)

Як визначити сили, що виникають під час вибуху? (Крім того, для розрахунків потрібно знати час взаємодії тіл, виміряти який теж іноді складно)

Як пов'язані сила та прискорення?

Які тіла взаємодіють? Це дозволяє підвести їх до необхідності введення нового фізичного поняття.

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Дослідницький етап: відкриття поняття імпульсу

Учитель пропонує учням виконати міні-дослід. На гладкій поверхні ставлять два візки однакової маси. Перший штовхають коротко сильно, другий – довше, але слабше. Учні вимірюють швидкість після поштовху (візуально або за довжиною зсуву). Вони порівнюють результати й доходять висновку, що на зміну стану руху впливає не лише сила, а й час взаємодії. Учитель формулює поняття імпульсу сили та імпульсу тіла. Записуються формули та одиниці вимірювання. Учні пропонують власні приклади проявів імпульсу у повсякденному житті.

Групи отримують набір обладнання: два візки з різною масою або дві кульки. Завдання: дослідити результати взаємодії тіл при зіткненні. Учні вимірюють швидкість до та після зіткнення, роблять висновки, оформлюють протокол. Порівнюючи сумарний імпульс системи до і після взаємодії, групи підтверджують закон збереження імпульсу у замкненій системі. Учитель узагальнює результати роботи груп та пояснює умови виконання закону.

Учні формулюють висновки дослідження. Учитель ставить запитання: «Чому при пострілі рушниця віддає назад?», «Чому при стрибку з човна людина штовхає його у протилежний бік?», «Як працює реактивний двигун?» Учні

застосовують закон збереження імпульсу для пояснення цих явищ. На дошці складається узагальнююча схема.

2. Замкнена система тіл

Система тіл – це декілька тіл, що взаємодіють одне з одним.

Внутрішні сили системи – це сили, які характеризують взаємодію тіл системи між собою.

Замкнена система тіл (ізольована) – це така система тіл, на яку не діють зовнішні сили, а будь-які зміни стану системи є результатом дії внутрішніх сил.

Проблемне питання

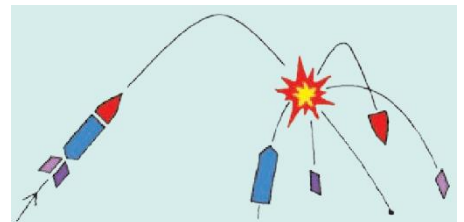
- Чи можливо на Землі знайти замкнену систему тіл?

На Землі неможливо знайти замкнену систему тіл: на будь-яке тіло діє сила тяжіння, будь-який рух тіл супроводжується тертям. Тому на практиці систему тіл вважають замкненою, якщо *зовнішні сили, які діють на систему, зрівноважені або набагато менші від внутрішніх сил системи.*

Проблемне питання

- Яку систему можна вважати замкненою (незамкненою)?

Під час вибуху феєрверка зовнішні сили, що діють на його «осколки» (сила тяжіння та сила опору), у багато разів менші від сил, з якими «осколки» відштовхуються, тому під час вибуху



систему тіл «осколки» можна вважати замкненою. А от після вибуху притяганням Землі й опором повітря нехтувати не можна і система тіл «осколки» буде незамкненою.

Якщо людина штовхає ядро, стоячи на легкорухомому візку, то систему тіл «людина на візку – ядро» можна вважати замкненою, адже силу тяжіння зрівноважує сила нормальної реакції опори, а сила тертя кочення є незначною. Якщо ж людина штовхає ядро, стоячи на землі, то система тіл «людина – ядро» є незамкненою, бо сила тертя є порівнянною із силою взаємодії людини і ядра.



3. Імпульс тіла

Пригадаємо.

Формула для визначення прискорення: $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$

Другий закон Ньютона: $\vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{F} = \frac{m(\vec{v} - \vec{v}_0)}{t} \quad \Rightarrow \quad \vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$$

Імпульс тіла – це векторна фізична величина, яка дорівнює добутку маси тіла на швидкість його руху.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$\vec{p}$ – імпульс тіла

m – маса тіла

$\vec{v}$ – швидкість руху тіла

Одиниця імпульсу тіла в СІ – кілограм-метр за секунду:

$$[p] = 1 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4. Закон збереження імпульсу

Розглянемо взаємодію двох тіл масами m_1 і m_2 .

Тіла утворюють замкнену систему й рухаються зі швидкостями $\vec{v}_{01}$ і $\vec{v}_{02}$ відповідно.

У результаті взаємодії, яка триває певний інтервал часу t , обидва тіла змінюють швидкість свого руху до $\vec{v}_1$ і $\vec{v}_2$.

Система замкнена, тому причиною зміни швидкості руху кожного тіла є тільки сили $\vec{F}_1$ і $\vec{F}_2$ – внутрішні сили системи. Відповідно до третього закону Ньютона ці сили рівні за модулем і протилежні за напрямком: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

Запишемо для кожного тіла другий закон Ньютона:

$$\vec{F}_1 t = m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_{01} \quad \vec{F}_2 t = m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{v}_{02}$$

$$\vec{F}_1 t = -\vec{F}_2 t$$

$$m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_{01} = -(m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{v}_{02})$$

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Закон збереження імпульсу:

У замкненій системі тіл векторна сума імпульсів тіл до взаємодії дорівнює векторній сумі імпульсів тіл після взаємодії.

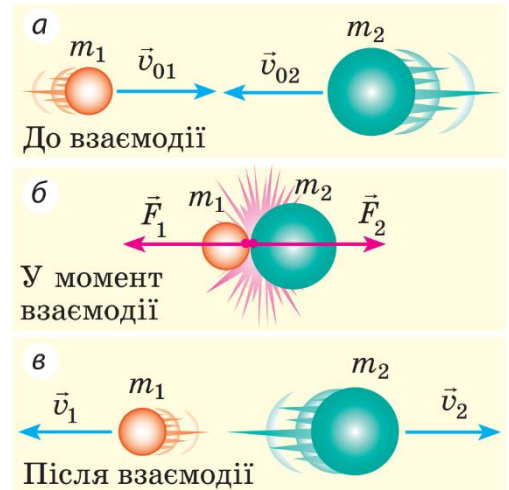
Закон збереження імпульсу (будь-яка кількість тіл):

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} + \dots + m_n \vec{v}_{0n} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n$$

n – кількість тіл системи

Із виявами закону збереження імпульсу ми постійно маємо справу в природі, техніці, побуті:

- рух більярдних куль після удару одна об одну;



- віддача відбійного молотка.

V. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

1. Чи може змінитись імпульс тіла, якщо не змінились ані маса тіла, ані модуль його швидкості?

