

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка

**П. С. АТАМАНЧУК
О. М. СЕМЕРНЯ**

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

**З МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ
(ОСНОВНА ШКОЛА)**

Навчальний посібник

Рекомендовано Міністерством освіти
і науки України

Кам'янець-Подільський
ТОВ «Друкарня «Рута»
2014

УДК 378.016:53(075.8)
ББК 22.3р30
A92

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів фізико-математичних
спеціальностей вищих навчальних закладів
(лист № 1/11-11144, від 09.07.2013 р.)

Рекомендовано до друку ухвалою вченої ради Кам'янець-
Подільського національного університету імені Івана Огієнка
(протокол № 11 від 26 листопада 2012 р.)

Рецензенти:

В. Ф. Заболотний – доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри фізики, методики викладання фізики, інфор-
матики, астрономії Вінницького державного педагогічного уні-
верситету імені Михайла Коцюбинського;

М. Т. Мартинюк – доктор педагогічних наук, професор,
член-кореспондент НАПН України, завідувач кафедри фізики
та методики її викладання Уманського державного
педагогічного університету імені Павла Тичини;

В. Д. Сиротюк – доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри теорії та методики навчання фізики
та астрономії Національного педагогічного університету
імені М. П. Драгоманова (м. Київ).

Атаманчук П. С.

**A92 Практичні заняття з методики навчання фізики (основна
школа)** : навчальний посібник / П. С. Атаманчук, О. М. Семер-
ня. – Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня «Рута», 2014. –
236 с.

ISBN 978-966-2771-29-9

Посібник втілює методологію особистісно орієнтованого навчан-
ня в контексті формування компетентісно-світоглядних якостей та
індивідуального педагогічного кредо майбутніх фахівців-бакалаврів
з фізики.

Розрахований на науково-педагогічних працівників, магістран-
тів, студентів та учителів фізики.

УДК 378.016:53(075.8)
ББК 22.3р30

ISBN 978-966-2771-29-9

© Атаманчук П. С.,
Семерня О. М., 2014

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
-----------------	---

Розділ 1. ВИБРАНІ ОРІЄНТУВАЛЬНІ ПРИНЦИПИ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В УМОВАХ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

1.1. Загальна характеристика дисципліни «Методика навчання фізики» (часткові питання)	9
1.2. Бінарна цільова навчальна програма курсу	12
1.3. Основні компетентнісно-світоглядні напрями формування фахівців з фізики	13
1.4. Інноватики сучасної освіти	19
1.5. Деякі питання методології особистісно орієнтованого навчання майбутніх учителів фізики	26
1.6. Самостійна та індивідуальна роботи студентів	36
1.7. Зразки варіантів модульної контрольної роботи	75
1.8. Питання та завдання для самоконтролю	81

Розділ 2. ЦІЛЬОВІ ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

2.1. <i>Практичне заняття № 1.</i> Особливості структури і змісту курсу фізики	89
2.2. <i>Практичне заняття № 2.</i> Особливості методики навчання фізики в основній школі	98
2.3. <i>Практичне заняття № 3.</i> Формування поняття фізичної величини	112
2.4. <i>Практичні заняття № 4-5.</i> Формування уявлень про механічний рух	130

2.5. <i>Практичне заняття № 6-7. Формування понять про роботу й енергію</i>	149
2.6. <i>Практичне заняття № 8. Методика вивчення теми «Тиск»</i>	158
2.7. <i>Практичні заняття № 9-10. Методика вивчення теплових явищ</i>	171
2.8. <i>Практичні заняття № 11-12. Методика вивчення електричних і магнітних явищ</i>	179
2.9. <i>Практичні заняття № 13. Методика вивчення світлових явищ</i>	203
2.10. <i>Узагальнене практичне заняття № 14. Методика навчання фізики на першому ступені</i>	221
2.11. <i>Питання та завдання для самоконтролю</i>	222
ОСНОВНА ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	226
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	228
ДОДАТОК А	232
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	234
ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК.....	235

ПЕРЕДМОВА

Престижність педагогічної діяльності, спрямованої на підготовку майбутніх учителів фізико-технологічного профілю не викликає сумнівів, оскільки саме ці фахівці є носіями та популяризаторами ідеології науково-технічного прогресу, тлумачами та коментаторами сучасних уявлень про наукову картину світу, новаторами та трансляторами інноватик (нано-, енергозберігаючі, агротехнічні, космічні технології; технології створення матеріалів з наперед заданими властивостями тощо). Основний лейтмотив у підготовці майбутніх учителів — оволодіння такою методологією впливу на процедуру навчання, що гарантовано забезпечує можливість опанування науковими та прикладними основами фізики на дієвому (а не формальному) рівні. Ця концепція була (з 1993 р.) і є провідною в діяльності колективу кафедри методики викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Вона стала домінуючою в діяльності наукової школи **«Теоретико-технологічні аспекти об'єктивізації контролю навчальної діяльності»**, лабораторії **«Управління навчально-пізнавальною діяльністю»**, а також унаслідок здійснення наукових досліджень за держбюджетною темою **«Інноваційні технології формування фахівця в умовах особистісно орієнтованого навчання та ступеневої освіти»** (номер державної реєстрації: № 0107U004349).

Колективні зусилля щодо вироблення та впровадження методології результативного і дієвого навчання майбутніх фахівців формували водночас інноваційну ідеологію цього процесу. Матеріалізація інноватик у професійному становленні майбутніх фахівців (чи навчання учнів фізиці) відбувалась і відбувається на основі використання методичних, технологічних, сценаричних і середовищних (у матеріально-технічному та ідейно-ресурсному втіленні) знахідок, що віддзеркалені у колективному інтелектуальному продукті (специфічному інтегративному навчально-методичному комплексі): монографії, підручники, посібники, збірники, методичні рекомендації, сценарії різних видів навчальної діяльності, інструктивні матеріали, моделі, програми, засоби навчання, прилади, навчальні установки тощо.

Посібник структурований у відповідності до актуальних питань методики навчання фізики, які співвідносяться з інноваційними тенденціями моделювання системи освіти. За основу навчально-пізнавального процесу вивчення фізики, її методики, відтепер, вибираються «суб'єкт-об'єктні» взаємовідносини: учень — фізична пізнавальна задача, вчитель — методична пізнавальна задача, учень — саморефлексія, учень — методологія здобування знань, учень — компетентності, учень — науковий світогляд, учитель — професійні компетентності тощо. Якщо проблему забезпечення дієвих знань учня чи підготовки фахівця високої кваліфікації розглядати з позицій формування компетентностей, то необхідно мати чітку уяву про міру прогнозованості цієї якості (компетентності). Він характеризує контрольно-стимулюючий компонент процесу навчання, що реалізується на етапах об'єктивізації контролю та проектування наступної діяльності. Прогнозовані рівні навчальних досягнень набувають одразу ж ознак самочинності, якщо вступає в дію механізм цілеспрямованого впливу на функціонування як раціонально-логічного, так і емоційно-ціннісного мислительних начал індивіда. Дія механізму формування прогнозованих навчальних досягнень в особистісно орієнтованому навчанні зводиться до поступового та гарантованого підвищення рівня обізнаності того, хто навчається.

Підготовка майбутнього учителя фізики — це одночасно набуття певних мір обізнаності з фізики та методики її навчання: формування педагогічного кредо. Педагогічне кредо — це сплав найвищих рівнів професійних компетентностей (уміння, навичка, переконання, звичка) і світогляду. Як наслідки з такої навчально-пізнавальної діяльності учасників процесу — висока успішність, виготовлення і модернізація фізичних приладів, створення презентаційних матеріалів на задану тему, участь у науково-методичних конференціях, конкурсах, здійснення наукових публікацій тощо. Остаточна «доводка», «відгранювання», формування авторського педагогічного кредо відбувається завдяки використанню та під впливом ідеології різних методичних рекомендацій та керівництв, інструкційних матеріалів та сценаріїв навчально-пізнавальної діяльності тощо.

Інноваційні технології компетентісно-світоглядного становлення майбутнього вчителя фізики формувались та одночасно проходили серйозну експертизу внаслідок виконання спільних проектів кафедри з відповідними міжнародними структурними підрозділами:

Московського педагогічного державного університету (Російська Федерація – з 2006 р.);
Технічного університету — Варна (Болгарія — з 2011 р.);
Московського державного університету технологій і управління (Російська Федерація — з 2007 р.);
Російського державного педагогічного університету імені О.І. Герцена (Санкт-Петербург, Російська Федерація — з 2009 р.);
Калужського державного педагогічного університету імені К.Е. Ціолковського (Російська Федерація — з 2009 р.);
Міжнародного академічного Товариства імені Михайла Балудянського (Словаччина — з 2010 р.).

Процедура формування фахівця як і результативний акт діяльності завжди мають ознаки цілісного циклу. І вже на підставі осмислення факту невідворотності протікання (а, отже, й певної міри результативності) процедури формування предметних і професійних компетентностей, як завершеного циклу, приходимо до єдиного висновку про те, що в основі менеджменту якості підготовки фахівців має бути зорієнтованість навчання на прогнозовані предметні та професійні компетентності в змодельованих та реальних фахових умовах (ця діяльність і є засобом виявлення міри набутих індивідом компетентностей, тобто показника досягнення прогнозованих результатів навчання). Тільки об'єктивний контроль результатів навчання та реальне управління (прогнозування, співставлення, коригування, регулювання) процедурою формування компетентностей здатні забезпечити прогнозованість і якість у фаховому становленні майбутнього учителя. Трактуючи якість як системну методологічну категорію, що відображає ступінь відповідності результату поставленій меті, легко окреслити траєкторію розв'язання вказаної проблеми як взагалі, так і безпосередньо до освітньої галузі «фізика».

У посібнику моделюються навчально-пізнавальні процедури, які має здійснити майбутній фахівець в рамках кожного конкретного практичного заняття. Ця діяльність унормовується вимогами національної рамки кваліфікацій [32]: автономність і відповідальність — здатність самостійно виконувати завдання, розв'язувати задачі і проблеми та відповідати за результати своєї діяльності; знання — осмислена та засвоєна суб'єктом наукова інформація, що є основою його усвідомленої, цілеспрямованої діяльності; кваліфікація — офіційний результат оцінювання і визнання, який отримано, коли уповноважений компетентний

орган встановив, що особа досягла компетентностей (результатів навчання) за заданими стандартами; кваліфікаційний рівень — структурна одиниця Національної рамки кваліфікацій, що визначається певною сукупністю компетентностей, які є типовими для кваліфікацій даного рівня; компетентність/компетентності — здатність особи до виконання певного виду діяльності, що виражається через знання, розуміння, уміння, цінності, інші особисті якості; комунікація — взаємозв'язок суб'єктів з метою передавання інформації, узгодження дій, спільної діяльності; результати навчання — компетентності (знання, розуміння, уміння, цінності, інші особисті якості), які набуває та/або здатна продемонструвати особа після завершення навчання.

Перший розділ присвячений висвітленню питань нормативної дисципліни «Методика навчання фізики», другим — окреслює питання спеціальної методики навчання фізики через моделі практичних занять креативного характеру: компетентісно-світоглядні плани занять із креативними завданнями, опорні конспекти пізнавального матеріалу, навчально-методичні завдання фахового характеру, список рекомендованих джерел для самоосвіти.

Ідеологія навчального посібника апробована авторами та їх колегами на численних Міжнародних та Всеукраїнських науково-методичних конференціях.

Навчальний посібник адресований науково-педагогічним працівникам, учителям фізики, аспірантам і студентам вищих навчальних закладів.

Висловлюємо подяку за слушні зауваження та поради рецензентів — члена-кореспондента НАН України, доктора педагогічних наук, професора Мартинюка Михайла Тадейовича; доктора педагогічних наук, професора Сиротюка Володимира Дмитровича; доктора педагогічних наук, професора Заболотного Володимира Федоровича, та студентам-старшокурсникам за надану допомогу в підготовці окремих елементів опорних конспектів практичних занять: Зюбровському Максиму Леонідовичу, Нестераку Ігорю Миколайовичу, Нусю Андрію Анатолійовичу, Осіпову Вадиму Вікторовичу, Смірнову Олексію Едуардовичу, Турніцькому Віталію Олександровичу.

Автори

Розділ 1

ВИБРАНІ ОРІЄНТУВАЛЬНІ ПРИНЦИПИ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В УМОВАХ СТАНДАРТИЗАЦІЇ ШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

1.1. Загальна характеристика дисципліни «Методика навчання фізики» (часткові питання)

Входження української освітньої системи до Болонської розвиває тенденції модернізації й модуляції наявної моделі: якість підготовки фахівців, зміцнення довіри між суб'єктами освіти, відповідність європейському ринку праці, мобільність, сумісність кваліфікації на етапах здобуття вищої освіти та післядипломної підготовки, посилення конкурентоспроможності Європейської системи освіти. Разом із таким перебігом подій, упевнено крокуємо до Зони європейської вищої освіти, яка ґрунтується на спільності фундаментальних принципів функціонування.

Створення моделі особистісно орієнтованого навчання через формування компетентісно-світоглядних якостей особистості зосереджує наукову думку навколо питань оновлення змісту і структури освітнього процесу.

Так, у Законі України «Про вищу освіту» визначено, що «зміст вищої освіти обумовлений цілями та потребами суспільства. Це система знань, умінь і навичок, професійних, світоглядних і громадянських якостей, сформована в процесі навчання на перспективи розвитку суспільства, науки, техніки, технологій, культури та мистецтва». У основі освітнього процесу лежить площина, яка визначається через «сукупність якостей особи з вищою освітою, що віддзеркалює її професійну компетентність, ціннісну орієнтацію, соціальну спрямованість і обумовлює здатність задовольняти як особисті духовні, матеріальні потреби, так і потреби суспільства» [51].

З огляду на це й на багаторічний педагогічний досвід вирізняємо питання особистісно орієнтованого навчання фізики у русло актуальних проблем розвитку й оновлення вітчизняної освіти для забезпечення якісних показників успішності студентів.

Дисципліна**Методика навчання фізики
(МНФ)**

Напрямок

0402 Фізико-математичні
наукиОсвітньо-кваліфікаційний
рівень підготовки фахівця

6.040203 «Фізика», бакалавр

Характеристика

навчальної дисципліни

нормативна

Семестр

сьомий

Вид контролю

екзамен

***Роль і значення навчальної дисципліни
в підготовці фахівця***

У курсі широко використовуються досягнення психології навчання, дидактики інших наук, що дає можливість значною мірою активізувати навчально-пізнавальну діяльність студентів, підвищити ефективність оволодіння знаннями.

Теоретичною основою дисципліни виступили теорії розвитку особистості (Ш. О. Амонашвілі, Б. Г. Ананьєв, Л. С. Виготський, Г. С. Костюк, О. М. Леонтьєв, С. Л. Рубінштейн, В. О. Сухомлинський, К. Д. Ушинський), вчення про вищу нервову діяльність (І. П. Павлов), теорія функціональних систем (П. К. Анохін), теорія поетапного формування розумових дій (П. Я. Гальперін, Н. Ф. Талізїна), теорія розвивального навчання (Д. І. Богоявленська, В. В. Давидов, Л. В. Занков, О. М. Матюшкін), теорія розвитку творчості (Я. О. Пономарьов), теорія виховання (А. С. Макаренко), теорія і методика управління пізнавальною діяльністю (П. С. Атаманчук, Е. Страчар), психологія критичного мислення (Д. Халперн), теорія і практика мислення людини і комп'ютерів (С. І. Шапіро), теорія взаємозв'язку теоретичного та емпіричного в навчанні фізики (О. І. Лященко), технології навчання фізики (О. І. Іваницький, В. П. Сергієнко, О. В. Сергєєв та інші).

У сьомому семестрі студенти ознайомлюються із завданнями фізики як навчального предмету в різних типах шкіл, а також з основними типами уроків фізики, особливостями підготовки та проведення.

Інноватикою змісту навчальної дисципліни «Методика навчання фізики» (основна школа) є те, що уперше теоретично та експериментально обґрунтована і створена нова методологія особистісно орієнтованого навчання фізики на основі теорій пізнання, відображення, моделювання, кі-

бернетики, управління, які відповідають стану розвитку і становлення нової парадигми освіти. Це дало змогу проаналізувати становлення та розвиток фізичної освіти в контексті цілеспрямованості, результативності та прогнозованості навчання, створити інноваційні методологічні моделі особистісно орієнтованого навчання фізики, розробити спеціальну навчальну програму дисципліни «Методологія особистісно орієнтованого навчання фізики» на основі компетентісно-світоглядних характеристик особистості; здійснити розвиток теорії моделювання пізнавальної діяльності майбутніх фахівців у напрямі навчання методики фізики, удосконалити інноваційні технології формування фахівця за умов особистісно орієнтованого навчання та ступеневої освіти для забезпечення дієвості навчання.

Цикл професійної та практичної (професійно-орієнтованої) підготовки

Мета і завдання вивчення дисципліни відповідає освітньо-професійній програмі (ОПП) та освітньо-кваліфікаційній характеристиці (ОКХ) фахівця.

Мета: забезпечити і реалізувати умови професійного становлення майбутнього учителя фізики основної школи.

Завдання: орієнтувати підготовку учителя фізики на оволодіння узагальненими прийомами розв'язання професійних задач таких типів:

- підготовка учнів, які володіють яким-небудь елементом фізичного знання і адекватними йому видами діяльності;
- підготовка учнів, які володіють системою знань і адекватними їй видами діяльності;
- підготовка учнів, що володіють методами роботи з науковою інформацією.

Вимоги ОПП та ОКХ фахівця сформульовані так, щоб після закінчення вивчення дисципліни можна було б перевірити рівень засвоєння студентами відповідних знань та оволодіння необхідними вміннями та навичками.

Студент повинен знати:

- загальні та часткові питання методики навчання фізики;
- теоретичні та методичні основи навчання фізики в основній школі;
- методичні основи організації, проведення навчального фізичного експерименту.

Студент повинен уміти:

- розв'язувати типові професійні задачі, окреслені за дидактичними цілями діяльності учителя фізики;
- здійснювати розв'язок будь-якої професійної задачі у співвідношенні з проектувальною, виконавською чи контрольною процедурами навчально-пізнавальної діяльності.

Методи і прийоми навчання: проблемний, пошуковий, дослідницький, комбінований.

Методи контролю: фронтальний, індивідуальний, груповий, комбінований; оперативний, поточний, тематичний, підсумковий.

1.2. Бінарна цільова навчальна програма курсу

Таблиця 1.1

№ з/п	Зміст навчального матеріалу	Початковий рівень засвоєння	Підсумковий рівень засвоєння
	Методика навчання фізики на першому ступені		
	МНФ		
1.	Структура, зміст курсу фізики основної школи	Наслідкування	Переконання
2.	Особливості методики навчання фізики	Повне володіння знаннями (ПВЗ)	
3.	Формування поняття фізичної величини		
4.	Формування уявлень про механічний рух		
5.	Формування понять про роботу і енергію		
6.	Методика: тиск твердих тіл, рідин і газів		
7.	Вивчення теплових явищ		
8.	Вивчення електричних і магнітних явищ	ПВЗ	
9.	Вивчення світлових явищ		
	ШКФ		
10.	Фізична величина	УЗЗ	
11.	Механічні явища		
12.	Механічна робота		
13.	Механічна енергія		
14.	Тиск	ПВЗ	
15.	Теплові явища	УЗЗ	
16.	Електричні явища		
17.	Магнітні явища		
18.	Світлові явища	ПВЗ	
19.	Фізичний навчальний експеримент	УЗЗ	УЗЗ

Зміст навчально-пізнавальної діяльності студентів

Методика навчання фізики на першому ступені	
1.	Особливості структури і змісту курсу фізики основної школи
2.	Особливості методики навчання фізики
3.	Формування поняття фізичної величини
4.	Формування уявлень про механічний рух
5.	Формування понять про роботу і енергію
6.	Методика вивчення теми «Тиск твердих тіл, рідин і газів»
7.	Вивчення теплових явищ у курсі фізики
8.	Вивчення електричних і магнітних явищ у курсі фізики
9.	Вивчення світлових явищ у курсі фізики

1.3. Основні компетентнісно-світоглядні напрями формування фахівців з фізики

Сьогодні цивілізований світ визнає пріоритетність фізико-технічної освіти в реальному бутті кожної держави. Раніше суспільно-політичний «пророк», — В. І. Ленін, — прогнозував, що настануть часи, коли запитуваними залишаться три професії: лікар, учитель, інженер.