Так, імпульс може змінитися навіть тоді, коли маса та швидкість за величиною залишаються тими самими, якщо швидкість змінює свій напрямок. Адже імпульс — це вектор, і його значення залежить не лише від модуля, а й від напрямку руху

2. Чи здатна людина, стоячи на абсолютно гладкому льоду без можливості зачепитися, почати рух?

Так, може — якщо вона відштовхне від себе якийсь предмет, то отримає рух у протилежний бік.

3. Як космонавт зможе повернутися до космічного корабля, якщо трос, що його утримував, раптом обірвався?

У такій ситуації космонавт може відкинути будь-який предмет у бік, протилежний кораблю. Завдяки цьому він отримає рух у напрямку корабля і зможе до нього повернутися.

4. Визначте імпульс космічного корабля масою 10 т, що рухається по орбіті зі швидкістю 7,8 км/с.

Дано:	Розв'язання
$m = 10 \text{ т} = 10^4 \text{ кг}$	$p = mv$
$v = 7,8 \frac{\text{км}}{\text{с}}$	$[p] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$
$= 7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$p = 10^4 \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 7,8 \cdot 10^7 \left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$
$p = ?$	Відповідь: $p = 7,8 \cdot 10^7 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$

5. Яка маса мопеда, якщо його імпульс дорівнює 1200 кг·м/с за швидкості руху 15 м/с?

Дано:	Розв'язання
$p = 1200 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$	$p = mv \Rightarrow m = \frac{p}{v}$

$v = 15 \frac{\text{М}}{\text{с}}$	$[m] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{М}}{\text{с}}}{\frac{\text{М}}{\text{с}}} = \text{кг} \quad m = \frac{1200}{15} = 80 (\text{кг})$
$m - ?$	Відповідь: $m = 80 \text{ кг.}$

6. З якою швидкістю мав би рухатися легковий автомобіль, маса якого 1,5 т, щоб у нього був такий самий імпульс, як у вантажівки масою 9 т, що рухається зі швидкістю 54 км/год?

Дано: $m_a = 1,5 \text{ т} = 1500 \text{ кг}$ $m_b = 9 \text{ т} = 9000 \text{ кг}$ $v_b = 54 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 15 \frac{\text{М}}{\text{с}}$	Розв'язання $p_a = p_b \Rightarrow m_a v_a = m_b v_b$ $v_a = \frac{m_b v_b}{m_a} \quad [v_a] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{М}}{\text{с}}}{\text{кг}} = \frac{\text{М}}{\text{с}}$ $v_a = \frac{9000 \cdot 15}{1500} = 90 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}} \right)$ Відповідь: $v_a = 324 \frac{\text{км}}{\text{год}}$
$v_a - ?$	

7. Сталева куля рухається зі швидкістю 1 м/с, а алюмінієва куля такого самого радіуса – зі швидкістю 4 м/с. Яка з куль має більший імпульс?

Дано: $v_c = 1 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ $v_a = 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ $r_c = r_a = r$ $\rho_c = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $\rho_a = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Розв'язання $\frac{p_a}{p_c} = \frac{m_a v_a}{m_c v_c} = \frac{\rho_a V_a v_a}{\rho_c V_c v_c} = \frac{\rho_a \frac{4}{3} \pi r^3 v_a}{\rho_c \frac{4}{3} \pi r^3 v_c} = \frac{\rho_a v_a}{\rho_c v_c}$ $\frac{p_a}{p_c} = \frac{2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 4 \frac{\text{М}}{\text{с}}}{7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1 \frac{\text{М}}{\text{с}}} \approx 1,4$ Відповідь: імпульс алюмінієвої кулі більший за імпульсу сталеві кулі в 1,4 рази.
$\frac{p_a}{p_c} - ?$	

VI. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Учні заповнюють міні-анкети: «Що я зрозумів?», «Що було найцікавішим?», «Що викликало труднощі?», «Що я хотів би дослідити додатково?» Це сприяє формуванню вміння усвідомлювати власний прогрес.

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Створити короткий опис трьох реальних ситуацій із повсякденного життя, де проявляється закон збереження імпульсу. Пояснити їх у письмовому вигляді. За бажанням – виконати міні-відеодослідження (до 1 хв)

2.3. Урок-мандрівка на тему: Відкриваючи Всесвіт імпульсу: як працює закон збереження імпульсу

Урок проводиться у формі пізнавальної мандрівки, під час якої учні подорожують уявним космічним маршрутом та відкривають нові аспекти закону збереження імпульсу. Основною метою є формування цілісного розуміння змісту закону збереження імпульсу, умов його дії, а також розвиток уміння аналізувати ситуації, проводити експериментальні спостереження та використовувати закон для пояснення фізичних явищ. Учитель повідомляє учням, що вони вирушають у наукову експедицію космічним кораблем.

Перед стартом пропонує проблемне питання: чому ракета може рухатися у вакуумі, не маючи можливості відштовхнутися від поверхні. Це створює внутрішню мотивацію та визначає дослідницьку лінію уроку.

Першою зупинкою є станція «Класична механіка». Тут учні відкривають історичний та науковий контекст поняття імпульсу. Учитель коротко пояснює, що імпульс тіла визначається добутком маси на швидкість, а імпульс сили пов'язаний зі зміною швидкості. Учні виконують простий експеримент зі зіткненням двох візків із різними масами, фіксують швидкості до і після взаємодії, обчислюють імпульси та доходять висновку, що сумарний імпульс системи зберігається. Учитель підкреслює, що цей закон універсальний і проявляється в усіх масштабах.

На другій станції «Експериментальна лабораторія» учні працюють у групах. Кожна група отримує набір завдань: дослідити інші ситуації, де проявляється закон збереження імпульсу,— вистріл кульки з пружинної гармати, рух іграшкової ракети, розліт предметів після вибуху моделі. Учні здійснюють вимірювання або обговорюють їх теоретично, роблять висновки щодо ролі маси

та швидкості, аргументують, чому імпульс зберігається лише в замкнених системах.

На третій станції «Космічна навігація» учитель демонструє принцип дії реактивного двигуна. Учні розглядають схему викиду газів і пояснюють, як гази, рухаючись у протилежний бік, забезпечують рух ракети вперед. Учитель ставить ситуаційне завдання: космонавт у відкритому космосі випадково відштовхнув інструмент. Яким буде результат? Учні пояснюють, що відбудеться протилежна зміна швидкості космонавта. Це допомагає усвідомити, що закон збереження імпульсу діє без опори, у повній відсутності атмосферних сил. Четверта станція «Світ техніки» присвячена практичним прикладам із повсякденного життя. Учні аналізують рух човна при стрибку з нього, віддачу рушниці, зіткнення автомобілів, поведінку спорядження у воді.

Учитель пропонує декілька відеофрагментів, а учні пояснюють спостережене явище з точки зору імпульсу. Такий підхід сприяє розвитку критичного мислення та застосуванню фізичних знань у реальних ситуаціях. П'ята станція «Зона моделювання» передбачає роботу з цифровими симуляторами або аналіз відео зі сповільненою зйомкою. Учні моделюють різні види зіткнень, зміни мас і швидкостей тіл, спостерігають сумарний імпульс системи та роблять висновки про його збереження. Учитель пояснює, що цифрові моделі дозволяють побачити точне збереження імпульсу без впливу тертя і похибок вимірювання, що допомагає краще зрозуміти суть закону.

Фінальна станція «Всесвіт висновків» присвячена узагальненню. Учитель пропонує учням сформулювати закон збереження імпульсу своїми словами, після чого клас разом уточнює формулювання: у замкненій системі векторна сума імпульсів тіл зберігається. Учні аналізують, у яких умовах закон не працює і чому (наявність зовнішніх сил, тертя, неповна ізолюваність системи). Потім кожна група презентує власний приклад із життя, який ілюструє дію закону. У кінці уроку учитель повертається до проблемного запитання про рух ракети. Учні вже самостійно пояснюють принцип реактивного руху.

Домашнім завданням є створення короткої мініпояснювальної роботи, постеру або відеосюжету «Де у моєму житті проявляється закон збереження імпульсу?»

2.4. Урок-практикум. Навчаємось розв'язувати задачі на закони збереження

Мета уроку: формування у учнів уміння систематично підходити до розв'язування задач на закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу, розвиток логічного мислення, вміння виділяти ключові величини фізичних процесів, аналізувати їх та обґрунтовувати результати, формування дослідницької та практичної компетентності, здатності моделювати фізичні ситуації, оцінювати можливі похибки та наслідки зовнішніх впливів.

Очікувані результати: учні опановують системний підхід до розв'язування задач, навчаться відокремлювати важливі величини від другорядних, будуть вміти складати схеми фізичних систем, планувати послідовність дій, обґрунтовувати застосування формул і принципів законів збереження, аналізувати правильність отриманих результатів та робити висновки, а також застосовувати набуті знання для моделювання реальних явищ і прогнозування результатів.

Хід уроку: учитель коротко повторює основні теоретичні положення, наголошуючи на універсальності та фундаментальності законів збереження, пояснює умови, за яких вони застосовуються, демонструє методику підходу до задач різного рівня складності, пояснює важливість аналізу фізичної ситуації перед початком обчислень, вказує на типові помилки та стратегії їх уникнення. Учні отримують завдання працювати індивідуально або у групах, аналізувати запропоновані фізичні ситуації, виділяти необхідні величини та складати план дій для розв'язання задачі, виконувати розрахунки, контролювати послідовність дій, порівнювати очікувані результати з реальними фізичними закономірностями, обговорювати альтернативні способи розв'язання, оцінювати ефективність використаних методів.

Під час практикуму учитель активно консультує учнів, пояснює, як вибрати правильну систему відліку, як враховувати замкненість системи, особливості взаємодії тіл та перетворення енергії, стимулює критичне мислення та обговорення альтернативних рішень, сприяє формуванню аналітичних та практичних навичок.

Учні у процесі виконання роботи оцінюють, чи дотримані закони збереження, аналізують можливі впливи зовнішніх сил, тертя та інших чинників, що можуть змінювати ідеальні результати, вчаться робити висновки про надійність та застосовність теоретичних моделей у практичних умовах.

Наприкінці уроку проводиться узагальнення: учні формують власні висновки про роль законів збереження у фізичних процесах, їх універсальність та практичну цінність для аналізу руху тіл у лабораторії, природі та техніці. Рефлексія включає обговорення труднощів, що виникали під час виконання завдань, стратегій їх подолання, обміну досвідом між групами, аналізу ефективності обраного підходу та перспектив застосування знань у повсякденних ситуаціях.

Домашнє завдання: підібрати приклади прояву законів збереження у природі, техніці та побуті, підготувати детальний опис фізичних явищ, пояснити послідовність перетворень енергії та передачі імпульсу, скласти короткий аналітичний звіт або підготувати ілюстративний матеріал у вигляді схеми, малюнку чи постеру, що відображає застосування законів у конкретних ситуаціях. Додатково учні заохочуються до створення власних мініекспериментів, моделювання фізичних процесів, порівняння теоретичних передбачень із результатами спостережень, обговорення причин можливих розбіжностей і формування власних висновків щодо універсальності та обмежень дії законів збереження.

Такий підхід дозволяє систематизувати знання, формувати дослідницькі вміння, навчитися критично мислити, моделювати реальні ситуації та застосовувати закони фізики для пояснення явищ у навчанні та практичній діяльності.

2.5. Урок засвоєння нових знань. Закон збереження енергії

Мета уроку: ознайомити учнів із законом збереження енергії, формувати розуміння сутності перетворення потенціальної енергії у кінетичну та навпаки, розвиток умінь аналізувати фізичні явища з точки зору енергетичних змін, використовувати формули для розрахунків, формувати дослідницькі та логічні навички, навчити застосовувати знання у практичних та навчальних ситуаціях. Очікувані результати: учні пояснюють, що таке потенціальна і кінетична енергія, демонструють розуміння процесу перетворення енергії, застосовують закон збереження енергії для аналізу фізичних систем, формулюють власні узагальнення та роблять висновки на основі експериментальних спостережень та аналізу даних.

Хід уроку: учитель оголошує тему уроку та мету заняття, мотивує учнів питанням про застосування енергії у повсякденному житті та техніці, пропонує учням провести експериментальні спостереження або розглядати демонстраційні моделі для виявлення перетворення потенціальної енергії у кінетичну, обговорює приклади з гойдалок, маятників, руху тіл по похилій площині та інших практичних ситуацій. Учні аналізують спостережувані явища, визначають види енергії, проводять вимірювання, складають таблиці спостережень, будують графіки зміни енергії, обговорюють отримані результати та роблять висновки про дотримання закону збереження енергії у конкретних умовах.

Учитель акцентує увагу на тому, що сумарна механічна енергія в замкненій системі залишається сталою, пояснює вплив зовнішніх сил та тертя на енергетичний баланс системи, демонструє способи розв'язання практичних та навчальних задач, обговорює приклади з техніки, спорту, космонавтики та природних процесів.