Якщо й не заперечувати сумнівності наведених тез, то всеодно доведеться визнати **престижність педагогічної діяльності, спрямованої на підготовку майбутніх учителів фізико-технологічного профілю**. І якщо дорослі люди (байдуже якого фаху чи рівня освіти) не здатні замінити вимикач чи розетку в побутовій електромережі, то такий феномен — наслідок непрофесійних вчорашніх впливів учителя на учня, а не якихось особливих обставин (недарма в народі кажуть: немає поганих учнів, є погані вчителі).

Отже, основний лейтмотив у підготовці майбутніх учителів — оволодіння такою методологією впливу на процедуру навчання, що гарантовано забезпечує можливість опанування науковими та прикладними основами фізики на дієвому (а не формальному) рівні. Ця концепція була (з 1993 р.) і є провідною в діяльності колективу кафедри методики викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, вона стала домінуючою в ході виконання науково-дослідних проектів по лінії функціонування наукової школи «**Теоретико-технологічні аспекти об'єктивізації контролю навчальної діяльності**» та наукової лабораторії «**Управління навчально-**

пізнавальною діяльністю», а також внаслідок здійснення наукових досліджень у рамках виконання держбюджетної теми **«Інноваційні технології формування фахівця в умовах особистісно орієнтованого навчання та ступеневої освіти».**

Колективні зусилля щодо обґрунтування вироблення та впровадження методології результативного і дієвого навчання майбутніх фахівців (чи учнів) формували водночас інноваційну ідеологію цього процесу. Матеріалізація інноватик у професійному становленні майбутніх фахівців (чи навчання учнів фізиці) відбувалася і відбувається на основі використання методичних, технологічних, сценаричних та середовищних знахідок, віддзеркалених у колективному інтелектуальному продукті (специфічному інтегративному навчально-методичному комплексі): монографії, підручники, посібники, збірники, методичні рекомендації, сценарії різних видів навчальної діяльності, інструктивні матеріали, моделі, програми, засоби навчання, прилади, навчальні установки тощо.

Окремі вибрані елементи цього комплексу подаємо у бібліографічному списку.

Узагальнюючий об'єднувальний стрижень колективного доробку науковців-педагогів: особистісна цілезорієнтованість процедури навчання та компетентісно-світоглядні методики і технології розгортання.

У монографічних творах відображено методологічну суть концепції цілеспрямованого управління (компетентісно-світоглядний аспект) результативним навчанням кожного, хто це робить. Проілюструємо основні концептуальні інноватики процесу та результату формування професійних якостей майбутнього учителя фізики.

1. Одразу наголосимо, що процедура формування дієвих компетентісно-світоглядних якостей фахівця лежить у площині такої діяльності, яка є логічним наслідком дії механізму освітньої доктрини (рис. 1.1).

Зупинимось на розгляді парадигми фізичної освіти [1]. Основними структурними елементами її виступають (рис. 1.1): концепція фізичної освіти, освітній прогноз (модель освіти): глобальна мета освіти, освітній стандарт (план) — змістовна складова діяльності (навчальний план, навчальна програма, підручник, методика) та організаційна складова діяльності (освітнє середовище: інформаційно-технологічна, матеріальна частини), операційна складова діяльності (управління: еталонні вимірники якості знань, контроль, корекція).

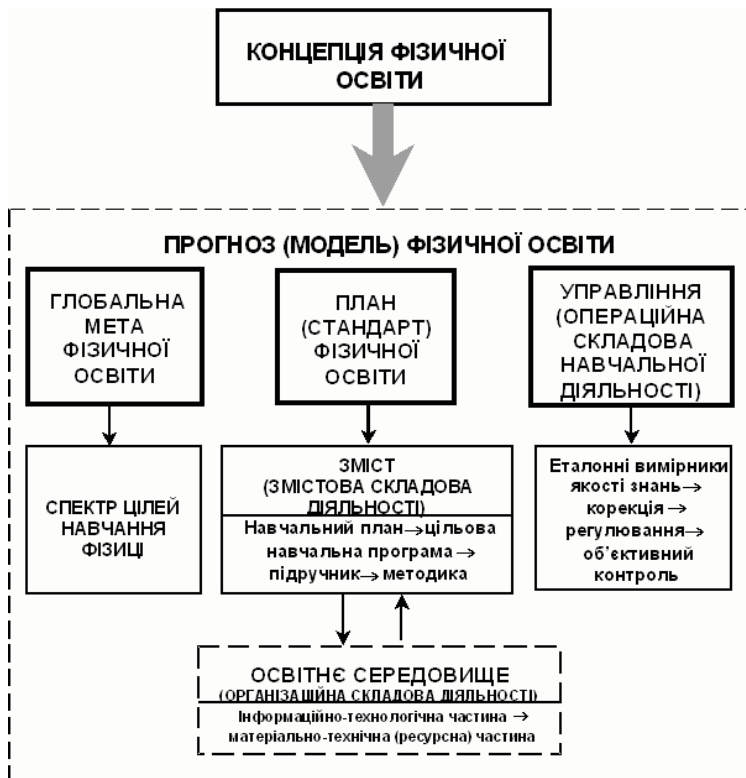


Рис. 1.1. Структура освітньої доктрини

Так, «навчально-пізнавальна діяльність, як і будь-яка інша доцільна діяльність людини, завжди упереджується та детермінується моделлю кінцевого результату (прогнозом, передбаченням). Освітній прогноз складається за схемою: мета, план, управління, — яка є наслідком віддзеркалення ідеалізованої теоретичної конструкції альтернативних ліній переходу дійсного в можливе, потенціально ймовірного — в реально існуюче, з одного боку, та перетворювальної діяльності стосовно об'єкта пізнання — з другого» [1], освітня доктрина поширює свій вплив на весь освітній простір, вона стосується повної схеми безперервного навчання та окреслює такі конкретні освітні завдання: всебічний розвиток суб'єкта пізнання, любові до істини, гнучкості мислення; озброєння знаннями з позицій принципу цілісності, віддзеркалено в мисленні, почуттях і діях; турбота про зміцнення духовно-душевного та фізичного здоров'я

людини; гармонійний розвиток особистості на рівні спортивних, ремісничих, соціальних, художніх, інтелектуальних та етичних здібностей; формування життєствердної соціальної відкритості, відповідальності та готовності до участі в створенні вільного, демократичного устрою; підготовка до життя в гармонії з природою, розвиток ціннісно-результативної активності, стимулювання самодіяльності в проведенні розумного дозвілля і т. ін.

«На поданій схемі (рис. 1.1) освітній прогноз окреслено зовнішньою штриховою рамкою. Його структура: глобальна мета освіти → освітній стандарт → управління (окреслено внутрішньою штриховою рамкою). Взаємозв'язок між прогнозом і освітньою доктриною (концепцією фізичної освіти) та блоками прогнозу відображено стрілками: жирна — вказує на визначальний характер впливу, тонка — ілюструє зворотній зв'язок» [1, с.31].

Таким чином, освітній прогноз — це одночасно й ідеалізована модель освіти, і діяльнісна основа її реалізації. Змістова, організаційна та операційна складові діяльності співвідносяться, якщо дотримуватися термінології запропонованої дослідницею В. Ф. Паламарчук, відповідно зі змістовим, мотиваційним та операційним компонентами процесу навчання.

Зупинимось коротко на характеристиках елементів структури освітнього прогнозу.

Глобальна мета освіти. Якщо розуміти в загальному трактуванні, то це забезпечення передачі соціального досвіду та формування на цій основі соціально значущої особистості з власними духовними та інтелектуальними цінностями. Якщо ж розуміти глобальну мету освіти як мету фізичної освіти, то це формування наукових основ фізики на рівні інтелектуального, науково-світоглядного, соціально-культурного збагачення особистості.

Освітній стандарт. Це — головна частина моделі освіти. Новації щодо розробки освітнього стандарту відносяться до змісту освіти, розвитку освітнього середовища, впровадження особистісно-діяльнісного підходу в навчанні.

Освітнє середовище. Інтерпретується двома частинами: матеріальною та інформаційно-технологічною. Матеріальна (матеріалізована) частина освітнього середовища — це навчально-матеріальна база (кабінети, лабораторії з відповідним обладнанням, різні технічні засоби навчання, включаючи комп'ютер і відеотехніку, засоби натурної наочності тощо) та навчально-методичний комплекс (навчально-методична

література, електронні посібники, носії з навчальними програмами комп'ютерної підтримки, атласи, плакати, діапозитиви та діафільми, кінофрагменти та кінофільми, відеозаписи, друкований роздатковий матеріал тощо). Інформаційно-технологічна частина освітнього середовища визначається складними опосередкованими зв'язками з реальним світом, які формуються в процесі життєдіяльності людини (як на стихійному, так і на організованому рівнях пізнання), вона характеризує загальний «клімат» цієї діяльності.

Навчальний план. Нормативний документ, яким регламентується зміст освіти (складом навчальних дисциплін чи освітніх галузей, порядком і послідовністю їх вивчення за роками навчання, нормами часу, що виділяється на вивчення кожної навчальної дисципліни чи освітньої галузі. Напрями розвитку: нормалізація навчального та вільного часу школяра, інтегративні тенденції та зорієнтованість на самоосвіту.

Навчальна програма є нормативним документом, визначає зміст навчальної дисципліни та розподіл за роками навчання, також окреслює вимоги до знань учнів із дисципліни.

Підручник є засобом освітньої моделі, яка діє на конкретному етапі соціального розвитку.

«Методика навчального предмету відбиває специфіку застосування загальних законів та принципів навчання у процесі вивчення цього предмета» [1, с.32]. Напрями розвитку: охоплення змістовної та діяльнісної складових процесу навчання, посібники з програмованого навчання, алгоритмізація способів пізнавальної діяльності.

Управління — операційна складова навчально-пізнавальної діяльності в аспекті контролю, корекції та регулювання конкретних навчальних дій і операцій учнів відповідно до еталонних вимірників якості знань. Напрями розвитку: наявність та використання інтегральних вимірників якості навчання, які співвіднесені з кожною окремою одиницею пізнання.

Описані елементи парадигми фізичної освіти вносять інноваційний зміст у розбудову української системи освіти тому, що виявляють основні тенденції її реформування.

Дієва освітня концепція, чи доктрина, виступає своєрідним транслятором змістовно-методологічного трактування глобальної мети освіти, специфічним каталізатором створення та впровадження високоефективних, надійних і гуманістичних технологій навчання, а також визначальником траєкторій здійснення якісного навчання.

2. Якщо проблему забезпечення дієвих знань учня чи підготовки фахівця високої кваліфікації розглянути з позицій формування компетенцій, — то необхідно мати чітку уяву про міру прогнозованості цієї якості (компетентності). Цей рівень характеризує контрольний-стимулюючий компонент процесу навчання, що реалізується на етапах об'єктивізації контролю та проектування наступної діяльності.

Прогнозовані рівні навчальних досягнень набувають одразу ж ознак самочинності, якщо вступає в дію механізм цілеспрямованого впливу на функціонування як раціонально-логічного, так і емоційно-ціннісного мислительних начал індивіда. Дія механізму формування прогнозованих навчальних досягнень в особистісно орієнтованому навчанні зводиться до поступового та гарантованого підвищення рівня обізнаності того, хто навчається (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3

Компетентнісно-світоглядні характеристики особистості

Види компетенцій	Позначення	Ціннісні новоутворення (компетентності) особистості
Завчені знання (заучування)	ЗЗ	Механічно відтворює зміст пізнавальної задачі в обсязі та структурі її засвоєння
Наслідування	НС	Копіює головні моторні чи розумові дії, пов'язані із засвоєнням пізнавальної задачі, під впливом внутрішніх чи зовнішніх мотивів
Розуміння головного (розуміння)	РГ	Свідомо відтворює головну суть у постановці і розв'язуванні пізнавальної задачі
Повне володіння знаннями (володіння)	ПВЗ	Не тільки розуміє головну суть пізнавальної задачі, а й здатний відтворити весь її зміст у будь-якій структурі викладу
Навичка	Н	Здатний використовувати зміст конкретної пізнавальної задачі на підсвідомому рівні, як автоматично виконувати операцію (ця якість знань регламентується в часі)
Уміння застосовувати знання (уміння)	УЗЗ	Здатний свідомо застосовувати набуті знання у нестандартних навчальних ситуаціях (творче перенесення)
Переконання	П	Свідомо долучає у свою життєдіяльність знання, в істинності яких особистість упевнена і готова їх обстоювати, захищати в рамках дії механізму діалектичного сумніву (нові наукові факти можуть скоригувати точку зору, яка обстоювалась)
Звичка	ЗВ	Автоматизовано діє, виступає психологічним елементом структури вчинку

Таким чином, особистісні характеристики сприяють проектуванню інноватик у фізичній освіті.

1.4. Інноватики сучасної освіти

Зміна орієнтирів вітчизняної освіти, пов'язана з приєднанням України до Болонського процесу, привела до формування освітньої парадигми, згідно з якою у галузі освіти відбуваються інноваційні процеси, йде пошук нових систем її розвитку. Європейське освітнє співтовариство живе під знаком формування загальноєвропейської системи вищої освіти, названої Зоною європейської вищої освіти, яка ґрунтується на спільності фундаментальних принципів функціонування [38].

У 1997 році під егідою Ради Європи та ЮНЕСКО було розроблено і прийнято Лісабонську конвенцію про визнання кваліфікацій, що належать до вищої освіти Європи. Цю конвенцію підписали 43 країни (Україна в тому числі), більшість з яких і сформулювали згодом принципи Болонської декларації. Лісабонська угода декларує наявність і цінність різноманітних освітніх систем і ставить за мету створення умов, за яких більша кількість людей, скориставшись усіма цінностями і здобутками національних систем освіти і науки, зможе бути мобільними на європейському ринку праці.

Через рік чотири країни — Франція, Італія, Велика Британія та Німеччина — підписали, так звану, Сорбонську декларацію, завдання якої спрямовані на створення відкритого європейського простору вищої освіти, який має стати більш конкурентоспроможним на світовому ринку освітніх послуг. Основна ідея цих документів — двоступенева структура вищої освіти, використання системи кредитів (ECTS), міжнародне визнання бакалавра як рівня вищої освіти, що надає особі кваліфікацію та право продовжувати навчання за програмами магістра відповідно до положень Лісабонської угоди.

Саме таким чином поступово створювалися умови для інтеграційних процесів у сфері вищої освіти європейських країн. Україна була і є активним учасником цих процесів. Обрані шляхи модернізації вищої освіти України співзвучні з загальноєвропейськими підходами.

Основним завданням на цей період є запровадження передбаченої Болонською декларацією системи академічних кредитів, аналогічній ECTS (Європейська кредитно-трансферна система). Саме її розглядають як засіб підвищення мобільності студентів щодо переходу з однієї навчальної програми на іншу, включно з програмами післядипломної освіти. Важливий момент запровадження аку-

мулюючої кредитної системи — можливість враховувати всі досягнення студента, а не тільки навчальне навантаження, наприклад, участь у наукових дослідженнях, конференціях, предметних олімпіадах тощо.

Визначення змістових модулів навчання з кожної дисципліни, узгодження кредитних систем оцінювання досягнень студента є основою для вирішення ще однієї задекларованої в Болоньї мети — створення умов для вільного переміщення студентів, викладачів, менеджерів освіти та дослідників на теренах Європи. Обов'язковою також вважається наявність внутрішніх і зовнішніх державних, громадських систем контролю якості освіти.

Загалом визначальними критеріями освіти в рамках Болонського процесу є: якість підготовки фахівців; зміцнення довіри між суб'єктами освіти; відповідність європейському ринку праці; мобільність; сумісність кваліфікації на етапах здобуття вищої освіти та післядипломної підготовки; посилення конкурентоспроможності Європейської системи освіти.

Пропозиції, які розглянуто і які виконуються в рамках Болонського процесу, зводяться в основному до шести таких ключових позицій:

1. *Введення двоциклового навчання.* Фактично пропонується ввести два цикли навчання: перший — до одержання першого академічного ступеня і другий — після його одержання. У цьому тривалість навчання на 1-му циклі має бути не менше 3-х і не більше 4-х років. Навчання другого циклу може передбачати отримання ступеня магістра (через 1-2 роки навчання після одержання 1-го ступеня) і/або докторського ступеня (за умови загальної тривалості навчання 7-8 років).

2. *Запровадження кредитної системи.* Пропонується запровадити у всіх національних системах освіти систему обліку трудомісткості навчальної роботи в кредитах. За основу пропонується прийняти ECTS, зробивши її нагромаджувальною системою, здатною працювати в рамках концепції «навчання впродовж усього життя».

3. *Контроль якості освіти.* Організуються акредитаційні агентства, незалежних від національних урядів і міжнародних організацій.

4. *Розширення мобільності.* На основі виконання попередніх пунктів передбачається істотний розвиток мобільності студентів. Окрім того, ставиться питання про розширення мобільності викладацького й іншого персо-

налу для взаємного збагачення європейським досвідом. Передбачається зміна національних законодавчих актів у сфері працевлаштування іноземців.

5. *Забезпечення працевлаштування випускників.* Одним із важливих положень Болонського процесу є орієнтація вищих навчальних закладів на кінцевий результат: знання випускників повинні бути застосовані, практично використані на користь усієї Європи. Усі академічні ступені й інші кваліфікації мають бути затребувані європейським ринком праці, а професійне визнання кваліфікацій має бути спрощене. Для забезпечення визнання кваліфікацій планується повсюдне використання Додатка до диплома, який рекомендований ЮНЕСКО.

6. *Забезпечення привабливості європейської системи освіти.* Одним із головних завдань, що має бути вирішене в рамках Болонського процесу, є залучення в Європу більшої кількості студентів з інших регіонів світу. Вважається, що введення загальноєвропейської системи гарантії якості освіти, кредитної нагромаджувальної системи, легкодоступних кваліфікацій тощо, сприятиме підвищенню інтересу європейських, інших громадян до вищої освіти.

Досить актуальним питанням сьогодення виступає реформування вищої освіти і науки України впровадженням кредитно-модульної системи організації навчального процесу за положеннями Болонської декларації. У кінцевому результаті такі кроки спрацьовуватимуть на підвищення в Україні європейської культурної ідентичності, інтеграцію до загальноєвропейського інтелектуально-освітнього та науково-технічного простору. До того ж, метою стратегії Європейського союзу (ЄС) щодо України, є фундаментальне зближення та поступова інтеграція; реалізація Угоди про партнерство та співробітництво між ними; підтримка реформ в Україні; забезпечення зони стабільності, процвітання; адаптація законодавства України до норм ЄС; поглиблення співробітництва в зоні зовнішньої політики, безпеки та оборони, в галузі юстиції та внутрішніх справ; поглиблення міжособистісних зв'язків, регіонального та культурного співробітництва між Україною та ЄС; посилення торгово-економічного співробітництва та співпраці у сфері транспорту, зв'язку, телекомунікації; охорона довкілля.

Нова освітня реформа в Україні спрямована на підвищення її якісних ознак. На це звертають увагу М. В. Степко, Я. А. Болюбаш, В. Д. Шинкарук, В. В. Грубінко, І. І. Бабин, характеризуючи пріоритетність якості

навчання в інноваційній освітній системі [38]. Слушною є її позиція щодо визнання навчання за кордоном: «повне визнання навчання означає, що його період за кордоном (включаючи екзамени та інші форми оцінювання), замінює порівнюваний період навчання у місцевому університеті (включаючи екзамени та інші форми оцінювання), хоча зміст погодженої програми навчання може відрізнятись» [38, с.80]. Вона націлює освітянську громаду на думку, що зміст навчально-пізнавальної діяльності є основним у Болонському процесі реформування освіти, а, отже, і якість навчання є пріоритетною рисою для такої системи.

Але дослідники відзначають певні недоліки в Болонській системі навчання. Зокрема, для різних суб'єктів вищого навчального закладу ECTS може акумулювати такі недоліки, як «фрагментація знань, сегментація процесу навчання, зменшення значимості наукових досліджень у процесі навчання» [38, с.80]. Як відомо, основними принципами навчання ще й досі виступають системність, неперервність, систематичність, науковість. Тому передбачення в освітній системі запобіжних заходів щодо нейтралізації помічених негараздів унеможливить здобуття українськими випускниками не якісної фахової підготовки.