Учні виконують аналіз різних фізичних ситуацій, виділяють ключові величини, складають схеми, роблять обґрунтовані висновки, обговорюють результати у групах, співставляють їх із теоретичними передбаченнями, вчать

пояснювати відмінності та причини розбіжностей, розвивають критичне мислення та дослідницькі навички.

Наприкінці уроку проводиться узагальнення та рефлексія: учні формулюють основний висновок про універсальність та значення закону збереження енергії для фізики та повсякденного життя, обговорюють, як отримані знання можна застосувати у різних ситуаціях, визначають важливість точності вимірювань та логічності в обґрунтуванні результатів.

Домашнє завдання передбачає пошук прикладів перетворення енергії у реальному житті, складання опису фізичних процесів, побудову схем перетворення енергії та підготовку короткого пояснення того, як закон збереження енергії працює у вибраному прикладі, що сприяє закріпленню та поглибленню набутих знань.

2.6. Лабораторна робота на тему: Вивчення закону збереження механічної енергії

Тема. Вивчення закону збереження механічної енергії.

Мета: переконатися на досліді, що повна механічна енергія замкненої системи тіл залишається незмінною, якщо в системі діють тільки сили тяжіння та сили пружності.

Обладнання: штатив із муфтою та лапкою, динамометр, набір тягарців, лінійка завдовжки 40–50 см, гумовий шнур завдовжки 15 см із покажчиком і петельками на кінцях, олівець, міцна нитка.

Хід роботи

Теоретичні відомості

Для виконання роботи можна використати експериментальну установку, зображену на рис. 1. Попередньо позначивши на лінійці положення покажчика у випадку ненавантаженого шнура



Рис. 1

(позначка 0), до петлі шнура підвішують тягарець, який потім відтягують униз (стан 1), надаючи шнуру деякого видовження Δx_1 (рис. 2). У стані 1 повна механічна енергія системи «шнур – тягарець – Земля» дорівнює потенціальній енергії розтягнутого шнура:

$$E_1 = \frac{k\Delta x_1^2}{2} = \frac{F_1 \Delta x_1}{2} \quad (1)$$

$F_1 = k\Delta x_1$ – модуль сили пружності шнура за його розтягнення на Δx_1 .

Далі тягарець відпускають і відзначають положення покажчика в той момент, коли тягарець досягне максимальної висоти (стан 2). У цьому стані повна механічна енергія системи дорівнює сумі потенціальної енергії піднятого на висоту h тягарця й потенціальної енергії розтягнутого шнура:

$$E_2 = \frac{k\Delta x_2^2}{2} + mgh = \frac{F_2 \Delta x_2}{2} + P \cdot h \quad (2)$$

$F_2 = k\Delta x_2$ – модуль сили пружності шнура за його розтягнення на Δx_2 .

$P = mg$ – вага тягарця.

Підготовка до експерименту

1. Перед тим як розпочати вимірювання, згадайте:
 - 1) вимоги безпеки під час виконання лабораторних робіт;
 - 2) закон збереження повної механічної енергії.
2. Проаналізуйте формули (1) і (2) та поміркуйте, які вимірювання слід зробити, щоб визначити повну механічну енергію системи у стані 1 і стані 2. Складіть план проведення експерименту.
3. Зберіть установку, як показано на рис. 1.
4. Потягнувши за нижню петельку вертикально вниз, випряміть шнур, не натягуючи його. Позначте на лінійці олівцем положення покажчика у випадку ненавантаженого шнура й поставте позначку 0.

Експеримент

Суворо дотримуйтесь інструкції з безпеки.

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

1. Визначте за допомогою динамометра вагу P тягарця.
2. Підвісьте тягарець до петельки. Відтягнувши тягарець униз, позначте на лінійці положення покажчика, біля позначки поставте цифру 1.
3. Відпустіть тягарець. Помітивши положення покажчика в момент, коли тягарець сягнув найбільшої висоти, поставте у відповідному місці позначку 2. Зверніть увагу: якщо позначка 2 розташується вище, ніж позначка 0, дослід необхідно повторити, зменшивши розтягнення шнура та відповідно змінивши положення позначки 1.
4. Виміряйте сили пружності F_1 і F_2 , які виникають у гумовому шнурі в разі його розтягнення на Δx_1 і Δx_2 відповідно. Для цього зніміть тягарець і, зачепивши петлю шнура гачком динамометра, розтягніть шнур спочатку до позначки 1, а потім до позначки 2.
6. Вимірявши відстані між відповідними позначками, визначте видовження Δx_1 і Δx_2 гумового шнура, а також максимальну висоту h підйому тягарця (див. рис. 2).
7. Повторіть дії, описані в пунктах 1–6, підвісивши до шнура два тягарці разом.

№	Вага тягарця $P, \text{Н}$	Видовження шнура		Сила пружності		Висота підйому $h, \text{м}$	Повна механічна енергія	
		$\Delta x_1, \text{м}$	$\Delta x_2, \text{м}$	$F_1, \text{Н}$	$F_2, \text{Н}$		$E_1, \text{Дж}$	$E_2, \text{Дж}$
1								
2								

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного досліду визначте повну механічну енергію системи.

Дослід 1

- 1) повна механічна енергія системи у стані 1:

$$E_1 = \frac{F_1 \Delta x_1}{2} =$$

2) повна механічна енергія системи у стані 2:

$$E_2 = \frac{F_2 \Delta x_2}{2} + P \cdot h =$$

Дослід 2

1) повна механічна енергія системи у стані 1:

$$E_1 = \frac{F_1 \Delta x_1}{2} =$$

2) повна механічна енергія системи у стані 2:

$$E_2 = \frac{F_2 \Delta x_2}{2} + P \cdot h =$$

2. Закінчіть заповнення таблиці.

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент та його результати. Сформулюйте висновок, у якому:

- 1) порівняйте одержані вами значення повної механічної енергії системи у стані 1; у стані 2;
- 2) зазначте причини можливої розбіжності результатів;
- 3) укажіть фізичні величини, вимірювання яких, на ваш погляд, дало найбільшу похибку.

Висновок

Завдання «із зірочкою»

Оцініть відносну похибку експерименту:

$$\varepsilon = \left| 1 - \frac{E_1}{E_2} \right| \cdot 100\%$$

Творче завдання

Візьміть невелику кульку на довгій міцній нитці. До нитки прив'яжіть гумовий шнур і, тримаючись за кульку, із силою потягніть шнур униз. Виміряйте видовження шнура. Відпустіть кульку. Виміряйте висоту, на яку піднялась кулька. Визначте жорсткість шнура та обчисліть цю висоту теоретично. Порівняйте результат обчислення з результатом експерименту.