Досить цікавою є думка М. В. Степка, Я. А. Болюбаша, В. Д. Шинкарука, В. В. Грубінка, І. І. Бабина про те, що ECTS дає можливість студентам продовжити подальше навчання в інших вищих навчальних закладах, а також здобувати освіту за кордоном. «До компетенції закладів належить вирішувати, прийнятне це чи ні і які умови студент повинен виконати, щоб одержати диплом чи реєстрацію перезарахування» [38, с.81]. Але автори вказують на те, що «серед інших перешкод важливою є слабка підготовка з іноземних мов у середній та вищій школах, візовий режим, різниця в рівні життя населення України та країн Європи» [38, с.81].

На всіх етапах запровадження Болонської системи підкреслюється, що цей процес добровільний; полісуб'єктний; такий, що ґрунтується на цінностях європейської освіти і культури; такий, що не нівелює національні особливості освітніх систем різних країн Європи; багатоваріантний; гнучкий; відкритий; поступовий. Наразі, входження України в Болонську систему суперечливе, нерівномірне, складне. Його цілі ще дуже гіпотетичні. Як приєднання до цього процесу, так і неприєднання мають свої переваги та ризики. Втім, з урахуванням усіх «за» і «проти» для країн, які прагнуть до економічного і суспільного розвитку

і, зрештою, вступ до Європейського Союзу, альтернативи Болонському процесові сьогодні не існує.

Темпи входження України в нову освітню систему нижчі від задекларованих. Якщо на установчій конференції в Болонні 1999 року до перших 29 країн майже не висували суттєвих вимог, то вже на Празькому саміті 2001 року до наступних чотирьох кандидатів вони були досить серйозними, а сім країн, які входили до Болонської співдружності на Берлінському саміті 2003 року і Бергенському саміті 2005 року змушені були витримати справжній іспит.

Для того, щоб вступити до Болонської співдружності і, головне, стати її повноправним членом, Україні необхідно піти на суттєві перетворення в системі вищої освіти і науки. Найважливіше у цьому провести ґрунтовний порівняльний аналіз вітчизняної системи науки й освіти з європейською (за Болонською моделлю). За результатами цього аналізу визначити, що потрібно буде змінити в нашій системі, і започаткувати відповідні реформи.

Враховуючи незворотність Болонського процесу, ми маємо усвідомлювати, що для нашої системи вищої освіти він є дуже непростим. Нам важче, ніж будь-якій іншій країні, яка не має таких глибоких традицій у галузі фундаментальної природничої й інженерної освіти, приєднатися до багатьох загальноєвропейських рішень, нівелюючи власні багатомікові нароби у цій галузі. Саме наша вища освіта, лише в інженерії, виховала відкривачів космосу Сергія Корольова і Володимира Челомея, винахідника вертольотів Ігоря Сікорського, конструктора неперевершених авіаційних двигунів Архипа Люлька, фундатора твердотільної електроніки Бенціона Була, вона дала світові п'єзодвигун і високошвидкісний транспорт на магнітній подушці. І цей перелік можна довго продовжувати. Тому нові виклики ми повинні прийняти не тільки переносячи на наше підґрунтя досвід інших держав, але й пропонуючи європейському співтовариству свої доробки, досягнення, пропозиції, своє бачення проблем. Тобто потрібно досягти гармонійного поєднання європейських нововведень і кращих вітчизняних традицій.

Приєднання України до Болонського процесу змінює підходи до формування змісту вищої освіти педагогічних працівників: пріоритетність інтегративного підходу посилює світоглядно-культурологічну підготовку фахівця.

Як свідчить педагогічна практика, майбутнього вчителя готують до виконання таких функцій:

- управлінської — виступати в ролі керівника, тобто керувати навчально-пізнавальною діяльністю учнів;

- менеджерської — бути інструктором, який допомагає учням у визначенні ресурсів виконання навчальних завдань;
- контролюючої — виступати в ролі оцінювача, коли потрібно контролювати й оцінювати навчальні досягнення учнів;
- організуючої — бути в ролі організатора різнопланової діяльності учнів;
- навчальної — виступати в ролі носія знань, бути провідником на шляху здобуття учнями освіти;
- діагностично-прогностичної — виступати в ролі дослідника у визначенні реального ступеня навченості та розвитку учнів і прогнозуванні на цій основі їх освітніх траєкторій [38, с.83].

Основним завданням вищих навчальних закладів сьогодні виступає формування і збагачення професійного досвіду фахівця. У педагогічних навчальних закладах — це досвід організації та управління пізнавальною діяльністю учнів [38, с.83]. У структурі зазначеного досвіду педагогічної діяльності вчителя можна виділити такі складові: цілепокладання, проектування, планування, організація, управління, оцінювання (рефлексія). Кожна з них є системним елементом і вимагає створення спеціальних умов для свого формування і розвитку.

Проблему фахового становлення майбутнього учителя варто розглядати через процедуру створення дієвих предметних стандартів і дидактик, у напрямі надійної «фільтрації» методологічних орієнтирів сучасних наук (*педагогіка, психологія, фізіологія, методика, філософія, кібернетика та інші*) від позірних пріоритетів (*наявних стереотипів*) традиційних схем навчання.

За умов домінування традиційних схем навчання (хоч би як не пропагувались ідеології особистісних орієнтацій, інтерактивності, креативності, стратегії якості в навчанні) доводиться вдовольнятися тим, що результативність навчання та дієвість знань більшості учнів (студентів) [38, с.84] знаходиться на рівні, далекому від вимог державних стандартів.

На такому фоні чітко викристалізуються дві нагальні проблеми, що потребують свого невідкладного розв'язання:

- створення й упровадження чітких визначальників розвитку освіти;
- гарантоване забезпечення результативності навчання та дієвості знань учнів.

На ціннісному рівні вирішальна роль належить механізмові, що зумовлюється зорієнтованістю освітньої доктрини на термінальні цінності, тобто такі, які визначають, формують чи складають мету життя індивіда. Інші механізми сучасної освітньої доктрини орієнтують на перехід від інформаційно-виконавської до проектно-творчої системи навчання, забезпечують розвиток мислення й світосприймання як на раціонально-логічному, так і на емоційно-ціннісному рівнях.

Виходячи з окресленого, приходимо до висновку про можливість розробки освітнього прогнозу, як тричленної структури: **глобальна мета** → **освітній стандарт (план)** → **управління**.

Сьогодні безперечною стає теза про те, що односторонність у навчально-пізнавальній діяльності необхідно рішуче усунути, і що існує єдиний шлях «взяття бар'єру» — вміле поєднання в навчанні раціонально-логічного та емоційно-ціннісного стилів діяльності. Іншими словами, про механізм упровадження освітніх пріоритетів у реальних умовах навчання можемо вести мову як про наслідок керованої інтеграції обох вказаних начал.

Підготовка майбутнього учителя фізики — це одночасно набуття певних мір обізнаності з фізики та методики її навчання. Розроблено підручники, які вперше у вітчизняній і світовій практиці обґрунтували та впровадили технологію бінарних цілеорієнтацій (фізика, методика викладання фізики) як засіб формування цілісного педагогічного кредо майбутнього фахівця.

Неважко довести, що в багатьох, педагогічно орієнтованих, освітньо-професійних програмах (ОПП) та освітньо-кваліфікаційних характеристиках (ОКХ) прогнозовані рівні фахових компетентностей і світогляду не детермінується об'єктивними чинниками, які мали б налаштовувати навчальний процес на формування в студента професійно значущих якостей. Для усунення такого протиріччя, — **зміст навчально-пізнавальної діяльності, з одного боку, і відсутність конкретизованих цілей цієї діяльності, з іншого боку,** — варто орієнтуватись на бінарну цільову програму, яка забезпечує можливість адекватного співвіднесення змісту конкретної навчальної дисципліни зі змістом методичної підготовки майбутнього педагога.

І вже на підставі осмислення факту формування професійних компетенцій, приходимо до висновку про те, що в основі менеджменту якості підготовки фахівців є прогнозованість навчання.

1.5. Деякі питання методології особистісно орієнтованого навчання майбутніх учителів фізики

Оновлення змісту фізичної освіти призводить до зміни пріоритетів у пізнавальній діяльності тих, хто навчається. Питаннями методології пізнавальної діяльності особистості займаються багато галузей: психологія, філософія, спеціальні науки, фізика, інформатика, математичне моделювання тощо. Достатньо актуальним таке наукове питання розгортається у полі теорії та методики навчання (фізика).

У філософському розумінні «методологія — вчення про методи пізнання й перетворення дійсності. *Пізнання* — процес цілеспрямованого активного відображення об'єктивного світу в свідомості людей, зумовлений суспільно-історичною практикою людства. *Моделювання* — науковий метод пізнання явищ, предметів за допомогою спеціально створених моделей» [4].

З точки зору, логіки «методологія — це: а) сукупність методів (прийомів, способів), які використовуються в теоретичній і практичній діяльності людей для реалізації поставленої мети; б) вчення (теорія) про методи наукового пізнання і практичного перетворення дійсності» [4]. Щодо пізнання — буденного, наукового, філософського та ін., — логіка використовує методи. «Кожна людина використовує логіку у своєму мисленні як «органон» (інструмент, набір розумових операцій, необхідних для проведення певних досліджень), тобто як інструмент, засіб при виконанні різноманітних інтелектуальних дій. До логічних методів пізнання предметів, явищ, процесів об'єктивного світу відносяться: аналіз, синтез, абстрагування, ідеалізація, узагальнення, дедукція, індукція, аналогія, екстраполяція, моделювання, гіпотеза» [4].

«Аналіз (грец. — розклад, розбір, розчленування) — логічний прийом, метод дослідження, який полягає в тому, що досліджуваний об'єкт уявно або практично розчленовується на складові елементи (ознаки, властивості, структурні частини), кожний з яких відтак досліджується окремо як частина розчленованого цілого. Особливим видом аналізу є логічний аналіз, тобто методологічний підхід до результатів пізнавальної діяльності людей — знання в різних його формах і видах, яке виражене засобами природної і штучної мов на підставі законів науки логіки. Логічний аналіз означає виявлення структурних елементів (видів, типів, рівнів) знання, яке оформлене у вигляді певного тексту та їх співвідношення між собою, з'ясування логічного значення іс-

тинності або хибності висловлювань у тексті, логічної експлікації («пояснення», «уточнення») понятійного апарату, через який реалізується це знання, встановлення несуперечності, обґрунтованості, доведеності цього знання» [4].

У роботі О. Ю. Усік «Регуляція навчально-пізнавальної діяльності: соціально-філософський аналіз» визначено складові механізми регуляції навчально-пізнавальної діяльності в інноваційній моделі освіти, які відбивають складну діалектичну єдність керованих і некерованих процесів у ході навчання, вільних і детермінованих вчинків суб'єктів навчально-пізнавальної діяльності, взаємодії духовних та тілесних аспектів спілкування її суб'єктів [4].

«Аналіз пізнавальних проблем, розв'язуваних у процесі розвитку атомістики» автора І. З. Дуцяк [4], з технічної точки зору, наголошує: «Для пізнавальної діяльності важливо мати систематизоване знання про типи пізнавальних завдань, які виникають і розв'язуються у процесі цієї діяльності. Такі знання є основою для створення відповідної системи методів, правил, алгоритмів пізнавальної діяльності, які охоплюють кожен із типів завдань, що виникають у процесі пізнання. Оскільки в сучасних умовах якість життя значною мірою визначається здатністю виробляти наукомістку продукцію, то актуальність досліджень, спрямованих на підвищення ефективності наукової пізнавальної діяльності, не викликає сумніву... Безпосереднє спостереження дає матеріал для твердження: кожна річ змінюється, тобто стає іншою. Це можна перефразувати таким чином: речі перетворюються одна в одну, що означає наявність між ними генетичного зв'язку – нова річ складена з того самого, що й попередня. Отже, ці речі містять щось спільне, видозміною чого і досягається перетворення однієї речі в іншу. Уже на цьому етапі міркувань формується нова абстракція: «щось, що є спільне в різних речах». Введення поняття про новий об'єкт викликає потребу дати відповідь на деякі питання. Чи можна спостерігати цей об'єкт так само, як людина спостерігає різні речі, складені з цього об'єкта? Оскільки різні речі відрізняються між собою і ці відмінності дано людині як різні прояви тих чи інших ознак, що сприймаються органами чуттів, то виникає питання: якими є прояви ознак цього спільного для всіх речей об'єкта?» [4].

Таким чином, використовуючи системний аналіз наукової проблеми методології навчання вичленимо окремих метод — метод аналізування пізнавальної діяльності тих, хто навчається (зокрема, у фізиці).

У постанові Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 року № 1341 «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» визначені основні спеціальні терміни. Будемо дотримуватись тлумачення, що «компетентність / компетентності – здатність особи до виконання певного виду діяльності, що виражається через знання, розуміння, уміння, цінності, інші особисті якості; результати навчання – компетентності (знання, розуміння, уміння, цінності, інші особисті якості), які набуває та/або здатна продемонструвати особа після завершення навчання» [51].

Якщо говорити про процес аналізування пізнавальної діяльності студентів у навчанні методики фізики, то приходимо до висновку про цікавий педагогічний феномен. Зміст явища полягає в успішному й результативному навчально-пізнавальному процесі під час залучення студентів до активного моделювання професійної педагогічної діяльності з шкільної фізики: виготовлення і модернізація фізичних приладів, створення презентаційних матеріалів на задану тему, участь у науково-методичних конференціях, конкурсах, здійснення наукових публікацій тощо.

«Підходи до тлумачення поняття «стиль пізнавальної діяльності» та його специфічні різновиди» автор І. В. Дорохіна [4], з педагогічної точки зору визначає як стиль як науково-педагогічний феномен, що поєднує в собі діяльнісні та особистісні аспекти, вивчався в багатьох роботах учених. Предметом дослідження ряду вітчизняних науковців є педагогічний стиль. Інші науковці вивчають його як частину педагогічної культури; як інструмент індивідуалізації професійно-педагогічної підготовки. Зазвичай, говорячи про стиль діяльності, розуміють характерні риси педагогічної майстерності, що традиційно поєднуються в педагогічному досвіді. Стиль педагогічний являє собою своєрідний почерк, певний спосіб педагогічних дій, який є притаманним кожному педагогу.

Більш детально розвивається така успішна діяльність під час виконання студентами навчально-методичних завдань із логічним навантаженням.

Наприклад.

1 (Уміння, УЗ3). *Описати* відомі Вам експерименти, які показують, що: імпульс зіткнень (навіть не пружних) зберігається; постійна сила створює постійне прискорення.

2 (Навичка, Н). *Коротко описати*, яке з поданих експериментальних відкриттів вплинуло чи внесло знання в астрономічне представлення:

- а) спостереження Венери Галілеєм;
- б) спостереження Галілеєм плям на Сонці;
- в) відкриття Галілеєм супутників Юпітера;
- г) відкриття Урану (1780 р.);
- д) чіткі вимірювання положення Марсу (Тихо Браге).

3 (Н). *Написати* коротку примітку про зіставлення маси і ваги. *Описати* властивості кожного поняття (1 сторінка).

4 (Н). З відкритої поверхні блюдечка випаровується рідина, і вентилятор розганяє пару.

а) Чому рідина зникає у цьому випадку швидше, ніж коли вентилятор вимкнений? (1 стрічка).

б) Чому рідина зникає швидше, якщо її підігріти? (3 стрічки).

5 (Переконавання, П). а) *Як* наукове знання приходить у фізику? *Обґрунтуйте* роль спостереження, експерименту і математики. *Наведіть* приклади.

б) *Чи може* лише математика дати нові знання про реальний світ? *Поясніть*, чому математика важлива тоді, коли вона може тільки перетворити те, що ми знали з експерименту.

в) *Порадьтеся із людьми*, які вивчають біологію, геологію чи фізіологію та установіть, як там отримують знання. *Порівняйте* методи цих наук із методами у фізиці.

Іншими цікавими завданнями на аналізування пізнавальної діяльності майбутніх учителів фізики є логічні тексти-практикуми.

До прикладу, з дисципліни «Методика навчання фізики» (у основній школі).

1 (УЗЗ). *Проаналізувати* діючі підручники, посібники з шкільного курсу фізики (ШКФ) 7-9 класах у вигляді порівняльної таблиці.

2 (УЗЗ). *Систематизувати* зміст навчального фізичного експерименту з ШКФ основного рівня.

3 (П). *Спроектувати* та *підготувати* розгорнутий план-конспект вступного уроку фізики.

4 (УЗЗ). *Проаналізувати* діючі шкільні програми суміжних навчальних курсів за вмістом наукових методів пізнання та фізичних величин:

- а) хімія; б) географія; в) природознавство.

5 (УЗЗ). *Проаналізувати* діючу шкільну програму фізики в аспекті вивчення поняття фізичної величини та *робити* узагальнюючу блок-схему.

Так, не менш цікавим педагогічним спостереженням, виявилось виконання студентами четвертого курсу фізико-математичного факультету навчально-методичних завдань із логічним навантаженням і аналогіями.

До прикладу, з дисципліни «Вибрані питання методики навчання фізики».

1 (УЗЗ). *Виписати* фрагменти віршів українських класичних поетів, які можна використати для пояснення фізичних явищ на уроках фізики; *виписати* фрагменти прози українських письменників, які можна використати для складання фізичних задач, пояснення фізичних явищ на уроках фізики; *відшукати* репродукції класичних художників, які можна використати як засоби активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики.

2 (УЗЗ). *Використати* предмети, запропоновані викладачем для складання фізичних задач, завдань еталонного змісту, фрагментів уроків-пояснення нового фізичного матеріалу.

3 (УЗЗ). *Навести приклади* фізичних репрезентативних форм матеріальних та мисленевих *моделей* у вивченні теми «Механічний, тепловий та електричний рухи».

4 (П). *Описати*, як на уроках фізики можна використовувати *мисленевий експеримент* та *навести* конкретні фізичні приклади для основної, старшої школи.

Отже, для результативного й успішного навчання майбутніх вчителів фізики є парадоксально простою дією на залучення до активного моделювання власної педагогічної діяльності починаючи із перших днів перебування у вищому освітньому закладі.

Наведемо приклад, педагогічного сценарію гри із логічним навантаженням.

Розв'язування парадоксів і софізмів

Парадокс — думка, судження, різко відмінні від загальноприйнятих, що суперечать (іноді лише на перший погляд) здоровому глузду; несподіване явище, яке не відповідає звичайним уявленням. Софізм — неправдивий за суттю умовивід, що формально здається правильним, заснований на навмисному, свідомому порушенні правил логіки.

Мета: вироблення гнучкості мислення, розвиток нетрадиційності та нешаблонності сприйняття, розвиток логічного стилю мислення в майбутніх учителів фізики.

Хід заняття:

1. Вступна частина — ознайомлення з умовами проведеного сценарію, створення команд, підбір задач для команди-суперниці за задалегідь визначеним парадоксом чи софізмом.

Кіт Шредингера [44] (або *Шредингерів кіт*) — герой відомого уявного експерименту Ервіна Шредингера, що в ньому цей кіт повинен перебувати одночасно в двох станах — живий та мертвий.

Уявного kota поміщено в коробку, перебуваючи в якій він є з імовірністю 0,5 — живий, 0,5 — мертвий. Згідно з принципами квантової механіки, кожна елементарна частинка одночасно може перебувати в кількох станах.

Так само й кіт Шредингера в умовах експерименту може одночасно бути водночас живий і мертвий, доти, доки хтось не відчинить коробку й не визначить, чи живий кіт, чи ні.

2. Основна частина — розкриття кожною командою змісту суті своєї задачі та демонстрація дослідів або логічних суджень, що заперечують певний факт; спроби інших команд знайти помилку.

Суть уявного експерименту. У закриту коробку вміщено kota. У коробці маємо механізм, що містить радіоактивне ядро та ємність з отруйним газом. Параметри експерименту підібрано таким чином, що ймовірність того, що ядро розпадеться протягом однієї години, складає 50%. Якщо ядро розпадеться, то воно задіє механізм, він відкриває ємність з газом, і нещасний кіт помирає. Згідно з квантовою механікою, якщо над ядром не виконується спостереження, то його стан описано суперпозицією (сумішшю) двох станів: ядра, що розпалися, та ядра, що не розпалися. Отже, кіт, що сидить у коробці, і живий, і мертвий одночасно. Якщо ж коробку відкрити, то експериментатор мусить побачити тільки який-небудь один конкретний стан: «ядро розпалося, кіт мертвий», або ж «ядро не розпалося, кіт живий».