Лабораторні та дослідницькі роботи

Лабораторні та дослідницькі роботи у шкільному курсі фізики відіграють ключову роль у формуванні уявлень про закони збереження енергії, імпульсу,

моменту імпульсу та електричного заряду, сприяють розвитку аналітичного, системного та критичного мислення учнів, формуванню дослідницьких навичок і компетентностей. Ці види діяльності поєднують теоретичний матеріал із практичним досвідом, дозволяють учням наочно спостерігати фізичні процеси, виконувати вимірювання, аналізувати дані та робити обґрунтовані висновки, що сприяє засвоєнню знань на високому рівні та розвитку наукового світогляду.

Планування лабораторних та дослідницьких робіт передбачає чітке визначення цілей та очікуваних результатів, підбір обладнання та матеріалів, розробку методичних рекомендацій, завдань різного рівня складності та способів контролю знань і умінь учнів. Лабораторні роботи поділяються на демонстраційні, практичні та дослідницькі. Демонстраційні роботи спрямовані на візуалізацію фізичних процесів, активізацію пізнавальної діяльності та стимулювання інтересу учнів. Наприклад, демонстрація руху маятника, роликової траси або кульок, що зіткнулися на гладкій поверхні, дозволяє наочно спостерігати перетворення потенціальної енергії в кінетичну та перевірку закону збереження енергії.

Практичні лабораторні роботи передбачають безпосереднє виконання експериментів учнями з вимірюванням фізичних величин, розрахунком результатів та аналізом даних. Наприклад, визначення швидкості кульки після зіткнення на трасі з використанням динамометрів та хронометрів дозволяє перевірити закон збереження імпульсу у замкненій системі.

Дослідницькі роботи передбачають постановку гіпотез, планування експериментів, проведення вимірювань, обробку та аналіз даних, моделювання фізичних процесів і формулювання висновків. Учні можуть самостійно розробляти експерименти, досліджувати залежність фізичних величин, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки та порівнювати отримані результати з теоретичними моделями.

Для закону збереження енергії доцільними є експерименти з маятниками, пружинами, ваговими системами, роликовими трасами та електричними колами, які демонструють перетворення потенціальної енергії в кінетичну і навпаки, а

також дисипацію енергії у вигляді тепла або тертя. Учні виконують вимірювання мас, швидкостей, висот, розраховують енергію системи та порівнюють отримані результати з теоретичними розрахунками.

Для закону збереження імпульсу ефективними є експерименти зіткнення тіл: кульки різної маси на гладкій поверхні, рухомі вагові системи або лабораторні автомобілі. Учні визначають масу, швидкість до і після зіткнення, розраховують імпульс системи та перевіряють його сталість, що дозволяє наочно побачити дію закону і формує аналітичні навички. Лабораторні роботи з моменту імпульсу включають обертання дисків, тіл на осі, маятників та використання динамометрів і тахометрів для вимірювання моментів сили, кутових швидкостей та моментів інерції. Учні аналізують взаємозв'язок між масою, швидкістю обертання та відстанню від осі, формулюють висновки про збереження моменту імпульсу у замкнених системах.

Вивчення закону збереження електричного заряду реалізується через лабораторні роботи з електричними колами, конденсаторами, електроскопами, резисторами та іншим обладнанням, що демонструє перерозподіл заряду та його сталість у замкнених системах. Методика проведення лабораторних робіт передбачає підготовку детальних інструкцій, рекомендацій щодо безпеки, пояснення мети та завдань експерименту, а також контроль точності вимірювань, аналізу та обробки даних. Особлива увага приділяється поетапному плануванню: мотиваційний етап включає постановку проблемного питання, активізацію попередніх знань та зацікавлення учнів; етап виконання експерименту передбачає безпосереднє вимірювання, облік параметрів, спостереження та фіксацію результатів; етап аналізу – обробка даних, побудова графіків, розрахунок величин та порівняння з теоретичними моделями; етап узагальнення – формулювання висновків, обговорення помилок та повторних експериментів.

Планування також включає диференціацію завдань: для учнів із високим рівнем підготовки – складні експерименти з багатокомпонентними системами та моделюванням, для середнього рівня – стандартні лабораторні роботи, для початкового рівня – демонстраційні або спрощені експерименти. Використання

групових і індивідуальних форм роботи сприяє розвитку комунікативних навичок, вміння обговорювати результати та спільно робити висновки.

Інтеграція цифрових симуляцій, віртуальних лабораторій і програмного моделювання дозволяє проводити експерименти, що складно реалізувати у класичній лабораторії, перевіряти гіпотези, аналізувати параметри систем і проводити повторні експерименти без обмежень ресурсів, що підвищує ефективність засвоєння матеріалу і формує дослідницькі компетентності. Крім того, лабораторні та дослідницькі роботи є важливим засобом формування міжпредметних компетентностей, оскільки поєднують фізику з математикою, інформатикою та технологіями.

У результаті системного використання лабораторних і дослідницьких робіт забезпечується глибоке розуміння законів збереження, формування аналітичних і дослідницьких навичок, розвиток критичного мислення, підвищується мотивація учнів, формується науковий світогляд та компетентності, що відповідають вимогам сучасної школи і Нової української школи. Таким чином, лабораторні та дослідницькі роботи виступають як ефективний інструмент навчання фізики, який поєднує теоретичні знання з практичними навичками, забезпечує формування системного мислення, критичного аналізу та готовності учнів до самостійної науково-дослідної діяльності, створюючи міцну основу для подальшого вивчення фізики та розвитку наукових компетентностей.

2.7. Урок оцінювання знань та формування компетентностей учнів

Мета уроку: перевірка засвоєння учнями знань про закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу, формування умінь застосовувати теоретичні знання у задачах, розвиток логічного та критичного мислення, аналізу фізичних явищ, підведення узагальнених висновків, розвиток дослідницької та практичної компетентності.

Очікувані результати: учні демонструють уміння застосовувати закони збереження для аналізу фізичних ситуацій, виконують розрахунки, пояснюють

результати, аналізують помилки, роблять узагальнення, демонструють сформовані компетентності та готовність до самостійного застосування знань.

Хід уроку: учитель організовує тестування та практичні завдання, перевіряє рівень засвоєння теорії, розв'язання задач, вміння аналізувати реальні явища, застосовувати закон збереження енергії та імпульсу, пропонує групову або індивідуальну роботу для оцінки компетентностей, під час якої учні виконують тестові завдання та короткі практичні вправи.

Тестові завдання можуть бути такими:

1. У замкненій системі тіл відбувається взаємодія. Сумарний імпульс тіл:
 - а) зменшується;
 - б) збільшується;
 - в) залишається незмінним;
 - г) змінюється залежно від швидкостей.
2. Тіло масою 2 кг падає з висоти 5 м. Яка його потенціальна енергія на початку руху?
 - а) 10 Дж;
 - б) 49 Дж;
 - в) 98 Дж;
 - г) 100 Дж.
3. Куля зіткнулася з нерухомим тілом і прилипла до нього. Який закон використовується для визначення швидкості після зіткнення?
 - а) закон збереження енергії;
 - б) закон збереження імпульсу;
 - в) закон збереження моменту імпульсу;
 - г) закон всесвітнього тяжіння.
4. Кутова швидкість обертання диска з моментом інерції $0,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ змінюється від 5 рад/с до 10 рад/с. Яка робота зовнішньої сили була виконана?
 - а) 2,5 Дж;
 - б) 7,5 Дж;
 - в) 15 Дж;

г) 10 Дж.

5. Вкажіть ситуацію, коли закон збереження механічної енергії не виконується:

- а) вільне падіння без тертя;
- б) рух по похилій площині з тертям;
- в) маятник у вакуумі;
- г) тіло, що рухається по гладкій горизонтальній поверхні без тертя.

Під час виконання тестів та практичних завдань учитель оцінює правильність відповідей, логіку обґрунтувань, вміння застосовувати формули, аналізувати результати, роботу у групі, уміння робити узагальнення та висновки. Після закінчення тестування проводиться обговорення відповідей, аналіз помилок, учні формулюють власні висновки щодо застосування законів збереження у різних фізичних ситуаціях, обговорюють, як можна покращити розв'язання задач, роботу з експериментальними даними, моделювання фізичних систем та підготовку до практичного застосування знань.

Домашнє завдання: підготувати короткий конспект основних законів збереження, скласти таблицю прикладів із життя, техніки та природних явищ, де проявляються ці закони, та сформулювати власні висновки щодо їх застосування для аналізу руху тіл.

Оцінювання знань та формування компетентностей учнів

Оцінювання навчальних досягнень учнів при вивченні законів збереження є невід'ємною складовою навчально-виховного процесу, оскільки дозволяє визначити рівень засвоєння теоретичних знань, формування практичних умінь, дослідницьких навичок, розвитку критичного та аналітичного мислення. У сучасній педагогіці оцінювання розглядається не лише як контрольний інструмент, а й як активний засіб стимулювання навчальної діяльності, формування компетентностей та розвитку самостійності учнів.

Для забезпечення комплексного та системного підходу до оцінювання застосовують три основні форми: формувальне, поточне та підсумкове

оцінювання, які взаємопов'язані та доповнюють одна одну у процесі навчання. Формувальне оцінювання проводиться безпосередньо під час навчального процесу і передбачає систематичне спостереження за діяльністю учнів, їхніми вміннями проводити експеримент, аналізувати результати, обробляти дані, будувати графіки, аргументувати висновки та застосовувати теоретичні знання на практиці. Воно може здійснюватися у формі усних опитувань, коротких тестових завдань, практичних та лабораторних робіт, інтерактивних вправ, групових дискусій, проектів та дослідницьких завдань. Наприклад, при вивченні закону збереження енергії учням можна запропонувати провести вимірювання потенціальної та кінетичної енергії рухомого тіла на маятнику, виконати розрахунки енергетичного балансу та порівняти отримані результати з теоретичними прогнозами, що дозволяє вчителю оцінити як знання, так і практичні навички учнів.

Поточне оцінювання здійснюється упродовж уроків, лабораторних і практичних робіт і спрямоване на оперативне виявлення труднощів, корекцію навчальної діяльності, визначення рівня засвоєння окремих тем та підтримку мотивації. Воно включає оцінювання виконання завдань у класі, участь у групових проектах, активність у дискусіях, правильність проведення експериментів, точність вимірювань та обробки результатів. Підсумкове оцінювання відображає комплексне засвоєння знань, умінь та компетентностей за певний навчальний період і може проводитися у формі контрольних робіт, комплексних лабораторних робіт, проектів або тестів.

Важливо забезпечити чіткі критерії оцінювання, що дозволяють об'єктивно визначати досягнення учнів та формування компетентностей. Розробка рубрик оцінювання дозволяє систематизувати критерії та показники якості виконання завдань. Наприклад, рубрика для оцінювання лабораторної роботи з закону збереження імпульсу може включати такі критерії: точність вимірювань маси та швидкостей тіл, правильність розрахунку сумарного імпульсу системи, вміння порівнювати експериментальні дані з теоретичними розрахунками, логічність та аргументованість висновків, якість оформлення звіту.

Для оцінювання формування ключових компетентностей доцільно використовувати комбінацію методів: виконання дослідницьких проектів, групові дискусії, інтерактивні вправи, аналіз реальних або змодельованих фізичних ситуацій. Такий підхід дозволяє перевіряти не лише знання фактів, а й уміння учнів ставити проблемні питання, планувати експеримент, використовувати цифрові та математичні інструменти для аналізу даних, робити науково обґрунтовані висновки та презентувати результати. Важливим є використання самооцінки та взаємооцінки, які дозволяють учням усвідомлювати власні досягнення та слабкі сторони, розвивати критичне мислення, відповідальність за результати своєї роботи та навички самоаналізу.

Учні можуть оцінювати точність експерименту, правильність обробки даних, логіку висновків, якість оформлення звітів або презентацій, а також обґрунтованість аргументації при обговоренні результатів у групах. Диференціація оцінювання здійснюється залежно від рівня підготовки учнів. Для учнів із високим рівнем підготовки пропонуються комплексні експериментальні та проектні завдання, які поєднують закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу у багатокомпонентних системах із урахуванням реальних факторів, таких як тертя або втрати енергії. Для учнів середнього рівня – лабораторні роботи та інтерактивні завдання із чітко визначеними умовами та показниками успішності. Для початкового рівня – демонстраційні завдання, спрощені інтерактивні вправи та покрокові інструкції, що дозволяють сформувати базові уявлення про закони збереження.

Оцінювання навчальних досягнень також включає міжпредметні завдання, що поєднують фізику, математику, інформатику та технології, наприклад, створення цифрової моделі руху тіл з використанням закону збереження енергії або імпульсу, аналіз результатів та порівняння з експериментальними даними. Психолого-педагогічний аспект оцінювання полягає у стимулюванні навчальної мотивації, розвитку самостійності та відповідальності учнів, формуванні вміння працювати в команді, приймати рішення та обґрунтовувати власну позицію. Системне та комплексне оцінювання сприяє розвитку аналітичного мислення,

критичного підходу до вирішення завдань, умінню планувати та проводити дослідження, інтерпретувати результати та робити обґрунтовані висновки. Інтеграція інтерактивних, лабораторних, дослідницьких та проблемно-пошукових методів із сучасними способами оцінювання дозволяє забезпечити глибоке засвоєння фізичних закономірностей, розвиток компетентностей та підготовку учнів до самостійної науково-дослідної діяльності.