Питання формується так: *коли саме система припиняє існувати, як суміш двох станів, і вибирає один конкретний стан?* Мета експерименту — довести, що квантова механіка є неповна без певних правил, що вказують, за яких умов відбувається колапс хвильової функції, і кіт або ж стає мертвий, або ж залишається живий, але припиняє бути сумішшю того й іншого.

3. Заключна частина — аналіз відповідей, характерних помилок у міркуваннях, підбиття підсумків, визначення переможців і найактивніших учасників.

Висновок гри: всупереч поширеним уявленням, сам Шредінгер вигадав цей дослід зовсім не тому, що він нібито вірив, що «мертвозиві» коти існують; навпаки, він вважав квантову механіку неповною і такою, що не до кінця описує реальність у такому випадку. Кіт обов'язково мусить бути або живий, або мертвий (не існує стану, проміжного між життям та смертю), то це означає, що це справедливо і для атомного ядра. Воно мусить бути або таке, що розпалося, або таке, що не розпалося. Космолог Макс Тегмарк запропонував варіацію досліду з котом Шредінгера під назвою «машина для квантового самогубства». Він розглядає експеримент із котом із точки погляду самого kota, і стверджує, що, таким чином, можна експериментально розрізнити копенгагенську та багатосвітову інтерпретації. Інша варіація експерименту — це дослід із другом Вігнера (ще не написаний).

Для прикладу розглянемо інші відомі фізичні парадокси [4].

Парадокс Архімеда названий на честь відомого Архімеда з Сіракуз, що відкрив знаменитий закон Архімеда. Згідно з цим законом сила, що діє на тіло, занурене в рідину, рівна вазі витісненої ним об'єму рідини. У випадку судна сила Архімеда дорівнює вазі води в об'ємі тієї частини судна, яка занурена у воду. Якщо ця сила більше, ніж вага судна, то воно буде плавати.

Парадокс Архімеда стверджує, що тіло може плавати в об'ємі води меншому, ніж об'єм самого тіла, якщо його середня густина менше, ніж густина води. Таким чином, масивне тіло (наприклад, корабель) може плавати в об'ємі води набагато меншому ніж об'єм самого тіла, за умови, що вода оточує тіло з усіх сторін.

Даний парадокс впливає з того факту, що для сили Архімеда важливий об'єм зануреної частини плаваючого тіла, а не об'єм води, який це тіло витісняє.

Парадокс слабого молодого Сонця — спостережуване протиріччя між палеокліматичними даними і астрофізичними моделями еволюції Сонця.

Стандартна модель еволюції зірок стверджує, що 4 млрд. років тому Сонце випромінювало приблизно на 30% менше енергії, ніж зараз. За таких умов вода на поверхні Землі повинна була б повністю замерзнути. У той

же час, геологічні дослідження архейських осадових порід показують, що в цю епоху на Землі був вологий і теплий клімат. За умов глобального зледеніння, можливо, не змогло б виникнути життя.

Більшість учених схиляються до пояснення цього парадоксу глобальним парниковим ефектом, що діяв у ранній історії Землі, і був викликаний дуже високими концентраціями вулканічних газів, таких як вуглекислий газ і метан. Уперше цю модель запропонували і кількісно аналізували радянські вчені А. М. Мухін та В. І. Мороз.

Також існує версія, що випромінюваного Сонцем тепла було достатньо для підтримки життя, тому що планета Земля розташовувалася ближче до Сонця, ніж зараз.

На Марсі також встановлені сліди теплого і вологого клімату. Розташовані в одних тих же районах кратери з різним віком в різній мірі піддані ерозійним процесам. Для древніх кратерів визначені набагато більші швидкості ерозії, ніж для молодих. З цих та деяких інших спостережень робиться висновок про наявність рідкої води на Марсі на ранніх етапах його розвитку.

Ультрафіолетова катастрофа — фізичний термін, що описує парадокс класичної фізики, який полягає в тому, що повна потужність теплового випромінювання будь-якого нагрітого тіла має бути нескінченною. Свою назву парадокс отримав через те, що спектральна густина потужності випромінювання мала б нескінченно зростати при скороченні довжини хвилі за законом Релея-Джинса.

За своєю суттю цей парадокс показав якщо не внутрішню суперечливість класичної фізики, то принаймні вкрай різке (абсурдне) розходження із результатами елементарних спостережень та експериментів.

Оскільки це і справді не узгоджується з дослідними спостереженнями, наприкінці XIX століття виникали труднощі під час опису фотометричних характеристик фізичних тіл.

Проблему було розв'язано за допомогою квантової теорії випромінювання, розробленої Максом Планком у 1900 році.

Гідростатичний парадокс (парадокс Паскаля) — явище непропорційності тиску на дно посудини вазі, наливої в неї рідини.

Парадоксальність явища полягає у тому, що вага наливої у посудину рідини може відрізнятись від сили її тиску на дно цієї посудини. Першим на цей факт, що на той час видався парадоксальним, вказав фламандський математик Сімон Стевін (1548-1620).

Друга назва цього парадоксу — «парадокс Паскаля» — завдяки Паскалю, який спопуляризував це явище своїми дослідами. Він продемонстрував цей парадокс у 1648, вставивши в закриту бочку, наповнену водою, тонку трубку і, піднявшись на балкон другого поверху, влив в цю трубку кувальди води. Через малий діаметр трубки вода в ній піднялася до великої висоти, і тиск в бочці збільшився настільки, що кріплення бочки не витримали, і вона почала пропускати воду через щілини.

Це явище пояснюється основним рівнянням гідростатики, згідно з яким тиск залежить від глибини занурення (висоти стовпа рідини), але не залежить від її кількості у посудині та форми посудини.

Парадокс близнят — суперечлива на перший погляд задача з теорії відносності.

Парадокс близнят сформулював 1911 року Поль Ланжевен. Розв'язок опублікував 1918 року Альберт Ейнштейн. Один із двох близнюків вирушає в космічну подорож до далекої зірки, рухаючись зі швидкістю, близькою до швидкості світла, а потім повертається. Завдяки тому, що час у пов'язаній із космічним кораблем системі відліку йде повільніше, ніж у системі, пов'язаній із Землею, то його брат постарів набагато більше, ніж він сам. Справді, час у

системі корабля визначається формулою $\Delta t = \Delta t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, де

Δt — час у системі корабля, Δt_0 — час на Землі, v — швидкість руху корабля, c — швидкість світла. При $v \approx c$ час у системі корабля малий $\Delta t \ll \Delta t_0$.

З іншого боку, він може вважати, що залишався непорушним, а Земля спочатку віддалилася від нього, а потім повернулася. Тоді, з його погляду, саме його брат здійснив мандрівку майже зі світловою швидкістю, а, отже, саме його брат повинен залишитися набагато молодшим.

Розв'язок

У межах спеціальної теорії відносності (СТВ) розв'язати парадокс неможливо. Проте парадокс знаходить своє пояснення у межах загальної теорії відносності (ЗТВ). Слід врахувати, що тільки один з братів рухався з прискоренням, а, отже, ситуація не симетрична. Саме він і має залишитися молодшим свого брата, який перебував у інерційній системі відліку.

Перший експеримент, що мав підтвердити відповідний ефект, було поставлено 1971 року. В межах похибки вимірів передбачення ЗТВ було підтверджено. Подібні експерименти (із дедалі вищою точністю) також підтвердили правильність розрахунків (із точністю 0,01%).

Досить цікавими прикладами розвитку аналізування пізнавальної діяльності є завдання із підказками.

До прикладу, реферати або авторські статті на задану тематику.

1. Історія радіоактивності.

(1890-1915 рр. або з 1915 року дотепер).

2. Експеримент Міллікена для визначення e .

(Міллікен написав детальний звіт про роботу у власній книзі).

3. Механіка Ньютона та філософія.

(Як ньютонівська механіка пов'язана з філософськими поглядами його сучасників? Як його діяльність вплинула на філософію наступних поколінь?)

4. Філософія фізичної науки із точки зору початківця.

(Зверніть увагу на класичні книги «Філософія науки» Стефана Толміна, «Експеримент і теорія в фізиці» Макса Борна, парадокси та уявні експерименти з філософії).

5. Фізика звуку та музики.

(Написана стаття рекомендується для перечитування музикантом для виявлення рівня її доступності читачеві).

Отже, навчально-методичні завдання та сценарії професійних ігор із логічним навантаженням сприяють дієвому й результативному навчанню й формуванню належних компетенцій.

1.6. Самостійна та індивідуальна роботи студентів

Таблиця 1.4

Методика викладання фізики на першому ступені

№ з/п	Зміст	К-ть год.	Форма контролю	Література
1.	Перші уроки з фізики. Фізична теорія і методи теоретичного пізнання.	5 год.	Захист творчих розробок	Рекомендована
2.	Фундаментальні методологічні ідеї шкільного курсу фізики. Основні закономірності розвитку фізики.	5 год.	Захист творчих розробок	Рекомендована
3.	Методика проведення факультативних занять. Гурткова робота з фізико-технічного конструювання і моделювання. Факультативні лабораторні практики. Шкільні фізичні олімпіади.	10 год.	Співбесіда, контрольна робота	Рекомендована
4.	Зміст фізичної освіти та державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів для основної та старшої школи. Фізична компонента освітньої галузі «Природознавство» державного стандарту загальної середньої освіти для основної школи.	10 год.	Контроль наявності накопичених матеріалів	Рекомендована

Методичні вказівки до питань самостійної роботи студентів

Фізична теорія і методи теоретичного пізнання

Підкреслюючи експериментальний характер фізичної науки, вчитель обґрунтовує другий рівень науково-го пізнання — теоретичний. Експериментальні факти, не об'єднані в теорію, здатну пояснити ці факти і передбачити нові, не мають великої пізнавальної цінності.

З термінами «теорія», «теоретичне» учні ознайомляться задовго до вивчення конкретних фізичних теорій у старших класах. З названими поняттями вони асоціюють життєвські і навіть чисто учнівські уявлення: «теорія — це те, що написано в підручнику і треба вивчити», протиставляючи останньою вирішення завдань або проведення лабораторних (практичних) занять.

Філософія, аналізуючи співвідношення теорії і практики, теоретичної і практичної діяльності людини, додає поняттю «теорія» широкий сенс пізнавальної діяльності взага-

лі. У методології науки це поняття має звужений сенс: воно означає не всю пізнавальну діяльність людини, а лише той її вищий рівень, на якому виявляються найбільш істотні властивості і закономірності явищ, що вивчаються.

У всіх природних науках є свої теорії. На уроках хімії, наприклад, учні ознайомляться з теорією електролітичної дисоціації, молекулярною теорією; на уроках біології — з теоріями еволюції, спадковості і таке інше. Серед усіх природничо-наукових теорій фізична теорія відрізняється високим рівнем систематизації знань, логічною досконалістю, глибоким проникненням у неї математики, безпосереднім зв'язком з експериментом — все це дозволяє вважати фізичну теорію зразком теоретичного знання, недосяжним поки для інших наук. От чому так важливо формувати в учнів методологічні знання про суть і структуру наукової теорії, методи теоретичного пізнання природи.

Теоретичне пізнання школяра включає як рівень оволодіння окремими методами, так і рівень засвоєння цілісної фізичної теорії. Перший рівень теоретичного пізнання широко використовують у навчанні фізики.

Такі методи, як ідеалізація і моделювання, аналогія, уявний експеримент, гіпотеза, використовуються вже на першому ступені навчання. В той же час такий метод теоретичного пізнання, як формалізація (тобто математичний апарат), має обмежене застосування не тільки на першому ступені, але і в старших класах. Що стосується використання другого і найвищого рівня теоретичного пізнання — рівня фізичної теорії, то тут треба враховувати ту обставину, що фізична теорія системне, цілісне утворення і що, вона повинна бути представлена в шкільному курсі всіма складовими частинами (тобто основою, ядром і висновками). Вивчення фізичної теорії окремими фрагментами (їх називають зазвичай елементами), коли з розгляду на уроках випадають етапи її створення і розвитку, отримання наслідків з основних положень, не забезпечує формування у школярів правильних уявлень про функціонування і розвиток фізичної науки. Тому вивчення цілісної теорії можливе лише в старших класах.

Ідеалізація. Будь-яке природне явище, яким би простим воно не представлялося, під час ретельного дослідження виявляється настільки складним і багатогранним, що для отримання конкретних результатів доводиться виділяти найістотніше в цьому явищі, абстрагуючись від іншого. Виділену властивість (аспект) явища, що вивчається, доводять до граничного значення (наприклад, повна від-

сутність тертя або опору руху тіла, зведення розмірів тіл до нуля, повна ізоляція системи тіл і т. п.). У результаті створюється уявний, ідеалізований об'єкт, що не існує у дійсності, і лише у такому вигляді він розглядається в теорії.

Подібний метод теоретичного пізнання, званий ідеалізацією реальних процесів, дозволяє розкривати певні кількісні закономірності, застосовувати до дослідження строгий математичний апарат, будувати фізичні теорії. Вся фізика пронизана ідеалізацією, завдяки якій і можна формулювати закони цієї науки.

Упродовж шкільного курсу фізики учні неодноразово, зустрічаються з цим методом теоретичного дослідження і це дозволяє їм засвоїти думку, що уміння будувати ідеалізації процесів і об'єктів, що вивчаються, є важливою методологічною умовою, що забезпечує успіх у науковій роботі.

Моделювання. Використання цього методу теоретичного пізнання викликане необхідністю розглядати такі властивості реальних об'єктів або процесів, які за технічними або економічними причинами безпосередньо вивчати неможливо або достатньо складно (наприклад, зародження і розвиток життя на Землі, розвиток космогонії нашого Всесвіту, структура ядра і т. п.). Тоді і удаються до висунення наочних або уявних моделей, відтворюючих дані об'єкти у формі, зручній для спостереження і вивчення. Моделі, вживані в науковому пізнанні, можна розділити на два великі класи: матеріальні і ідеальні. У перший клас входять природні об'єкти (у фізиці переважно використовують моделі цього класу); у другий — ідеальні об'єкти, що зафіксовані в певній знаковій формі і функціонують за законами математичної логіки (останні можна назвати також абстрактно-математичними моделями).

З розвитком кібернетики велике розповсюдження в науках отримало комп'ютерне моделювання. За допомогою таких моделей розраховують програму складних науково-технічних виробництв і соціальних процесів (наприклад, польоти космічних кораблів, роботу широкомасштабного підприємства, зростання народонаселення і т.п.), вибираючи найбільш оптимальний варіант.

Фізичні моделі — це не точні копії в певному масштабі якогось об'єкту, щось ніби технічній моделі літака або автомобіля, відтворюючій у всіх деталях зовнішній вид оригіналу. У фізиці під моделями розуміють зовсім інше: це природні або ідеальні об'єкти, що відтворюють загальну картину, в якій передані найбільш характерні риси цих процесів

або об'єктів. При цьому зовні модель може відрізнятися від її реального прообразу. Разом з тим модель повинна бути достатньо наочна і проста, її механізм повинен ґрунтуватися на відомих, раніше вивчених явищах, от чому багато моделей — механічні. Після логічного осмислення висунутої моделі останню піддають експериментальній перевірці, щоб з'ясувати, наскільки вона відповідає реальним властивостям модельованої системи. Модель носить тимчасовий характер, але з часом її часто не відкидають повністю, а удосконалюють, роблячи модель все більш точною і адекватною самому об'єкту. Модель повинна передбачати невідомі ще явища, указувати на нові експерименти, які, у свою чергу, підтверджують і удосконалюють прийняту модель.

Аналогія. У історії фізики вельми плідним виявився і такий прийом теоретичного пізнання, як аналогія, коли за подібність одних ознак певних явищ робиться висновок про схожість інших ознак.

Наводячи приклади аналогій, необхідно підкреслювати, що методологічною основою існування аналогій у фізиці служить принцип матеріальної єдності світу. Використовуючи аналогію в процесі пізнання, учні поступово оволодівають інтелектуальним навиком зведення одного складного явища до інших, простішим із уже вивчених.

Уявний експеримент. Цей інструмент теоретичного дослідження грає важливу роль у науковому пізнанні. Під уявним експериментом іноді розуміють такі операції, які передують реальним дослідом, будучи їх детальним продумуванням, уявною «репетицією». У таких випадках уявні експерименти через свою наочність і переконливість дозволяють ученим перевіряти ще до проведення дослідів (а іноді потреба в останніх і відпадає) отримані теоретичні результати в якісній формі і, отже, судити про їх справедливості, заздалегідь оцінюючи шанси на успіх реальних дослідів, часто вельми цінних.

У більш загальному випадку під уявним експериментом розуміють операцію об'єктами, що ідеалізуються, з метою отримання нових даних або доказу справедливості запропонованих гіпотез. У такому розумінні уявні експерименти не можуть бути проведені у дійсності за технічними причинами. Але завжди уявні експерименти повинні бути логічно несуперечливими.

Уявний експеримент широко використовували в своїй творчості для висунення фундаментальних ідей, теорій, законів — Галілей, Ньютон, Максвел, Ейнштейн, Бор, Гейзенберг і інші видатні фізики.

Останнім часом у викладанні фізики все частіше використовується цей метод як один із засобів наочності для викладання складного матеріалу.

Гіпотеза. Є важливим робочим інструментом у науковому пізнанні. Аналізуючи отримані експериментальним шляхом ті або інші факти, вчений висуває припущення — гіпотезу, на основі якої пояснює спостережуване явище, розкриває його внутрішній механізм, зв'язок з іншими явищами.

Перший напрям у побудові фізичного знання був розроблений Ньютоном у створенні класичної механіки. Він полягав у наступному. На основі досліду формулюються аксіоми або так звані принципи, і з них дедуктивним шляхом виводяться окремі закони і положення, які повинні бути перевірені на досліді. Правильне співвіднесення цих наслідків з дослідом служить гарантією справедливості основних положень теорії. Методом принципів побудовані, крім класичної механіки, також термодинаміка, електродинаміка, теорія відносності, атомна теорія Бору.

Превага методу модельної гіпотези полягає в його наочності і простоті, він неодноразово використовувався в історії фізики. Цим методом побудовані, наприклад, молекулярно-кінетична теорія, статистична фізика, класична електронна теорія.

Метод математичної гіпотези найбільш абстрактний. З його допомогою створена квантова механіка. Фундаментальна ідея Луї де Бройля про корпускулярно-хвильовий дуалізм виникла на основі екстраполяції математичного співвідношення між довжиною хвилі та імпульсом для фотона на мікрочастки.

Л. де Бройль скористався аналогією між математичним апаратом аналітичної механіки і хвильовою теорією. Гіпотеза про існування позитрона також витікала з розв'язання рівняння в створеній П. Діраком квантовій теорії електрона. У старшій школі метод математичної гіпотези можна проілюструвати, використовуючи аналогію між гравітаційним і електростатичним полем.

Фізична теорія. Другий рівень теоретичного пізнання реалізується цілісним вивченням (хоч би і якісно) основних фізичних теорій. Таке вивчення повинне відображати логіку наукового пізнання, виражену в тому, що основні етапи наукового пізнання можуть бути представлені у вигляді логічно замкнутої схеми-ланцюжка:

1) виявлення і накопичення експериментальних фактів, що суперечать існуючій теорії;

- 2) висунення загальних принципів (гіпотез), що дозволяють пояснити нові факти;
- 3) розроблення нової теорії (уточнення гіпотез і оформлення математичного апарату);
- 4) отримання наслідків з положень розробленої теорії;
- 5) експериментальна перевірка цих наслідків.

Саме таким чином будувалися більшість фізичних теорій (теорія Всесвітнього тяжіння, термодинаміка, кінетична теорія газів, теорія електромагнітного поля, спеціальна теорія відносності, атомна теорія Бору і ін.). Незалежно від конкретної теоретичної структури науковий процес завжди починається і закінчується фактами, що здобуваються в експерименті (у приведеному ланцюжку етапи перший і п'ятий). Інтуїтивний, нелогічний характер має другий етап — народження гіпотези, але це найбільш відповідальний момент у науковій творчості. Третій і четвертий етапи відображають отримання нових знань суто дедуктивним (логічним) шляхом.

Засвоєння цієї загальної методологічної схеми наукового пізнання може бути досягнуте у цілісному вивченні таких теорій, як класична механіка Галілея — Ньютона, у частковості, теорія Всесвітнього тяжіння, молекулярно-кінетична теорія ідеального газу, теорія електромагнітного поля, спеціальна теорія відносності, атомна теорія Бору.