Крім того, використання цифрових інструментів для оцінювання, таких як онлайн-тести, електронні лабораторні журнали та інтерактивні платформи, підвищує об'єктивність оцінювання, дозволяє відслідковувати прогрес кожного учня, проводити аналіз типових помилок та надавати індивідуальні рекомендації для вдосконалення знань та умінь. Таким чином, оцінювання знань та формування компетентностей учнів при вивченні законів збереження виступає не лише як засіб контролю, а як активний інструмент навчального процесу, що забезпечує систематичний розвиток дослідницьких, аналітичних та критичних навичок, глибоке засвоєння фізичних закономірностей, формування наукового світогляду та компетентностей, необхідних для подальшого навчання і життєвої діяльності у сучасному освітньому середовищі.

Висновки другого розділу

У другому розділі проведено ґрунтовний аналіз методичних особливостей організації навчального процесу при вивченні законів збереження у шкільному курсі фізики, що дозволяє визначити ключові підходи та прийоми, ефективні для формування системного розуміння фізичних закономірностей, розвитку дослідницьких компетентностей, аналітичного та критичного мислення учнів. Розглянуто питання планування навчального процесу, що передбачає чітке визначення цілей та завдань уроку, підбір методів і форм роботи відповідно до рівня підготовки учнів, специфіки навчальної теми та сучасних освітніх стандартів Нової української школи. Встановлено, що ефективне планування дозволяє забезпечити поступовість у засвоєнні матеріалу, логічну послідовність

подачі теоретичного та практичного матеріалу, інтеграцію міжпредметних знань, а також розвиток ключових компетентностей.

Особливу увагу приділено використанню наочності та моделей у процесі вивчення законів збереження. Наочні демонстрації фізичних явищ, використання макетів, графіків, цифрових симуляцій та віртуальних лабораторій сприяють кращому розумінню абстрактних понять, візуалізації складних процесів та формуванню наукового мислення.

Лабораторні та дослідницькі роботи забезпечують безпосереднє ознайомлення учнів з експериментальною практикою, дозволяють самостійно спостерігати явища, планувати експерименти, здійснювати вимірювання, обробляти результати, проводити порівняння з теоретичними прогнозами та робити обґрунтовані висновки. Інтерактивні та проблемно-пошукові методи навчання дозволяють учням не лише засвоювати знання, а й активно застосовувати їх на практиці, розвивати вміння самостійно вирішувати проблемні ситуації, будувати логічні ланцюги причинно-наслідкових зв'язків та аргументувати свої результати.

Використання групової роботи, дискусій, рольових ігор, інтерактивних платформ, симуляцій та цифрових моделей сприяє розвитку комунікативних навичок, умінь працювати в команді, оцінювати результати колективної діяльності та приймати рішення на основі аналізу даних. Важливим аспектом методики є оцінювання знань та формування компетентностей учнів. Комплексне використання формувального, поточного та підсумкового оцінювання дозволяє відстежувати рівень засвоєння теоретичних знань, практичних умінь, аналітичних навичок та дослідницьких компетентностей, своєчасно коригувати навчальний процес, підвищувати мотивацію та стимулювати самостійну пізнавальну діяльність учнів.

Формувальне оцінювання включає систематичне спостереження за діяльністю учнів, контроль виконання практичних завдань, проведення лабораторних робіт та інтерактивних вправ, що дає змогу вчителю визначати рівень засвоєння знань і вмінь на кожному етапі уроку та надавати індивідуальні

рекомендації для покращення результатів. Поточне оцінювання передбачає оперативну перевірку знань і навичок учнів під час уроку, у групових проектах, під час виконання інтерактивних завдань, що забезпечує своєчасне виявлення прогалин та їх усунення. Підсумкове оцінювання проводиться за результатами контрольних робіт, комплексних лабораторних дослідів, проектних завдань або тестів, що дає можливість комплексно оцінити знання, практичні навички та сформованість компетентностей. Розробка рубрик оцінювання, чітких критеріїв та показників успішності забезпечує об'єктивність та прозорість оцінювання, стимулює самостійну роботу учнів, сприяє розвитку навичок самооцінки та взаємооцінки.

Психолого-педагогічні аспекти оцінювання підкреслюють важливість мотивації, розвитку відповідальності, критичного мислення, самостійності та уміння аналізувати власні результати та результати колег. Диференціація оцінювання відповідно до рівня підготовки учнів дозволяє забезпечити індивідуальний підхід, пропонуючи більш складні та комплексні завдання для учнів із високим рівнем підготовки, спрощені або демонстраційні завдання для початкового рівня та стандартні лабораторні роботи для середнього рівня. Крім того, інтеграція міжпредметних знань та використання цифрових технологій дозволяє учням проводити моделювання фізичних процесів, аналізувати експериментальні дані, перевіряти гіпотези та формувати навички наукового дослідження.

Системне поєднання традиційних методів навчання, інтерактивних та проблемно-пошукових підходів, комплексного оцінювання та використання цифрових технологій створює ефективну методичну основу для засвоєння законів збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу та електричного заряду. У результаті учні отримують глибокі знання, практичні навички, розвивають дослідницькі та аналітичні компетентності, критичне мислення та науковий світогляд, що відповідає сучасним освітнім вимогам та принципам Нової української школи.

Таким чином, другий розділ демонструє, що методична організація навчання законів збереження повинна ґрунтуватися на комплексному використанні різноманітних методів і форм роботи, диференціації та індивідуалізації навчання, активному залученні учнів до дослідницької та пізнавальної діяльності, використанні цифрових платформ, інтерактивних симуляцій та віртуальних лабораторій, що забезпечує високий рівень засвоєння знань, розвиток компетентностей і підготовку учнів до самостійної науково-дослідної діяльності та творчої реалізації в сучасному суспільстві.

ВИСНОВКИ

Магістерська робота присвячена розв'язанню складної, багатогранної та різноаспектної проблеми активізації пізнавальної діяльності учні в середній школі, що виступає одним з ключових елементів у підвищенні якості освітнього процесу в сучасних освітніх умовах. Важливість вирішення даної проблеми підтверджується вимогами національних нормативних документів у галузі фізичної освіти, рівнем теоретичної обґрунтованості, а також реальними результатами у навчанні та сприятиме підвищенню зацікавленості і мотивації учнів до вивчення фізики, розвиватиме аналітичне та креативне мислення, їхній творчій потенціал.