Фундаментальні методологічні ідеї шкільного курсу фізики

Серед безлічі фізичних ідей минулого і теперішнього часу можна виділити невелике число таких, які зіграли величезну роль у розвитку цієї науки. Мова йде про фундаментальні, такі, що носять методологічний характер ідеї.

З одного боку, в такій ідеї найбільш концентрованим чином виражені останні досягнення науки, що дозволяє, вважати її вищою формою наукового знання, з другої — ідея виступає в ролі евристичного методу пізнання, приймаючи до логічного (теоретичного) інструментарію, про який мовилося вище. Такі ідеї елементарності, збереження, симетрії, співвіднесення, додатковості, спостережливості, єдності картини світу. З причини фундаментального характеру цих методологічних ідей у фізиці вони отримали назву принципів. Можна привести численні приклади, що показують їх продуктивний евристичний характер. Так, ідея збереження змусила Паулі висунути гіпотезу нейтрино, ідея симетрії «підказала» Максвелу гіпотезу про струми зсувів, ідея відповідності в перші роки становлення атомної теорії служила, за Н. Бором, «чарівною паличкою» тощо.

Зрозуміло, не всі ці ідеї входять у зміст шкільного курсу фізики. Ідея додатковості, наприклад, стала одним з методологічних принципів сучасного природознавства, вимагає глибокого філософського осмислення, недоступного для пізнавальних можливостей школярів. Разом з тим цілий ряд стрижньових методологічних ідей, таких, як ідеї елементарності, збереження, симетрії, єдність наукової картини світу, дозволяє сконцентрувати і синтезувати навчальний матеріал шкільного курсу фізики, виділяючи в нім головне і фундаментальне.

Ідея елементарності. Методологічна ідея елементарності в шкільному курсі фізики грає першорядну роль у формуванні діалектико-матеріалістичного світогляду, забезпечуючи засвоєння учнями важливого положення про безмежність рухомої в просторі матерії і нескінченності її пізнання. Ідея елементарності характеризує фундаментальну суть фізичної картини світу, стимулюючи проникнення наукового пізнання в глиб дослідження матерії.

Ідея елементарності як стрижньова пронизує не тільки курс фізики, але і курси хімії, біології, суспільствознавства, представляє собою засіб реалізації міжпредметних зв'язків у природничо-науковому циклі шкільних дисциплін і суспільствознавства. Формування цієї ідеї забезпечує засвоєння школярами понять квантової теорії з її принциповою дискретністю величин, що характеризують мікропроцеси.

Ідея збереження. У науці евристична роль ідеї збереження чітко виведена. У історії фізики були випадки, коли відкидалися самі хитромудрі побудови учених, якщо вони не задовольняли законам збереження. Навпаки, ці закони дозволяли висувати нові ідеї і робити далекоглядні прогнози. Учені досліджують природу у темряві, в науці немає єдиного істинного шляху, і дуже важливо в напрямі до невідомого мати якісь орієнтири, вказуючи на те, що дослідник вибрав не помилкову мету для розкриття таємниць природи.

Такими орієнтирами служили і служать закони збереження імпульсу, енергії, моменту імпульсу, електричного заряду тощо.

Закони збереження виступають у цьому випадку подібно принципу «заборони», що заздалегідь відкидає будь-які теоретичні побудови, якщо в них відбувається порушення хоч би одного з перелічених законів збереження. Такий спосіб вивчення фізичних явищ.

У школі учні знайомляться з різними проявами ідеї збереження: закон збереження кількості речовини, імпуль-

су, моменту імпульсу (факультативний курс), енергії, електричного заряду, баріонного і лептонного (електронного і мюонного) «зарядів» (у ознайомлювальному плані).

Ідея симетрії. У розвитку фізичної науки методологічна ідея симетрії зіграла і грає в цей час величезну евристичну і узагальнювальну роль. Ця ідея констатує існування загальної універсальної особливості матеріальних явищ, законів природи, пов'язане з незмінністю (інваріантністю) деяких найважливіших аспектів щодо певної групи перетворень. У спеціальному розумінні, геометричний термін «симетрія» — властивість матеріального об'єкту поєднуватися з самим собою під час обміну місцями спільно або (і) дзеркально рівних його частин. Дослідження фізичної симетричності почалися в кристалографії. У поєднанні рентгено-, електро-, нейтронографічними методами принцип симетрії дозволив розшифрувати тонку будову багатьох білкових молекул, розвинув нові напрями в кристалохімії, молекулярній біології. У цей час принцип симетрії отримав розвиток у різних галузях квантової механіки.

Методологічна роль цього принципу полягає в наступному. У фізиці існує три рівні описання (три класи закономірностей): явища, закони і принципи симетрії. Принципи симетрії дозволяють відкривати нові закони й у цьому сенсі є кореляціями між законами.

У ієрархічній системі рівнів фізичного пізнання принцип симетрії є більш загальною конструкцією, ніж закони. Ця функція «управління» законами була розкрита в історії фізики теореомою Емі Нетер, згідно якої з кожною фізичною теорією можна зв'язати деяку фундаментальну групу симетрії. Зокрема, теорема Нетер показала можливість виведення класичних законів — збереження енергії, імпульсу і моменту імпульсу як наслідки однорідності часу, однорідності та ізоτροпності простору. Отримання фізичних законів збереження з геометричних властивостей симетрії простору і часу є новим і найвищим ступенем матеріального світу і процесу пізнання. Психологічна цінність ідеї симетрії пояснюється тим, що *відчуття симетрії і реальне прагнення його виразити в побуті і житті існувало в людстві з палеоліту.*

Симетрія в природних умовах і в процесі пізнання відображає внутрішню єдність, стрункість і гармонійність навколишнього світу.

Ідея єдності фізичної картини світу. Ця ідея в шкільному курсі фізики повинна відображати найважливіший методологічний принцип природознавства, згідно якому

розвиток науки призводить до стійкої і цілісної картини світобачення, на основі якої відбувається пояснення реальних процесів. Найважливішою складовою частиною наукової картини світу є фізична картина світу (ФКС), яка є наочнішою, ніж самі фізичні теорії, що входять у цю цілісну картину. Фізична картина світу, будучи ідеальною моделлю природи, виконує в науці, перш за все, *пояснювальну* функцію. Часткові фізичні теорії, хоча і описують явища, але глибока їх інтерпретація, розкриття зв'язків між явищами даються тільки на основі певної ФКС. Фізична картина світу є частковою, бо не можна створити всеосяжну природничо-наукову теорію, що пояснює всі природні явища. Але всередині кожної окремої гілки природознавства (фізики, хімії, біології і т.д.) у цей час учені прагнуть до охоплення всіх явищ єдиною теоретичною системою. Наприклад, фізики-теоретики зараз захоплені пошуком «Великого об'єднання» всіх видів взаємодій: гравітаційного, електромагнітного, слабкого і сильного (ядерного) на основі єдиної теорії.

Програмний матеріал шкільного курсу фізики дозволяє сформуванню у учнів уявлення про єдність фізичної картини світу.

Основні закономірності розвитку фізики

Обумовленість розвитку фізики соціальними процесами, загальним рівнем культури і потребами техніки. Така закономірність розвитку фізичної науки дозволяє представити в свідомості учнів науку нероздільною від інших галузей людського знання, сформуванню у них великий політехнічний світогляд. Учні повинні розуміти, чому, наприклад, закони руху були відкриті саме у XVII в., а термодинаміка як теорія теплових процесів виникла лише у середині XIX в.

На конкретних прикладах показують учням обумовленість розвитку фізики суспільними потребами, підкреслюють, що багато важливих відкриттів у фізиці з'явилися як відповідь на «соціальне замовлення епохи», а не як випадковий прояв геніальності окремих осіб. От чому, коли приходить час даному відкриттю, воно неминуче відбувається, і часто його здійснюють одночасно декілька учених, незалежно один від одного.

Показуючи школярам залежність розвитку фізики від потреб суспільства і техніки, не можна допускатися у крайнощі. Учні повинні розуміти, що фізика як наука не служниця техніки і її функція в людському суспільстві набагато ширше ніж задоволення сьогохвилинних потреб. Розвиток фізичної науки має свою власну логіку.

Чергування «спокійних» періодів і «революційних» стрибків у розвитку фізики. Ознайомлення учнів у процесі вивчення фізики з цією закономірністю викликає у них певний емоційний настрій, коли їм вдається відчутти «драму ідей» у науці. Фізика тоді постає перед ними не як застиглий каталог абсолютно точних законів, а як вічно живий організм, схильний до оновлення, розширення, виправлення. Суть цієї «драми ідей» у наступному: існуюча теорія багато років успішно пояснювала певне коло фізичних явищ і здавалася логічною досконалістю, і раптом виявляється новий факт, що не узгоджується з цією теорією. Протягом ряду років найбільш авторитетні учені прагнуть знайти пояснення новому явищу в рамках існуючої теорії, що так точно описувала дотепер усі відомі ефекти. Коли це не вдається, вчені роблять відчайдушні спроби модифікувати, підправити стару теорію, придумуючи різні гіпотези «спеціально» для пояснення нового явища, аби «врятувати» існуючу теорію. Як правило, такі спроби приречені на невдачу, і, врешті-решт, найбільш сміливі дослідники, мислячі діалектично і не обтяжені (незагіпнотизовані) досконалістю старої теорії, висувають нові, «божевільні» ідеї (з погляду «здорового глузду»), кладучи їх в основу нової теорії. Робиться новий крок до пізнання людиною природи. Подібні революції в історії фізики нечисленні, і, як правило, вони супроводжувалися зміною наукової картини світу. Дидактична цінність показу революційних ситуацій у фізиці виявляється в тому, що в учнів з'являються стійкі мотиви внутрішнього, інтелектуального характеру до пізнавальної діяльності.

Наявність меж застосовності фізичних понять і законів на кожному етапі розвитку науки. Методологічна закономірність, згідно якої на кожному етапі розвитку фізичних знань будь-який установлений закон має строгі межі застосування, за якими ці знання вже невірні, відображає одне з найважливіших положень теорії пізнання про співвідношення відносної й абсолютної істин.

Указувати межі застосовності кожного поняття, закону, теорії в процесі їх вивчення в шкільному курсі фізики в методологічному відношенні необхідно, оскільки інакше в учнів може виникнути своєрідний «нігілізм» — переконання, що їм розповідають про неправильні, а тому і непотрібні закони. Знайомство з межами застосовності знань дає можливість сформувати в учнів уявлення про діалектичний шлях людського пізнання природи, у якому *неповне, неточне знання стає повнішим і більш точним.*

Спадкоємність у розвитку фізичних явищ. Ознайомлення учнів з межами застосовності кожного окремого закону або теорії повинно йти паралельно із засвоєнням іншої важливої закономірності розвитку фізичної науки — спадкоємність знань. Фізика не повинна представлятися учням як послідовність катастроф, виникнення і крах фізичних теорій, заперечуючи одна іншу. Розвиток фізичних знань — це закономірне і послідовне узагальнення, в процесі якого виявляється спадкоємність наукового знання і об'єктивна цінність фізичних теорій.

Засвоєння цієї закономірності дозволяє довести до свідомості учнів досить складні філософські ідеї про співвідношення відносної і абсолютної істини, складові основи теорії пізнання.

Пізнання є віддзеркалення людиною навколишнього світу. Але це не безпосереднє, не одноразове віддзеркалення, а складний процес утворення абстракцій, понять, законів, що лише приблизно охоплюють універсальну закономірність вічно рухомої природи, яка розвивається.

Найбільш цінним у дидактичному відношенні є ознайомлення учнів з так званим **принципом відповідності**, що характеризує таку спадкоємність фізичних знань, коли попередня теорія стає граничним випадком нової, більш загальної теорії. У історії фізики цей принцип був відкритий, коли в ході революції у природознавстві ХХ ст. знадобилося встановити порядок здійснення зв'язку старих, класичних, і нових, сучасних теорій. Без рішення такої методологічної задачі неможливо було побудувати нову фізичну науку. Відповідь була дана Н. Бором у 1913 р. розробкою моделі атома. Тоді принцип відповідності був названий «чарівною паличкою», «дороговказною зіркою» у пошуках теорії, що пояснює поведінку атомних систем. Загальне формулювання цього принципу з'явилося в роботах Бору 1918 р., а сам термін — лише в 1920 р. У основі принципу відповідності лежить положення про те, що квантові теорії, що висуваються, повинні у великих квантових числах давати результати, відповідні класичним уявленням.

Факультативні заняття з фізики

Факультативні курси з фізики набули поширення, починаючи з 1967 р., з метою задоволення потреб школярів, що проявляють підвищений інтерес до предмету, розвитку цього інтересу, професійної орієнтації та підготовки учнів на основі поглибленого вивчення фізики, її головних тех-

нічних застосувань (відповідно до принципу політехнізму). Була створена наступна система факультативів, узгоджених як з основним курсом фізики, так і між собою. Їх сукупність можна розділити на дві групи: 1) додаткові розділи і питання до курсу фізики (старші класи) і 2) спеціальні курси [1, с.179-184].

Фізика — складна для засвоєння галузь знань, але вона одна з небагатьох навчальних дисциплін, які формують наукове мислення.

На курс фізики як позакласної дисципліни покладаються дві основні функції:

- *світоглядна* — здобування знань, необхідних для розуміння єдиної картини світу;
- *професійна* — забезпечення системою знань, потрібних для вибору майбутньої діяльності.

Розмірковуючи про методику проведення факультативної дисципліни, насамперед шукають відповіді на чотири основні питання:

- що треба вивчати (зміст навчання);
- навіщо вивчається дана факультативна дисципліна (мета її вивчення);
- як треба навчати (методи, організаційні форми.);
- яка розвивальна і виховна роль даного факультативу.

Це коло проблем має на меті засвоєння навчального матеріалу є актуальним загальноосвітньої школи. Навчальні технології школи вирішують ще одне, принципово відмінне коло проблем. Виникає актуальна проблема трансформації, адаптації та асиміляції досягнень сучасної фізичної науки в навчальний факультативний курс.

Фізика впливає на розвиток суміжних наук і виробництва. Фізичні методи впливу (поля, ультразвук, елементарні частинки тощо) й аналізу (електронна мікроскопія, реєстрація біопотенціалів, використання радіоактивних ізотопів) нині широко використовуються в усіх галузях природничого циклу. Виникла низка комплексних наук: біофізика — наука, що вивчає дію фізичних факторів на живі організми. З неї виросла медична біофізика, кінцевою метою якої є створення фундаменту практичної медицини, встановлення надійного зв'язку медицини з точними науками. Завданнями медичної біофізики є, зокрема, вивчення біофізичних і фізико-хімічних основ патологічних процесів, біофізичних основ вражаючої й терапевтичної дії чинників і хімічних факторів навколишнього середови-

ща, створення і вдосконалення медичної діагностики, а також пошук лікарських препаратів. Кардинально змінилася медицина, діставши багатий набір фізичних приладів для дослідження й лікування людини тощо.

Так, розширення експериментальної основи навчання позитивно впливає на розвиток інтересу учнів до вивчення фізики. У цьому сенсі факультативи повинні носити природничо-дослідницький характер; на перший план у них висувається завдання вимірювання різних фізичних величин. Оскільки факультативні курси покликані встановити зв'язок між загальною фізичною освітою і майбутньою спеціальністю випускника школи, допомагати йому у виборі професії, на факультативних заняттях приділяють значну увагу питанням фізики, що мають прикладне значення.

Для організації факультативних занять виходять з їх добровільності, що накладає додаткові зобов'язання і на вчителя: він повинен забезпечити і підтримувати у школярів інтерес до фізики, розвивати їх самостійність. Група для факультативних занять створюється за наявності не менше 15 учнів (максимальне число учнів у групі визначається з урахуванням можливостей проведення фронтальних лабораторних робіт і практикумів у кабінеті фізики). Під час комплектуванні груп не дозволяється проводити яких-небудь відбіркових випробувань. У тих випадках, коли число охочих відвідувати факультатив перевищує кількість місць у групі, перевага віддається тим школярам, хто виявляє більшу цікавість до вивчення фізики.

Учні добровільно обирають для себе той або інший факультатив, але після цього вони зобов'язані відвідувати всі заняття, виконувати завдання, здавати заліки та ін. Оцінки знань на факультативних заняттях повинні фіксувати тільки успіхи учнів, а не невдачі. Духу добровільності накопичення знань більше відповідає оцінювання повідомлень, оригінальних розв'язків завдань і запропонованих конструкцій приладів, ніж усних відповідей за викликом учителя. Це підвищує бажання учнів вивчати факультативні курси, створює стимул якісно виконати завдання.

На факультативних заняттях використовують різні форми роботи з учнями: виклад і лекції вчителя, семінари з короткими повідомленнями учнів, обговорення окремих питань курсу в ході бесід, самостійна робота з навчальною, довідковою і науково-популярною літературою, підготовка рефератів, виконання лабораторних робіт і експериментів, нескладне конструювання, вирішення завдань; можна

практикувати вступні й узагальнюючі лекції вчителя, завершальні конференції після вивчення об'ємних розділів. У всіх випадках необхідно добиватися оптимального поєднання колективних, групових, індивідуальних форм занять з урахуванням особливостей кожного школяра.

Завдання для самостійної роботи (зокрема домашньої) важливо диференціювати за індивідуальними особливостями учнів. Вони можуть бути короткочасними і довготривалими. Короткочасні (тижневі) завдання виконуються до кожного наступного уроку і полягають, як правило, в повторенні розібраного навчального матеріалу, розв'язанні завдань, виконанні дослідів. Довготривалі (четвертні) завдання припускають підготовку рефератів, доповідей і повідомлень, вирішення тематичних систем завдань, виготовлення приладів, моделей, комп'ютерних презентацій.

Системи завдань повинні містити багато типів: обчислювальні, якісні, графічні, експериментальні різної складності.

Результати практичних робіт, прилади, реферати демонструються на підсумковій конференції. Факультативні заняття не замінюють позакласної кружкової роботи, а, навпаки, поєднуються з ними.

Про стандарт середньої фізичної освіти

Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти (далі — **Державний стандарт**) окреслює вимоги до освіченості учнів і випускників основної та старшої шкіл, гарантії держави у її досягненні.

Особливої уваги потребує практична і творча складова навчальної діяльності. У державних вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки учнів зростає роль уміння здобувати інформацію з різних джерел, засвоювати, поповнювати та оцінювати її, застосовувати способи пізнавальної і творчої діяльності [86].

Основною метою освітньої галузі «Природознавство» є розвиток учнів за допомогою засобів навчальних предметів, що складають природознавство як наукову галузь, формування наукового світогляду і критичного мислення учнів завдяки засвоєнню ними основних понять і законів природничих наук і методів наукового пізнання, вироблення умінь застосовувати набуті знання, приймати виважені рішення в природокористуванні. Відповідно до цієї мети в учнів формується система знань з основ природничих наук, необхідна для адекватного світосприймання та уявлення про сучасну природничо-наукову картину світу, школярі опановують науковий стиль мислення, усвідомлюють способи діяльності,

ціннісні орієнтації, які дають змогу зрозуміти наукові основи сучасного виробництва, техніки і технологій, безпечно жити у сучасному високотехнологічному суспільстві та цивілізовано взаємодіяти з природним середовищем.

Зміст фізичної компоненти створює передумови для забезпечення усвідомлення учнями наукових фактів, ознайомлення з історією розвитку фізичної науки, формування в учнів знання основних фізичних понять і законів, що дають змогу пояснити природні явища і процеси, розвиток експериментальних умінь і дослідницьких навичок, умінь застосовувати набуті знання для розв'язування фізичних задач і пояснення фізичних явищ і процесів, формування наукового світогляду і стилю мислення учнів, уявлення про фізичну картину світу, розкриття ролі знання з фізики в житті людини та суспільному розвитку.

У старшій школі зміст освітньої галузі «Природознавство» спрямований на системне вивчення основ природничих наук, розвиток здобутих знань відповідно до обраного ними рівня програми, поглиблення їхньої компетентності в окремих предметних галузях знань, які визначають їх подальший життєвий шлях (продовження навчання, вибір професії тощо).

Опанування змістом освітньої галузі здійснюється на засадах профільного навчання. Основними завданнями реалізації змісту освітньої галузі в старшій школі є: засвоєння учнями змісту навчального матеріалу на рівні теоретичних узагальнень (гіпотез, моделей, концепцій, законів, теорій тощо); оволодіння учнями науковим стилем мислення і методами пізнання природи, формування наукового світогляду, уявлень про сучасну природничо-наукову картину світу; формування екологічної культури учнів, уміння гармонійно взаємодіяти з природою і безпечно жити у високотехнологічному суспільстві, усвідомлення ціннісних орієнтацій щодо ролі, значення наукового знання в суспільному розвитку.

Запровадження державного стандарту освіти вимагає одночасно кардинального переходу від традиційного інформаційно-пояснювального підходу, орієнтованого на передачу готових знань, до діяльнісного підходу, спрямованого не лише на засвоєння знань, але й на зразки і способи цього засвоєння, на зразки і способи мислення і діяльності, на розвиток пізнавальних сил і творчого потенціалу дитини. В основі цього підходу лежить розуміння того, що саме діяльність є основним фактором розвитку, самовизначення особистості, про що свідчить ряд досліджень.

Кардинальний перехід від вузької, центрованої лише на науку, орієнтації змісту фізичної освіти до «школи самореалізації особистості» досягається за допомогою постановки в центр освітньої мети здібностей і інтересів школяра як основних рушійних сил його розвитку. «Загальноосвітня школа повинна забезпечити учнів певною системою знань, які потрібні для подальшої самоосвіти, сформувати уміння відбирати, сприймати, використовувати одержані знання, розвивати їх пізнавальні інтереси, виховувати творчу особистість, яка буде здатна самостійно мислити, оцінювати нові факти, явища, ідеї, з якими вона зустрінеться у суспільному житті і трудовій діяльності» [3, с.25].

Зазначимо, що «... за умови недостатньої диференціації та індивідуалізації навчання і відсутності підстав для об'єктивного контролю та ефективного управління навчально-пізнавальною діяльністю постійно існує загроза опуститися у навчанні нижче критичної межі ... фізичний стандарт не розв'язує проблему обов'язкового рівня освіченості. Проблема вирішується тільки через механізм управління на основі об'єктивного контролю, який можна забезпечити за допомогою інтегральних критеріїв предметно-змістовного, предметно-діяльнісного та предметно-особистісного характеру. Побудовані відповідно до окреслених критеріїв еталонні вимірники якості знань можна було б використати для означеної потреби (цілеспрямованого управління). Отже, вдало розроблений стандарт фізичної освіти — це передумова управління в навчанні. Сама ж стратегія та технологія управління фізичною освітою зароджується як автономний компонент освітньої моделі з опорою на наявний стандарт. Є всі підстави прогнозувати, що стандарт фізичної освіти стане дійовим засобом освіченості школяра з природознавчої галузі лише за умови, відповідності до змістового наповнення стандарту, основних характеристик інформаційно-технологічної та матеріальної частини освітнього середовища цього ж стандарту; за умови врахування особливостей поступового переходу від традиційної (предметно-орієнтованої) схеми до схеми проектно-пошукового (проектно-будівничого) навчання, а також, якщо одночасно з цим стандартом буде розроблено і впроваджено відповідний механізм управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів» [3, с.28-29].

Отже, стандарт середньої фізичної освіти є основою прогнозування результатів навчання.

Індивідуальні навчально-дослідницькі завдання студентів (ІНДЗ)

Метою ІНДЗ є самостійне вивчення частини програмного матеріалу, систематизація, поглиблення, узагальнення, закріплення та практичне застосування знань студента, майбутнього бакалавра з навчальної дисципліни «Методика навчання фізики» (основна школа), розвиток навичок самостійної роботи (таблиці 1.5, 1.6).

Таблиця 1.5

Види творчої науково-методичної діяльності

№ з/п	Тема	К-сть год.	Форма контролю
Методика викладання фізики на першому ступені			
1.	Коригування теми дослідження.	1 год.	Співбесіда, реферат
2.	Систематизація накопиченого матеріалу.	10 год.	Науково-методичні розробки
3.	Вироблення методики педагогічних спостережень, анкетувань, інтерв'ю та локального експерименту.	10 год.	Науково-методичні розробки
4.	Апробація результатів пошукової і дослідницької діяльності.	10 год.	Представлення результатів
5.	Обговорення і захист виконаних розробок.	10 год.	Співбесіда, доповідь

Таблиця 1.6

Типи творчої науково-методичної діяльності

№ з/п	Типи діяльності
1.	Місце та змістове наповнення фізичної складової в основній школі.
2.	Розвиток пізнавального інтересу учнів.
3.	Технології активного навчання учнів.
4.	Методика вивчення окремих тем і розділів курсу фізики.
5.	Методика розв'язування фізичних задач.
6.	Роль і місце фізичного експерименту в навчальному процесі.
7.	Система позакласної роботи з фізики.
8.	Особливості побудови і проведення різних типів уроків.
9.	Саморобні прилади в навчанні фізики.
10.	Дослідницька робота у вивченні фізики в домашньому експерименті.
11.	Елементи ігрового моделювання в шкільному курсі фізики.
12.	Комп'ютерна підтримка вивчення вибраних тем шкільного курсу фізики.
13.	Впровадження еталонних вимірників якості знань учнів з фізики.
14.	Головні тенденції у навчанні фізики.
15.	Напрями розвитку експериментальних і творчих здібностей школярів у навчанні фізики.
16.	Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів з фізики.

Для прикладу, приводимо фрагмент індивідуальної роботи студента Вибодовського В. В. над запропонованою тематикою «Методика вивчення окремих тем і розділів курсу фізики».

Методичні аспекти вивчення законів збереження механічних процесів за умов переходу на стандартизовані схеми навчання фізики

Із переходом української фізичної освіти на нові стандартизовані зразки навчання виникає багато суперечностей, неузгоджень у рамках теорії та методики навчання фізики. Саме тому ми проаналізували велику кількість науково-методичних джерел із питань цієї галузі науки та дійшли до постановки методичної проблеми: вивчення законів збереження механічних процесів за умов впровадження стандартизованих схем навчання фізики та здійснення особистісно орієнтованого підходу.

Ми базувались на теорії управління навчанням фізики та дидактичній підтримці у вигляді фізичних завдань еталонного змісту з даної теми.

Джерельну базу теми складали праці провідних методистів з питань теорії та методики навчання фізики: С. У. Гончаренко, А. І. Резніков, Е. Є. Евенчик, В. П. Орехов, А. В. Усова, О. І. Бугайов та інші.

У вивченні законів збереження в механіці С. У. Гончаренко показує важливість вивчення цієї теми. Зазначає, що закони збереження завжди виконуються абсолютно точно і тому є пробним каменем будь-якої загальної фізичної теорії. Несуперечливість теорії цим законам є переконливим аргументом на її користь і важливим критерієм її істинності. Тому в сучасних фізичних теоріях далеко не останню роль відіграє ідея збереження специфічних для цієї теорії величин, причому часто пошуки таких величин є найважливішим завданням теорії.

Закон збереження енергії дає змогу встановити кількісний зв'язок між різними формами руху матерії. У цьому полягає особливе значення закону збереження енергії, про яке відомий німецький фізик М. Планк писав: «Будь-який процес, що відбувається у природі, можна розглядати як перетворення окремих видів енергії один в одного» [44]. Закон збереження енергії свідчить про те, що рух знищити неможливо, так само як не можна створити з нічого рух. У природі можливі лише переходи руху з однієї форми в іншу. Звертають увагу учнів на те, що надалі вони роз-

глядатимуть електромагнітну, хімічну, променисту, ядерну та інші види енергії. Кожний вид енергії характеризує якісь особливі фізичні, біологічні, хімічні явища (різні форми руху матерії), які взаємозв'язані законом збереження енергії.

Перетворення різних форм руху в кількісних відношеннях строго підлягає закону збереження енергії. У кожному явищі витрата енергії точно відповідає її надходженню.

Закон збереження енергії є виключно дослідним законом. Тільки досліди переконують, що зменшення (збільшення) одного виду енергії точно дорівнює збільшенню (зменшенню) енергії іншого виду.

У механіці закон збереження енергії часто дає змогу відшукати нові, простіші способи розв'язування механічних задач. Застосовуючи цей закон, треба пам'ятати, що він не дає змоги визначити напрям руху окремих тіл. Він може дати відомості лише про числові значення швидкостей рухів, які виникають. Для визначення напрямів протікання процесів закон збереження енергії має доповнюватися іншими законами, яким підлягають напрями розвитку цих конкретних процесів, зокрема, законом збереження імпульсу.

Імпульс замкнутої системи залишається сталим не тільки у механічних взаємодіях, а й у будь-яких процесах, які можуть відбуватися в цій системі. Що б не трапалося в такій системі — зіткнення тіл, вибух, хімічна реакція, ядерне перетворення чи щось інше, — імпульс системи залишатиметься незмінним. Ця властивість збереження імпульсу за будь-яких внутрішніх процесах у системі дає змогу проаналізувати рух тіл системи навіть у тих випадках, коли сили взаємодії між тілами невідомі. Тому закон збереження імпульсу належить до найбільш фундаментальних законів, які лежать у основі не лише механіки, а й усієї сучасної фізики.

Нагадують, що механічний рух має дві міри: скалярну — механічну енергію і векторну — імпульс. Тому, якщо змінився напрям швидкості тіла, а модуль вектора швидкості не змінився, то імпульс тіла змінюється, а механічна (кінетична) енергія залишається незмінною. Наприклад, під час руху штучного супутника Землі по коловій орбіті його імпульс весь час змінюється, оскільки змінюється напрям вектора швидкості ($\vec{p} \neq const$). Механічна енергія супутника залежить від модуля швидкості й висоти польоту і залишається сталою ($E = const$). У цьому розумінні під час руху одного тіла імпульс несе більше інформації, оскільки враховує напрям руху. Проте, якщо система складається з

багатьох тіл, які рухаються в різних напрямках, механічна енергія тіл показує стан цієї системи незалежно від напрямку руху тіл.

З другого закону Ньютона $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$ випливає, що зміна імпульсу залежить від того, скільки часу діє сила. Зміна ж кінетичної енергії $\Delta E_k = FS = A$ залежить від того, на якій відстані діє сила.

Закон збереження імпульсу та закон збереження енергії взаємно доповнюють один одного, дають можливість повніше й всебічніше проаналізувати процес, який вивчається. У цих законах віддзеркалено важливий діалектико-матеріалістичний принцип незнищуваності матерії й руху, взаємозв'язок між різними формами рухомої матерії й специфіка перетворення однієї форми руху в іншу.

Закони збереження енергії й імпульсу виводилися із законів Ньютона і це може привести до створення уявлення, ніби ці закони є висновками законів динаміки, а не самостійними законами природи. До того ж у деяких посібниках (наприклад, у посібнику В. Г. Зубова) виводиться, що закони збереження енергії й імпульсу є іншою формою запису законів Ньютона. Часто можна зустріти також твердження, що закон збереження енергії є висновком про однорідність часу, а закон збереження імпульсу — наслідком однорідності простору. Таке твердження без додаткових пояснень теж може привести до помилкового уявлення, що згаданих властивостей простору й часу досить, щоб вивести ці закони збереження. Закони збереження енергії й імпульсу можна розглядати як висновки другого закону Ньютона лише тоді, коли доповнити цей закон певними твердженнями відносно діючих сил. Так, під час виведення закону збереження імпульсу досить припустити, що сили підлягають закону рівності дії и протидії.

Твердження, що закони збереження енергії й імпульсу є висновками про однорідність часу й простору, треба розуміти так, що ці закони можна вивести з другого закону Ньютона, якщо до нього додати властивості симетрії простору й часу, а саме: однорідність простору й часу. Під час виведення закону збереження енергії вводять припущення про характер діючих сил. Для механічних систем, у яких діють лише відомі сили тяжіння й пружності, закон збереження механічної енергії справді можна розглядати як висновок із законів Ньютона. Проте в загальному випадку закон збереження енергії є самостійним законом і вивести його із законів Ньютона не можна.

Л. І. Резніков розглядає проблему методики вивчення законів збереження в механіці за іншим ракурсом. Він вважає, що вивчення в старшій школі законів збереження має величезне пізнавальне і світоглядне значення. У законах збереження відображаються принципи нестворюваності, незнищення матерії і руху, взаємозв'язок і взаємні перетворення різних форм руху матерії.

Закон збереження і перетворення енергії є одним з основних у природознавстві, а значить, і у викладанні фізики. Вивчення конкретного змісту цього закону стосовно різних фізичних явищ і розкриття методологічних висновків, які витікають з нього, — одне з основних завдань викладання.

Під час вивчення закону збереження імпульсу вводиться ряд фізичних понять, щодо яких нижче даються деякі пояснення і методичні рекомендації.

Імпульс тіла і імпульс сили

Імпульсом тіла називають величину, яка характеризує швидкість тіла, вимірюється відношенням маси тіла на його швидкість ($m\vec{v}$); імпульс може передаватися від одного тіла до іншого. Швидкість — векторна величина, маса — скалярна, імпульс тіла — вектор. Імпульсом постійної сили, або просто імпульсом сили, називають величину, вимірювану відношенням сили на час її дії ($\vec{F}t$) імпульс сили характеризує передачу механічного руху до даного тіла з боку іншого тіла. Сила — векторна величина, час — скаляр, імпульс сили — вектор. Імпульси тіл, як і імпульси сил, будучи векторними величинами, складаються геометрично.

Замкнута система

Фізична система вважається замкнутою, якщо зовнішні сили не діють на цю систему. Проте оскільки дія, наприклад, гравітаційних сил тягнеться до безкінечності, то, очевидно, поняття замкнутої системи є абстракцією. Це можна пояснити наступними прикладами.

Штучний супутник Землі і сама Земля складають замкнуту систему, якщо не враховувати сил, що діють на супутник з боку Місяця, планет і Сонця. Таке допущення правомірне. У цьому можна переконаватися, якщо підрахувати за законом Всесвітнього тяжіння, в скільки разів вони слабше притягають супутник, чим Земля.

Два електрони, що пролітають на невеликій відстані один від одного, взаємодіють електричними силами, які перевершують сили, що діють з боку інших тіл на ці електро-

ни. Систему, що складається з цих двох електронів, можна вважати замкнутою. Тіла усередині замкнутої системи взаємодіють між собою. Сили, з якими вони діють один на одного, називаються внутрішніми силами [22].

Тому під час розв'язання кожної конкретної фізичної задачі необхідно чітко з'ясувати, як рухаються тіла фізичної системи і чи діють на них зовнішні сили. Якщо ці сили відсутні, можна застосувати закон збереження імпульсу; якщо ж зовнішні сили діють, сумарний імпульс сили, що діє на систему, рівний сумарній зміні лінійного імпульсу системи.

Консервативні сили

Під час вивчення закону збереження енергії застосовується поняття консервативних сил. Консервативними називаються такі сили, робота яких не залежить від траєкторії тіл, а залежить тільки від положення початкової і кінцевої точок руху. До консервативних сил відносяться сила тяжіння, сила пружності, електричні (кулонівські) сили.

Система тіл, у якій діють консервативні сили, називається консервативною.

Розглядаючи проблематику викладання в школі законів збереження механічних процесів В. П. Орехова підійшла до цієї проблеми опираючись на різні приклади [22].

Завдання полягає в тому, щоб дати учням поняття про взаємоперетворення енергії, роз'яснити, що енергія не створюється знову і незнищується, а тільки перетворюється з одного виду в інший, при цьому певній кількості енергії одного вигляду відповідає така ж кількість енергії іншого вигляду. Під час пояснення цього закону опираються на наступні досліди.

1. *Коливання кульки, підвішеної на нитці.* Кульку відводять у крайнє положення і обчислюють досконалу механічну роботу, а значить, і рівну їй потенціальну енергію. Далі кульку відпускають, вона починає здійснювати коливання. Учні спостерігають, як кулька, пройшовши положення рівноваги, піднімається знов на ту ж висоту, на яку була піднята на початку досліду. (Щоб зменшити згасання коливач, слід узяти важку кульку невеликого об'єму з добре обробленою поверхнею.)

Під час аналізу спостережень звертають увагу учнів на перетворення потенційної енергії у кінетичну, а також на те, що в будь-якій точці між крайнім, нижнім і верхнім положеннями тіло володіє кінетичною енергією (тіло рухається) і потенціальною енергією (тіло ще підняте над нижнім рівнем).

2. Демонструють рух візка під дією вантажу, що опускається. Учні наочно переконаються в тому, що потенціальна енергія піднятого вантажу перетворюється на кінетичну енергію рухомого візка. Якщо візок штовхнути, то вантаж почне підніматися, потенціальна енергія його збільшується, а візок уповільнює свій рух (зменшується кінетична енергія) і, нарешті, зупиняється.

3. Коливання вантажу, підвішеного на пружині. Відтягнувши вантаж до низу й потім відпустивши, отримаємо коливальний рух його у вертикальній площині.

На цих дослідах добре ілюструється перетворення потенційальної енергії на кінетичну і навпаки. Проте тут спостерігається і поступове зменшення потенційальної і кінетичної енергії тіл. Причини цього стисло пояснюють учням, звернувши їх увагу на тертя, опір повітря.

4. Дослід з маятником Максвелла. Узагальнюючи результати дослідів і спостережень підводять учнів до висновку: енергія не зникає і не виникає знов, вона лише переходить з одного виду в інший у рівновеликих кількостях.

Цей закон є одним з основних законів природи і справедливий для всіх видів енергії. Тут же він розглядається тільки для механічної енергії. На підставі вивченого закону збереження енергії далі повніше розкривають поняття про роботу. Робота здійснюється в тих випадках, коли відбувається перетворення одного виду енергії в інший. Закон збереження і перетворення енергії доводить неможливість побудови вічного двигуна, оскільки всякий двигун здатний здійснювати роботу тільки за рахунок якоїсь енергії.

Отже, навчальна мета теми «Закони збереження в механічних процесах»: вироблення самостійного мислення, власного стилю пізнавальної діяльності як освітню мету; щодо виховної мети теми — визначимо виховання раціонального стилю мислення та бережливого ставлення до навколишнього середовища; розвивальна мета теми — сформувати пізнавальний інтерес до дослідження енергозберігаючих систем у сучасному просторі; дидактична мета — показати взаємопов'язаність та відмінність фізичного змісту законів збереження імпульсу та енергії у механічних процесах та їх застосувань.

Вивчення законів збереження механічних процесів у класах природничого напрямку

Вивчення в загальноосвітній школі найбільш загальних законів природи — законів збереження імпульсу (лінійного) та енергії — має велике пізнавальне, загальноосвітнє значення, сприяє формуванню в школярів діалектико-матеріалістичного світогляду. Суть цих законів полягає в в найрізноманітніших змінах, які відбуваються в будь-якій замкнутій фізичній системі, сумарне значення деяких параметрів залишається незмінним. Закони збереження характеризують найбільш загальні властивості матерії та руху.

Спільність законів збереження та широке їх застосування в різноманітних технічних розрахунках дає змогу вивчати ці закони в тісному взаємозв'язку.

С. У. Гончаренко зазначає, що всі фізичні закони перебувають у повній відповідності із законами збереження.

Вивчення законів збереження починають з пояснення необхідності введення нових величин для розв'язування задач механіки. Учні вже знають, що закони динаміки дають змогу розв'язати до кінця пряму й обернену основну задачу механіки, обчислити будь-який рух тіла. Здавалося б, немає потреби у введенні ще якихось величин і встановленні ще якихось законів. Тим часом у багатьох випадках взаємодії тіл координати й швидкості тіл безперервно змінюються з часом і буває дуже важко знайти значення сил, які діють на тіла. Проте виявляється, що для розв'язування багатьох практично важливих задач треба вміти визначати тільки кінцевий стан руху за заданим початковим, тобто кінцевий результат дії сили.

Так, наприклад, розглядають задачу на визначення зміни форми деталі після удару по ній ковальським молотом за заданою висотою падіння бойка й відомими масами молота й деталі.

Щоб розв'язати цю задачу за допомогою законів динаміки, потрібно знати, як сили пружності, що розвиваються під час удару, змінюються з часом. Такі відомості можна дістати за допомогою сучасних п'езокварцевих динамографів. Проте цей спосіб розв'язування задачі занадто складний, тоді як використання законів збереження дає змогу дуже просто визначити зміну форми деталі після удару молота.

Для обчислення траєкторії космічного корабля немає потреби знати, як змінюється його швидкість у момент відокремлення ступенів ракети-носія, але слід обчислити кінцеву швидкість.

Досліджуючи взаємодії елементарних частинок за заданими початковими швидкостями частинок, визначають лише ті швидкості, яких набувають частинки після зіткнень.