1. Проаналізовано сутність законів збереження як фундаментальної основи фізичної картини світу. Показано, що закони збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу, маси та електричного заряду є універсальними закономірностями, які відображають глибокі зв'язки між різними фізичними явищами та сприяють формуванню цілісного наукового світогляду учнів, розвитку наукових знань та критичного мислення.

2. Проаналізовано психолого-педагогічні аспекти формування понять про закони збереження. Установлено, що для повноцінного засвоєння цих абстрактних понять важливим є опора на наочність, життєві приклади, демонстраційний експеримент та поетапний перехід від конкретного до узагальненого. Визначено, що ефективне формування понять можливе лише за умов активної пізнавальної діяльності учнів, стимулювання їхнього інтересу до дослідження фізичних процесів і створення ситуацій успіху.

3. Визначено роль наочності, моделей, візуалізацій та використання інтерактивних методів у процесі навчання. Показано, що застосування графічних схем, діаграм, анімацій і комп'ютерних симуляцій є ефективним засобом підвищення рівня розуміння складних фізичних процесів, що сприяє розвитку просторового мислення, формуванню здатності виявляти взаємозв'язки між величинами та законами, підвищенню мотивацію до навчання. Показано, що лабораторні та експериментальні роботи дають змогу учням самостійно

переконатися у справедливості законів збереження, формують навички вимірювань, обробки результатів і наукового мислення. Практична діяльність створює умови для формування відповідального ставлення до наукових експериментів і підсилює зв'язок теорії з реальністю.

Висвітлено, що використання інтерактивних, проблемно-пошукових та проєктних методів забезпечує активну участь учнів у навчальному процесі, сприяє розвитку критичного мислення, формує навички колективної роботи та вміння застосовувати набуті знання у нових ситуаціях. Роль учителя при цьому змінюється з джерела інформації на організатора та координатора пізнавальної діяльності.

4. Розроблено навчально-методичні матеріали для уроків різного типу. Показано, що оцінювання навчальних досягнень учнів у процесі навчання має бути комплексним і включати не лише перевірку знань, але й оцінку сформованості ключових компетентностей, здатності застосовувати знання у практичних ситуаціях, уміння аналізувати та робити висновки. Впровадження формуального оцінювання, самооцінки й взаємооцінки сприяє усвідомленню учнями власних успіхів і підвищенню навчальної мотивації.

Отже, методика вивчення законів збереження у шкільному курсі фізики має базуватися на поєднанні теоретичного, експериментального та практичного підходів, із використанням сучасних технологій, наочності та діяльнісних методів навчання. Її реалізація забезпечує не лише засвоєння знань, але й розвиток наукового мислення та компетентностей, що формують у школярів цілісне уявлення про закономірності природи та роль фізики у пізнанні світу; умінь аналізувати, порівнювати, робити висновки й застосовувати фізичні закони у житті.

Розроблені підходи можуть бути використані вчителями фізики для оптимізації навчального процесу, розробки уроків, створення дидактичних матеріалів і підготовки учнів до успішного засвоєння курсу фізики у старшій школі.

Розкриття факту делегування завдань генеративному ШІ

Автори заявляють про використання генеративного ШІ у процесі дослідження та підготовки рукопису. відповідно до таксономії GAIDET (2025), наведені нижче завдання були делеговані інструментам генеративного ШІ за повного людського нагляду:

- генерування ідей
- формулювання дослідницьких питань і гіпотез
- вибір методів дослідження
- збирання даних
- генерування тексту
- формулювання висновків

Використаний інструмент генеративного ШІ: Chatgpt.

Повну відповідальність за фінальний рукопис несуть автори.

Інструменти генеративного ШІ не зазначаються як автори та не несуть відповідальності за кінцеві результати.

Декларацію подав(ла): Усик Артем Юрійович.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Anderson L. W., Krathwohl D. R. A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. – New York: Longman, 2001. – 352 p.
2. Бех І. І., Ляшенко М. М. Фізика: підручник для 7–9 класів. – К.: Освіта, 2020. – 352 с.
3. Фізика: підручник для 10–11 класів / За ред. І. І. Бе́ха. – К.: Генеза, 2021. – 400 с.
4. Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я. Фізика 11. – Харків: Ранок, 2019. – 272 с.
5. Ісаєва С. В., Петренко О. П. Методика викладання фізики у школі: навчальний посібник. – Х.: Ранок, 2019. – 280 с.
6. Козлов В. А. Дидактичні принципи та форми навчання фізики в умовах НУШ. – Львів: Світ, 2019. – 224 с.

7. Козлов В. А., Мельник О. І. Закони збереження в навчанні фізики: теорія та практика. – Львів: Світ, 2018. – 312 с.
8. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика 11. – К.: Генеза, 2011. – 256 с.
9. Мартиненко О. П. Психолого-педагогічні аспекти навчання фізики у школі. – К.: Освіта, 2020. – 192 с.
10. МОН України. Методичні рекомендації щодо впровадження інтерактивних технологій у навчання фізики. – К., 2021. – 48 с.
11. National Research Council. How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School. – Washington, DC: National Academy Press, 2000. – 384 p.
12. Новий державний стандарт базової середньої освіти. Фізика: навчальна програма для 7–9 класів. – К.: МОН України, 2022.
13. Петренко О. П., Шевченко Н. В. Лабораторні роботи та експериментальні дослідження у шкільному курсі фізики. – Х.: Ранок, 2020. – 240 с.
14. Савченко Л. І. Формувальне оцінювання та розвиток компетентностей у навчанні фізики. – К.: Вища школа, 2022. – 288 с.
15. Савченко Л. І. Інтерактивні та проблемно-пошукові методи навчання фізики. – К.: Вища школа, 2021. – 256 с.
16. Фіцула М. М. Педагогіка: навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти. – К.: Видавничий центр «Академія», 2002. – 528 с.
17. Фізика 7 / Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю. – К.-Ірпінь: Перун, 2014. – 256 с.
18. Фізика 8 / Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю. – К.-Ірпінь: Перун, 2016. – 242 с.
19. Фізика 9 / Шут М.І., Мартинюк М.Т., Благодаренко Л.Ю. – К.-Ірпінь: Перун, 2014. – 212 с.
20. Фізика 10 / Ляшенко О.І., Коршак Є.В., Савченко В.Ф. – К.: Генеза, 2010. – 192 с.
21. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти // <http://www.mon.gov.ua>

22. Закон України «Про освіту» [Електронний ресурс] / mon.gov.ua // Відомості Верховної Ради. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
23. Закон України «Про загальну середню освіту» [Електронний ресурс] / mon.gov.ua // Відомості Верховної Ради. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14>
24. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. URL: <https://phet.colorado.edu>