Очевидно, що в усіх цих і подібних випадках немає потреби враховувати всі особливості руху тіл під час взаємодії, тим більше, що це виявляється занадто складною, а іноді й неможливою справою. У таких випадках для розв'язування задач механіки застосовують висновки із законів Ньютона, які являють собою певну видозміну другого закону Ньютона. Але для цього замість сил і прискорень вводять нові фізичні величини — імпульс (кількість руху) і енергію.

Вивчення закону збереження імпульсу тіла починають з постановки перед учнями **пізнавального завдання**: знайти таку форму запису третього закону Ньютона, щоб він виражався через поняття імпульсу сили й імпульсу (кількості руху) тіла.

Найпростіше це зробити на прикладі взаємодії двох тіл. Нехай перше тіло діє на друге із силою \vec{F} , тоді друге тіло за третім законом Ньютона діє на перше із силою — \vec{F} . Якщо позначити маси тіл через m_1 і m_2 , швидкості їх до взаємодії відносно певної інерціальної системи відліку через \vec{v}_1 і \vec{v}_2 , а після взаємодії через \vec{U}_1 і \vec{U}_2 , то можна записати: $\vec{F}t = m_1\vec{u}_1 - m_1\vec{v}_1$ і $-\vec{F}t = m_2\vec{u}_2 - m_2\vec{v}_2$. Отже, $m_1\vec{u}_1 - m_1\vec{v}_1 = -(m_2\vec{u}_2 - m_2\vec{v}_2)$ або $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$.

Робимо висновок, що хоч імпульс кожного з тіл під час взаємодії змінюється (змінюються сили взаємодії), сумарний імпульс (кількість руху) обох взаємодіючих тіл залишається незмінним, у чому й полягає закон збереження імпульсу.

Проілюструвати закон збереження імпульсу в профільних класах з поглибленим вивченням фізики можна на дослідах за допомогою приладу конструкції Румянцева [22], змінюючи маси візків. Демонструють досвід із взаємодії візків у рухомій системі відліку. Для цього зв'язані стиснутою пружиною однакової маси візки ставлять на горизонтальну платформу, яка рухається рівномірно й прямолінійно. Після перепалювання нитки візки рухаються у протилежні боки і відкочуються на однакові відстані. Виконавши прості обчислення, можна показати, що імпульси візків відносно платформи і відносно стола є різними, але в обох системах сумарний імпульс залишається сталим. Це переконує учнів у відносному характері імпульсу тіла.

На дослідах ілюструють закон збереження імпульсу для випадку взаємодії більше двох тіл. Для цього кілька однакових сталевих або пластмасових кульок підвішують на нитках однакової довжини так, щоб у положенні рівноваги кульки дотикалися одна до одної. Якщо відхилити одну крайню кульку на певний кут, а потім відпустити її, то після взаємодії з протилежного боку ланцюжка кульок відхилиться також одна кулька на такий самий кут (рис. 1.2, а). Якщо відхилити дві кульки, а потім відпустити їх, то з протилежного боку ланцюжка відхиляться також дві кульки (рис. 1.2, б).

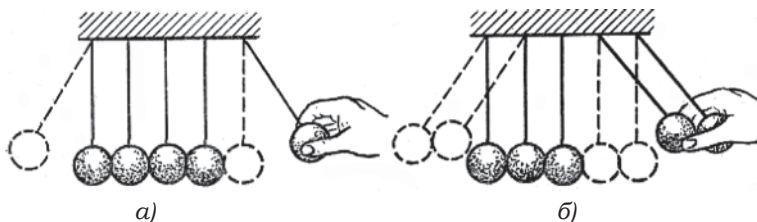


Рис. 1.2

Закон збереження імпульсу можна розглядати як нове вираження третього закону Ньютона, але тепер він пов'язує не самі сили, а встановлює зв'язок між кінцевими результатами дії цих сил. Звертають увагу учнів на те, що закон збереження імпульсу справедливий не тільки для системи двох тіл, а й для систем довільної кількості тіл. Усі ці тіла попарно взаємодіють між собою, сили цих взаємодій за третім законом Ньютона чисельно дорівнюють одна одній і протилежні за напрямом. Повторивши ті самі міркування, які були проведені для двох тіл, підводимо учнів до висновку, що у випадку взаємодії багатьох тіл геометрична сума імпульсів (кількостей руху) тіл залишається сталою. Причому, це буде лише тоді, коли тіла системи взаємодіють тільки між собою і на них не діють сили з боку тіл, які не входять до цієї системи (або щоб ці зовнішні сили зрівноважувалися).

Після цього вводимо поняття замкнутої (або ізольованої) системи тіл, тобто системи взаємодіючих тіл, на які не діють ніякі зовнішні сили. Всі реальні системи не є замкнутими, проте в багатьох випадках закон збереження імпульсу можна застосовувати. З достатнім для практики ступенем точності замкнутою можна вважати систему, для якої сума зовнішніх сил (з боку тіл чи об'єктів, що не входять до системи), що діють на кожне з тіл цієї системи, дорівнює нулю або мізерно мала порівняно із силами взаємодії між тілами системи.

Якщо ж сума зовнішніх сил (або сума імпульсів цих сил) не дорівнює нулю, то імпульс системи повинен змінюватися. Ця зміна дорівнюватиме сумі імпульсів зовнішніх сил. Цей висновок часто використовується під час розв'язування практичних задач.

Прикладом замкнутої системи можуть бути вагони. На кожний вагон діє сила тяжіння (результат взаємодії із Землею), але вона зрівноважується силою реакції рейок (результат взаємодії із ще одним зовнішнім тілом), якщо рейки горизонтальні. Зрозуміло, що замкнутість системи вагонів буде порушена, коли їх рух відбуватиметься з тертям і силою тертя, яка діє на кожний вагон, ніщо не зрівноважуватиме.

Система може складатися з кількох взаємодіючих тіл або частин, кількість яких у результаті взаємодій може змінюватися (наприклад, деякі тіла системи зливаються, об'єднуються, а інші розпадаються на частини). Тіла системи можуть здійснювати рухи в найрізноманітніших напрямках, але якщо все це не порушує замкнутості системи, то до неї можна застосувати закон збереження імпульсу. Систему вважають замкнутою і в тому випадку, коли початковий і кінцевий стани системи відокремлені настільки малим проміжком часу (вибух снаряда, постріл з рушниці чи гармати, відокремлення ступенів ракети, зіткнення тіл), що за цей час такі зовнішні сили, як тяжіння й тертя, не можуть помітно змінити імпульс системи.

Під час розв'язування задач ми вимагали від учнів запису закону збереження імпульсу спочатку у векторній формі, а потім, після вибору системи координат, у проєкціях на координатні осі.

Якщо в напрямі якоїсь осі координат, наприклад OY , сума проєкцій усіх зовнішніх сил дорівнює нулю, то імпульс системи в напрямі цієї осі не змінюється, тобто система, будучи взагалі незамкнутою, в напрямі осі OY може вважатися замкнутою. Цим висновком векторного характеру закону збереження імпульсу доводиться досить часто користуватися під час розв'язування задач.

Розв'язуванню задач на закон збереження імпульсу приділяють окремі уроки, почавши з простих задач на розуміння головного, коли два тіла до і після взаємодії рухаються однією прямою.

При цьому вимагають від учнів запису рівняння, яке б відповідало формулюванню закону. Так, розв'язуючи задачі виду «визначити швидкість віддачі (відкочування) гармати, яка стоїть на горизонтальній поверхні, відразу ж піс-

ля пострілу в горизонтальному напрямі за відомою швидкістю вильоту снаряда» учні записують рівняння у вигляді $M\vec{v}_G = m\vec{v}_c = 0$ і в скалярній формі $Mv_G - mv_c = 0$, а не у вигляді $Mv_G = mv_c$, як це вони часто роблять.

Останнє рівняння не є вираженням закону збереження імпульсу, а лише частковим твердженням, що зміна імпульсу одного із взаємодіючих, тіл дорівнює зміні імпульсу другого тіла. Якщо на це не звертати уваги, то в процесі розв'язування складніших задач на уміння застосовувати знання, навичку, переконання, особливо тих, де розглядається взаємодія більше ніж двох тіл, а також у випадках, коли швидкості взаємодіючих тіл спрямовані під кутом одна до одної, учні часто допускать помилки.

Треба добиватися, щоб учні зрозуміли, що під час записування рівняння закону збереження імпульсу знак рівності ставлять в тому місці, яке відповідає закінченню опису одного стану системи і початку опису другого її стану, і що цю вимогу треба виконувати не лише тому, що так зручніше розв'язувати задачі, а й тому, що такий підхід до складання рівняння найточніше відповідає суті закону збереження імпульсу.

Під час складання рівнянь на основі закону збереження імпульсу звертаємо увагу учнів на те, що швидкості всіх взаємодіючих тіл обчислюють відносно тієї самої системи відліку (координат). Так, під час розв'язування задач на визначення рівня перекопань: людина масою m йде по плоту масою M із швидкістю v відносно плоту, який при цьому починає рухатися зі швидкістю u відносно берега; учні часто записують закон збереження імпульсу так: $m\vec{v} = M\vec{u}$. Допущена при цьому помилка полягає в тому, що ліва частина рівності mv записана в системі відліку, пов'язаній з плотом, а права Mu — в системі, пов'язаній з берегом річки. Правильним буде запис $m(\vec{v} - \vec{u}) = M\vec{u}$.

Для закріплення знань учнів і з метою підготовки їх до вивчення реактивного руху доцільно розглянути рух людей і тварин, колісних машин, човнів і суден, гвинтових літаків. Слід показати, що у всіх цих випадках має місце збереження імпульсу в системі тіло — Земля. Людина, автомобіль чи тепловоз надають Землі такого імпульсу в одному напрямі, якого вони самі дістають у протилежному напрямі від Землі. В результаті тіло й Земля набувають прискорень, але оскільки маса тіла мізерно мала порівняно з масою Землі, то Земля набуває малого прискорення. Весла або гребний гвинт теплохода, пропелер літака або вертольота відкида-

ють певну масу води чи повітря в одному напрямі, надаючи їй певного імпульсу, і, в свою чергу, дістають такого самого імпульсу, спрямованого в протилежному напрямі.

Тепер варто поговорити з учнями про інший закон, «Закон збереження енергії в механічних процесах».

Перед вивченням закону збереження повної механічної енергії доцільно систематизувати вивчений матеріал про кінетичну й потенціальну енергії, їх зв'язок з роботою і дати загальне означення енергії. Потенціальна енергія тіла залежить від його координат, а кінетична — від швидкості. Координати й швидкість однозначно визначають механічний стан системи. Тому говорять, що повна механічна енергія (сума потенціальної й кінетичної енергій) системи є однозначною функцією її стану.

Зміна енергії під час переходу системи з одного стану в інший визначається виконаною роботою. Так, енергія піднятого вантажу залежить від його координат, тобто від того, на якій висоті він перебуває відносно якогось іншого тіла, нижче від якого він не може опуститися. Енергія пружини залежить від того, наскільки вона деформована, енергія рухомого тіла від його швидкості відносно якихось нерухомих тіл.

Виконуючи механічну роботу, система тіл переходить з одного стану в інший, в якому її енергія мінімальна: вантаж опускається, швидкість рухомого тіла зменшується, деформація пружини зникає. Під час виконання роботи енергія поступово зменшується. Якщо система перейде у такий стан, який уже більше за цих умов не може змінитися (вантаж опуститься на найнижчий можливий рівень, швидкість зменшиться до нуля, пружина повністю відновить свою форму, то система не зможе більше виконувати роботу. Щоб система тіл (чи тіло) знову набула здатності виконувати роботу, треба змінити її стан — надати швидкості тілам, підняти їх угору або деформувати. Для цього зовнішні сили повинні виконати над системою додатну роботу). Так учнів підводять до усвідомлення енергії як величини, яка характеризує стан тіла чи системи тіл, а зміна енергії під час переходу системи з одного стану в інший дорівнює роботі зовнішніх сил.

У результаті узагальнення й систематизації знань робляться такі висновки:

Якщо тіло рухається, то його стан характеризується кінетичною енергією E_k ; якщо ж це тіло взаємодіє ще й з іншими тілами, то його стан характеризується потенціаль-

ною і кінетичною енергією. Кінетична енергія є величиною відносною, вона різна в різних системах відліку; потенціальна енергія — величина інваріантна. Це пояснюється тим, що енергія системи тіл залежить від розміщення тіл одне відносно одного, а не від розміщення тіл відносно системи відліку.

Завжди, коли виконується робота, змінюється кінетична або потенціальна енергія системи. Отже, робота характеризує процес передавання енергії від однієї системи до іншої, є мірою зміни енергії під час переходу системи з одного стану в інший.

Механічна енергія характеризує механічний стан системи, тому вона визначається тими величинами, від яких залежить стан тіла у цей момент часу, тобто розміщенням і швидкістю.

Зазначають, що енергія є мірою всіх, а не лише механічної форми руху матерії, які вивчаються у фізиці, що й надалі учні будуть ознайомляться з іншими видами енергії й переконуватимуться в тому, що енергія є універсальною мірою кількості будь-яких видів руху матерії.

У курсі фізики 7-8 класів вивчалися перетворення одного виду енергії в інший і було сформульовано закон збереження й перетворення енергії. Слід відновити в пам'яті учнів цей матеріал і повідомити, що в механіці розглядаються лише механічні процеси, тобто такі, під час яких змінюються швидкості тіл і їхнє розміщення (координати) відносно інших тіл, але не змінюються температура, об'єм, агрегатний стан та інші внутрішні властивості тіл, або ж ці зміни незначні і їх можна не враховувати. Доцільно розглянути виявлення закону збереження й перетворення енергії під час дії сил тяжіння й пружності. Для цього за допомогою простих обчислень, виконаних спільно з учнями у загальному вигляді, з'ясовують таке [22].

Нехай піднятий над Землею камінь падає вниз під дією сили тяжіння. Якщо опором повітря знехтувати, то робота, виконана силою тяжіння під час переміщення каменя з однієї точки до іншої, дорівнює зміні (збільшенню) кінетичної енергії каменя: $A = \Delta E_k$. Одночасно ця робота дорівнює зменшенню потенціальної енергії системи камінь — Земля: $A = -\Delta E_n$.

Оскільки робота виконується однаково, то $\Delta E_k = -\Delta E_n$, тобто збільшення кінетичної енергії системи дорівнює зменшенню її потенціальної енергії (або навпаки).

Останню рівність можна записати так: $\Delta E_k + \Delta E_n = 0$, тобто зміна суми кінетичної енергії й потенціальної дорів-

ное нулю. Величину E , яка дорівнює сумі кінетичної й потенціальної енергії системи, називають *механічною (або повною механічною) енергією системи*: $E = E_k + E_n = \text{const}$.

Зміна повної енергії каменя під час падіння дорівнює нулю, це означає, що енергія залишається незмінною: $E = E_k + E_n = \text{const}$.

Отже, сума кінетичної та потенціальної енергії тіл, які утворюють замкнуту систему і взаємодіють між собою силами всесвітнього тяжіння, залишається сталою. У цьому й полягає закон збереження енергії. Енергія не створюється і не знищується, а лише перетворюється з одного виду в інший: з кінетичної в потенціальну або навпаки.

З'ясувавши з учнями, що в даному конкретному випадку $E_n = mgh$ і $E_k = \frac{mv^2}{2}$, записують закон збереження енергії так:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = \text{const}, \text{ або } \frac{mv_1^2}{2} + mgh_1 = \frac{mv_2^2}{2} + mgh_2.$$

Це рівняння дає змогу розв'язувати механічні задачі, зокрема, на визначення швидкості тіла v_2 на будь-якій висоті h_2 над Землею за відомою початковою швидкістю v_1 тіла на початковій висоті h_1 . Закон збереження й перетворення енергії дає змогу краще зрозуміти фізичний зміст роботи. З того факту, що одна й та сама робота спричинює збільшення кінетичної енергії і таке саме зменшення потенціальної енергії системи, впливає, що робота дорівнює енергії, яка перетворилася з одного виду в інший.

У процесі узагальнення знань учнів про закони збереження енергії й імпульсу важливо наголосити на їх винятковій загальності та універсальності; вони застосовні до всіх явищ природи, діють і в мікросвіті, і в макросвіті. Ці закони є основою найважливіших обчислень у фізиці та в її технічних застосуваннях, дають змогу в ряді випадків передбачати різні явища в дослідженні різноманітних фізико-хімічних систем і процесів.

Методичні особливості розв'язування фізичних задач компетентісно-світоглядного змісту з теми «Закони збереження в механіці»

Загальні методичні особливості щодо використання розв'язування задач на закони збереження у механіці пропонуємо у такій викладці.

Під час розв'язування ряду задач динаміки, коли умоваю не вимагається визначення прискорень і координат

тіл, що взаємодіють, доцільно застосовувати закон збереження імпульсу (кількості руху) системи тіл. Цей закон є наслідком з другого й третього законів Ньютона, але на відміну від останніх він є справедливим лише для замкнутих (ізолюваних) систем. Закон збереження імпульсу формулюємо так: внутрішні сили замкнутої механічної системи не можуть змінити її імпульсу або, імпульс замкнутої механічної системи є величина стала.

Поняття замкнутої механічної системи є деякою абстракцією, оскільки, строго міркуючи, у природі не існує ізолюваних систем і ту чи іншу незамкнуту механічну систему ми вважаємо з більшою чи меншою точністю замкнутою. Так, ми застосовуємо, наприклад, закон збереження імпульсу для розрахунку переміщення човна по воді, коли по ньому пройде людина від одного кінця до другого. Систему «людина — човен» вважаємо замкнутою, нехтуючи тертям човна об воду, хоча повинні були б у систему включати воду і враховувати імпульс, який передається воді. Але цей імпульс невеликий і ми ним нехтуємо. Крім того, ми враховуємо, що сила тяжіння, яка діє на човен і людину (і яка є зовнішньою відносно даної системи), врівноважується силою Архімеда [29].

У застосуванні закону збереження імпульсу до тіл, які взаємодіють між собою на Землі, маємо на увазі, що на всі тіла діє сила тяжіння Землі, яка по відношенню до системи взаємодіючих сил є зовнішньою, тобто дану систему взаємодіючих тіл не можна вважати замкнутою системою. Щоб можна було користуватися законом збереження імпульсу до розв'язування таких задач, необхідно було б до системи взаємодіючих тіл включати і Землю і враховувати зміну імпульсу Землі. Проте в ряді випадків цього можна не робити і користуватися законом збереження імпульсу, не враховуючи взаємодії тіл з Землею, оскільки рівняння закону збереження імпульсу є векторним.

Так, коли взаємодія тіл відбувається в горизонтальному відносно поверхні Землі напрямі, то сила тяжіння Землі буде перпендикулярна до напрямку руху. Її проекція на горизонтальний напрям дорівнюватиме нулю, тобто зовнішні сили в горизонтальному напрямі не діють і не впливають на імпульс системи. У цьому разі говорять, що механічна система є замкнутою в горизонтальному напрямі. Якщо взаємодіючі тіла системи рухаються відносно поверхні Землі під кутом до горизонтального напрямку, то вектори імпульсу всіх взаємодіючих тіл необхідно розкласти на складові горизонталь-

ної і вертикальної осей координат і потім записати закон збереження імпульсу тільки для руху тіл у горизонтальному напрямі, оскільки в цьому напрямі на систему не діє сила тяжіння Землі і система є замкнутою в цьому напрямі. У вертикальному ж напрямі на систему діє сила тяжіння Землі і в цьому напрямі система є незамкнутою, тобто проекції імпульсу на цей напрям не залишаються постійними.

Таким чином, закон збереження імпульсу можна застосовувати до незамкнених систем, якщо проекція зовнішніх сил на якийсь напрям дорівнює нулю. У такому разі систему вважають замкнутою лише в цьому напрямі.

Закон збереження імпульсу можна з достатньою точністю застосовувати до незамкнутої системи також і тоді, коли імпульсом зовнішніх сил $F\Delta t$ можна знехтувати порівняно з імпульсами внутрішніх сил системи. Так, коли кінцевий стан системи відокремлений від початкового дуже малим відрізком часу Δt (наприклад, час пострілу, вибуху, удару тощо), то імпульсом $F\Delta t$ зовнішніх сил, таких як сила тяжіння і в'язке тертя, можна знехтувати і розглядати систему як замкнуту. Так само можна робити і в тому разі, коли зовнішні сили нехтовно малі порівняно з внутрішніми (наприклад, сили тертя при русі по льоду, воді, при коченні візка по гладеньких рейках, сили тяжіння і опору при вибухах снарядів, при зіткненні снарядів з великими тілами, при запуску ракет тощо).

Пристаючи до розв'язування задачі компетентісно-світоглядного змісту з даної теми, треба, по-перше, уважно проаналізувати умову і встановити: якого рівня складності задача, чи можна її розбити на частини менш складних елементів; потім з'ясувати чи є система замкнутою або чи можна систему вважати такою в якомусь напрямі.

Імпульс тіла — величина відносна, а тому розв'язування задач на основі закону збереження імпульсу необхідно починати з вибору тіла відліку. Вибравши його, треба зв'язати з ним систему координат, потім розкласти всі вектори імпульсу на складові по осях координат і для кожної осі записати рівняння закону збереження імпульсу (якщо в напрямі даної осі система замкнута). При цьому потрібно уважно стежити за тим, щоб імпульси всіх тіл, що взаємодіють, були виражені в одній системі відліку. Взагалі, складаючи рівняння на основі закону збереження імпульсу, завжди треба брати абсолютну швидкість і розглядати її зміну в заданій системі тіл відносно нерухомої системи відліку. Якщо в задачі дано швидкість одного тіла відносно другого, то абсолютна швидкість руху дорівнюватиме векторній сумі відносної і переносної швидкостей.

Записуючи закон збереження імпульсу системи тіл у проекціях на осі координат, важливо уважно стежити за правильністю знаків проекцій імпульсів тіл [29].

У розв'язуванні задач досить скористатися проекціями імпульсів на одну або дві відповідно спрямовані осі координат, вздовж яких на систему не діють зовнішні сили або їх рівнодійна дорівнює нулю (у цих напрямках система замкнута).

У розв'язуванні задач на взаємодію тіл важливо пам'ятати, що імпульс тіла є векторною величиною, а тому сталою залишається не лише абсолютна величина сумарного імпульсу системи, але й його напрям.

Розв'язання задач на обчислення роботи сталої за величиною сили або потужності, яку розвиває ця сила, звичайно не викликає особливих утруднень. Насамперед потрібно встановити, роботу якої саме сили потрібно визначити (ця сила може бути як рівнодійною кількох сил, так і окремою силою). Якщо за умовою задачі цю силу не задано, то її можна визначити за другим законом механіки. Після цього потрібно встановити, чому дорівнює кут α між вектором сили, роботу якої потрібно обчислити, і вектором переміщення (швидкості). Нарешті за формулами кінематики потрібно визначити величину переміщення тіла (якщо її не задано в умові).

Якщо є сили, перпендикулярні до напрямку руху в кожній точці траєкторії, то при обчисленні роботи такі сили можна не розглядати, бо їх робота дорівнює нулю внаслідок того, що дорівнює нулю $\cos \alpha$ у формулі $A = FS \cos \alpha$. Так, наприклад, завжди дорівнює нулю робота сили реакції опори, тому що ця сила перпендикулярна до опори, вздовж якої тіло переміщується, доцентрової сили, прикладеної до тіла, яке обертається, тощо.

Потрібно також враховувати, що робота сили тяжіння між двома точками траєкторії тіла не залежить від її форми, а визначається лише положенням цих точок.

У задачах на роботу змінної сили в загальноосвітній школі розглядається звичайно найпростіший випадок, коли величина сили змінюється пропорційно переміщенню і середнє значення змінної сили можна знайти як півсуму значень цієї сили на початку і в кінці переміщення. Тоді роботу такої сили можна визначити як добуток її середнього значення на величину переміщення.

Іноді зустрічаються задачі на обчислення роботи переміщення системи, у якому окремі її частини переміщуються на різні відстані. Прикладом таких задач можуть бути задачі на відкачування води з криниці, на піднімання ліфта за допомогою троса, який намотується на вал, тощо.

Роботу в таких випадках доцільно знаходити як добуток ваги всього тіла на переміщення центра сил тяжіння.

У розв'язуванні задач на розрахунок потужності необхідно насамперед встановити, яку потужність потрібно обчислити — середню чи миттєву.

Силу тяги визначають за другим законом механіки, а середню чи миттєву швидкість обчислюють за відповідними формулами кінематики.

Під час обчислення кінетичної енергії тіла важливо мати на увазі її відносний характер: вона має сенс лише в цілком певній системі відліку і розв'язання задач треба починати з вибору системи відліку.

Враховуємо також, що потенціальна енергія системи не визначається однозначно — до неї завжди можна додати чи відняти від неї сталу величину. Для однозначного визначення потенціальної енергії системи потрібно обрати таке розміщення взаємодіючих тіл, якому відповідає значення потенціальної енергії, що дорівнює нулю. Нульовий рівень енергії системи можна обирати довільно так, як зручно для розв'язання кожної конкретної задачі. Наприклад, у задачах, для яких розглядається взаємодія певного тіла з Землею, потенціальну енергію системи «Земля — тіло» найчастіше вважають такою, що дорівнює нулю, якщо тіло міститься на поверхні Землі. Коли за нульовий рівень взято поверхню Землі, замість слів «потенціальна енергія взаємодії системи Земля — тіло» для скорочення говорять «потенціальна енергія тіла». Проте зовсім не обов'язково за нульовий рівень потенціальної енергії вибирати енергію системи, коли тіло знаходиться на поверхні Землі. Оскільки нас звичайно цікавить робота, яка виконується при зміні стану системи, тобто зміна потенціальної енергії, то не має значення, що взяти за нульовий рівень потенціальної енергії системи. Зміни потенціальної енергії будуть однаковими, який би ми не вибрали рівень відліку енергії, важливо лише стежити за тим, щоб цей рівень був одним і тим же у всіх розрахунках, що стосуються даної задачі.

У випадку потенціальної енергії пружної деформації за нульовий рівень відліку зручно брати енергію недеформованого тіла.

Вигляд формули для обчислення потенціальної енергії — енергії, зумовленої положенням тіла, залежить від характеру сил, з якими взаємодіють між собою тіла.

Особливу увагу приділяють розв'язуванню задач на застосування закону збереження повної енергії системи

(енергетичний метод розв'язування задач механіки). Майже всі задачі механіки, зокрема всі задачі, що розв'язуються на основі застосування законів динаміки, можна розв'язати, застосувавши закон збереження енергії, який є наслідком законів динаміки. Особливо зручно користуватися законом збереження енергії для розв'язування задач, у яких розглядається нерівномірний змінний рух тіла або коли характер руху невідомий, а відомий лише стан тіл системи до взаємодії і потрібно визначити швидкості і координати тіл цієї системи після взаємодії [29].

Під час застосування закону збереження енергії до розв'язання конкретних задач пам'ятаємо, що повна механічна енергія (сума кінетичної і потенціальної енергій) системи зберігається незмінною у будь-яких переходах системи з одного стану в інший лише тоді, коли механічна система є замкнутою (не діють зовнішні сили) і всередині системи не діють сили тертя (система є консервативною), тобто коли в механічній системі відбувається лише перетворення потенціальної енергії в кінетичну і, навпаки, відсутнє перетворення механічної енергії в інші види.

Якщо ж на систему в процесі її переходу з одного стану в інший крім сили земного тяжіння діють інші зовнішні сили, то зміна повної механічної енергії системи дорівнює роботі всіх діючих на систему зовнішніх сил, за виключенням сили тяжіння.

Повна механічна енергія не зберігається в замкнутій системі, якщо всередині системи діють сили тертя, які залежать від швидкості. Робота сил тертя повинна тому завжди розглядатися як робота зовнішніх сил, і в цьому разі зміна повної механічної енергії системи дорівнює сумі робіт зовнішніх сил (крім роботи сили тяжіння) і сил тертя.

Важливо мати на увазі, що повна механічна енергія не зберігається також при недружному ударі тіл. У цьому разі для знаходження швидкостей тіл після удару потрібно користуватися законом збереження імпульсу.

Загальна схема розв'язання задач компетентісно-світлогоглядного змісту із застосуванням закону збереження енергії може бути такою.

По-перше, з'ясувати рівень складності задачі — ЗЗ, НС, РГ, ПВЗ, НВ, УЗЗ чи П (див. *таблицю 1.3*); уважно перечитати умову задачі та перекодувати вимоги задачі доступного рівня; проаналізувати зміст умови задачі та з'ясувати чи можна її розділити на прості задачі; потім використовувати вихідну формулу для розв'язування задач $\Delta(E_k + E_p) = A_1 + A_2$.

Насамперед треба встановити початкове і кінцеве положення розглядуваного тіла і записати вирази для повної механічної енергії тіла в цих положеннях, а також вираз для роботи зовнішніх сил і сил тертя. Підставивши ці вирази у вихідну формулу, найчастіше дістаємо рівняння з одним невідомим, яке й визначаємо. При розв'язуванні складніших задач може трапитися, що одержане рівняння містить дві, а то й більше невідомі величини. Тоді для того, щоб одержати систему рівнянь, з розв'язку якої можна знайти шукану величину, до записаного рівняння закону збереження енергії потрібно додати рівняння закону збереження імпульсу, якесь з кінематичних рівнянь, рівняння другого закону Ньютона тощо.

Таким чином, під час розв'язування фізичних задач компетентісно-світоглядного змісту звертаємо увагу на алгоритмічну послідовність виконання операцій мислення та вироблення навичок багаторазового розв'язування задач комплексного значення: кількісні, якісні, експериментальні.

Дидактична підтримка теми «Закони збереження механічних процесів» засобами фізичних завдань компетентісно-світоглядного змісту

Систематичний рівневий контроль обізнаності учнів з фізики сприяє підвищенню пізнавального інтересу в навчанні фізики. Своєю сформованою системністю та прогнозованістю об'єктивний контроль з фізики створює позитивний психологічний клімат у освітньому середовищі; налагоджує взаємозв'язки учень-предмет пізнання, учень-вчитель; виробляє власний стиль пізнавальної діяльності учня тощо.

Ми пропонуємо систему дидактичної підтримки фізичними завданнями рівневого змісту з теми «Закони збереження у механічних процесах».

Імпульс тіла РГ (УЗЗ)

1 (РГ). Дві кулі однакового об'єму (дерев'яна та свинцева) рухаються з однаковими швидкостями. Яка з них має більший імпульс? Чому?

2 (РГ). Після удару об ракетку кулька масою 10 г летить із швидкістю 20 м/с. Яка кількість руху передана кульці ракеткою?

3 (ПВЗ). Посередині річки господар підніс камінь вгору та кинув у річку. Від різкого руху човен перекинувся та господар опинився у воді. Поясніть те, що сталося.

4 (ПВЗ). Покажіть на прикладі, для чого використовується фізична «кількість руху»? Як вона пов'язана із швидкістю тіл?

5 (ПВЗ). Рух матеріальної точки описується рівнянням $x = 20 + 2t + t^2$. Прийняти масу точки 2 кг та знайти імпульс через 2 с і 5 с після початку руху. Знайдіть модуль та напрям сили, яка є причиною зміни імпульсу.

6 (ПВЗ). З якою швидкістю повинен рухатися автомобіль масою 2000 кг, щоб його імпульс дорівнював імпульсу пішохода (маса людини 70 кг, швидкість руху 1,25 м/с)?

7 (УЗЗ). Металева кулька масою 20 г, що падає з швидкістю 5 м/с, вдаряється пружно в сталюну плиту і відскакує від неї у протилежному напрямку з такою ж, за абсолютним значенням, швидкістю. Знайти імпульс, який отримує кулька, і середню силу, яка діє на кульку, якщо співудар тривав 0,1 с.

Закон збереження імпульсу ПВЗ (П)

8 (ПВЗ). На залізничній вантажній платформі масою 2 т, яка перебуває в стані спокою, стоїть слон масою 4 т. Якої швидкості відносно Землі набуде платформа, якщо слон піде по ній з швидкістю 2 м/с відносно платформи?

9 (ПВЗ). Танк під час руху з швидкістю 20 м/с робить постріл у напрямі руху, внаслідок чого зупиняється. Швидкість снаряда відносно танка становить 1,5 км/с. Знайти відношення мас танка і снаряду.

10 (ПВЗ). Хлопчик наздогнав візок, який рухався з швидкістю 3,5 м/с і стрибнув на нього. Якою стала швидкість візка після цього, якщо швидкість стрибка хлопчика була 5 м/с. Маса хлопчика та візка становлять відповідно 50 кг і 75 кг. Якою стане швидкість візка, якщо хлопчик стрибне йому назустріч?

11 (ПВЗ). Візок, маса якого 50 кг, рухається в горизонтальному напрямі зі швидкістю 2 м/с. З нього зіскочила людина ($m = 100$ кг) із швидкістю 4 м/с (відносно візка) у напрямку, протилежному його рухові. Яка швидкість візка після того, як людина з нього зіскочила?

12 (ПВЗ). Вагон масою 30 т рухається із швидкістю 3 м/с на горизонтальній ділянці дороги і стикається з нерухомою платформою масою 15 т. Визначте швидкість спільного руху вагона та платформи після того, як спрацювало автозчеплення.

13 (ПВЗ). Людина масою 60 кг переходить у човні з носа на корму. Довжина човна 3 м. Яка маса човна, якщо внаслідок руху людини, човен за цей час перемістився в стоячій воді в оберненому напрямі на 1 м? Початкова швидкість човна відносно води дорівнює нулю. Опір води не враховувати.

14 (ПВЗ). На ідеально гладкій горизонтальній поверхні сидить людина. Чи може вона пересуватись по цій поверхні? Поясніть.

15 (ПВЗ). Маса гвинтівки 4,1 кг, маса кулі 9,6 г. Швидкість кулі при пострілі 865 м/с. Визначте швидкість віддачі гвинтівки.

16 (УЗЗ). На залізничній платформі масою 16 т встановлено гармату масою 3 т, а ствол розміщено вздовж полотна залізниць під кутом 60° до горизонту. Яка швидкість снаряда масою 50 кг, якщо при пострілі платформа відкотилась на 3 м за 6 с?

17 (УЗЗ). Надувний човен з мисливцем (загальною масою 100 кг) пливе по воді зі швидкістю 4 м/с. Мисливець зробив постріл з рушниці проти руху човна під кутом 30° до горизонту. Швидкість дробинок 400 м/с. Унаслідок пострілу швидкість човна стала 4,1 м/с. Яка маса дробинок?

18 (П). Є три сталевих кульки однакової маси, що підвішені на нитках однакової довжини, так, що кульки дотикаються одна до одної. Якщо відхилити праву кульку на деякий кут та відпустити, то вона, штовхнувши середню кульку, зупиняється, при цьому відштовхує ліву, відхиляючи її на той самий кут. Середня кулька залишається в стані спокою. Поясніть цей дослід.

19 (П). Наведіть хоч один приклад з природи та техніки, в якому точно були б дотримані закони збереження імпульсу (закону збереження механічної енергії системи тіл). Відповідь обґрунтуйте.

Отже, описаний реферат звітної індивідуальної роботи студента Вибодовського В. дозволяє говорити про формування професійного кредо майбутнього фахівця з фізики. Такого типу індивідуальні роботи студентів створюють нове покоління вчителів-предметників для яких основний лейтмотив у навчанні учнів фізики — це використання власного стилю педагогічної діяльності.

1.7. Зразки варіантів модульної контрольної роботи

Мета: визначити рівень обізнаності студентів відповідно до змісту методики викладання фізики на першому ступені навчання.

Теоретична частина

1. Вкажіть напрями розвитку інтуїтивного мислення учня засобами фізики.
2. Експериментальна підтримка теми «Робота і енергія».
3. Мотивація навчання і формування пізнавального інтересу до фізики.
4. Узагальнююче заняття «Вплив фізики на суспільний розвиток та науково-технічний прогрес».
5. Комбіновані триелементні уроки в 7–9 класах.
6. Застосування експериментальних задач для створення проблемних ситуацій на уроках фізики, наприкладі теми «Робота і енергія».
7. Методичні особливості навчання учнів розв'язувати творчі задачі в 7–9 класах.
8. Види та організація позакласної роботи з фізики.
9. Уроки фронтальних лабораторних робіт у основній школі.
10. Мислення в постановці і розв'язуванні задач (на прикладі теми «Взаємодія тіл»).
11. Узагальнюючий урок «Енергія в житті людини. Теплоенергетика».
12. Організація та методика проведення лабораторних робіт, фізичного практикуму.
13. Розвиток наукового мислення у вивченні теми «Початкові відомості про будову речовини».
14. Частково-пошуковий і дослідницький методи навчання фізики з лабораторних робіт.
15. Розвиток творчого мислення учнів у процесі розв'язування задач (на прикладі теми «Робота і потужність. Енергія»).
16. Основна структура плану підготовки учнів 7–9 класів до участі в обласній олімпіаді юних фізиків.
17. Експериментальна підтримка уроку (на прикладі теми «Агрегатні стани речовини»).
18. Уроки фронтальних лабораторних робіт у 9 класі.
19. Мислення в постановці й розв'язанні задач (на прикладі теми «Світлові явища»).
20. Ознайомлення учнів з методом спостереження. Організація і методика проведення учнями спостережень фізичних явищ і процесів.

21. Обробка результатів експерименту під час виконання лабораторних робіт.
22. Технологія розв'язування фізичної задачі (на прикладі теми «Початкові відомості про будову речовини»).
23. Використання графічних задач під час вивчення фізики (на прикладі вивчення механічних явищ).
24. Формування умінь розв'язувати фізичні задачі (на прикладі засвоєння поняття сили).
25. Активізація розумової діяльності учнів у процесі розв'язування фізичних задач (на прикладі теми «Тепловий баланс»).
26. Використання якісних задач під час вивчення теплових явищ.
27. Методика розв'язування експериментальних задач. Застосування експерименту в процесі аналітичного розв'язування задач (на прикладі теми «Закони руху тіл»).
28. Комбіновані триелементні уроки фізики в 9 класі.

Практична частина

1. Скласти сценарій уроку «Золоте правило» механіки» (пояснення нового матеріалу).
2. Реактивний літак починає посадку на аеродром із швидкістю 576 км/год. Через скільки секунд літак зупиниться, рухаючись з прискоренням 8 м/с^2 ? Який шлях він пройде за цей час? (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
3. Скласти сценарій уроку «Деформація тіла. Закон Гука» (пояснення нового матеріалу).
4. Електрон, одержавши швидкість в електричному полі з різницею потенціалів 1000 В, влітає у вакуумі в однорідне магнітне поле з індукцією 0,2 Тл перпендикулярно до лінії магнітної індукції. Визначити радіус кола за яким рухається електрон. (Здійснити розв'язок задачі на основі аналітичного способу).
5. Скласти сценарій уроку–тематичної атестації «Робота і енергія».
6. Який ККД двигуна автомобіля, якщо витрата бензину 300 г на $1\text{ кВт} \cdot \text{год}$.? (Здійснити розв'язок задачі на основі синтетичного способу).
7. Скласти сценарій уроку «Виштовхувальна сила. Закон Архімеда» (проблемний виклад матеріалу).
8. Температура нагрівника ідеальної теплової машини 117°C , а холодильника 27°C . Кількість теплоти одержаної від нагрівника за 1 с становить 60 кДж. Обчислити ККД

- машини, кількість теплоти, що передається холодильнику за 1 с, потужність машини. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
9. Скласти сценарій уроку «Закон Ома для ділянки кола» (евристична бесіда).
 10. Якщо вольтметр з'єднати послідовно з опором 104 Ом, то за напруги 120 В, він покаже 65 В. Якщо його з'єднати послідовно з невідомим опором, то за тієї ж самої напруги, він покаже 10 В. Визначити величину цього опору. (Здійснити розв'язок задачі на основі аналітичного способу).
 11. Скласти сценарій уроку «Фотоапарат» (пояснення нового матеріалу).
 12. Яку кількість теплоти потрібно передати доменній печі, щоб розплавити в ній 2 т заліза? Вважати, що на розплавлення металу йде 80% теплоти. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
 13. Скласти сценарій уроку «Земне тяжіння. Сила тяжіння. Вага тіла. Невагомість» (проблемний виклад матеріалу).
 14. Модель літака масою 2 кг була запущена хлопчиком на мідній дротинці довжиною 5 м, і вона розвинула швидкість за колом 72 км/год. Яким повинен бути діаметр дротинки: щоб вона не обірвалась; щоб коефіцієнт запасу міцності становив 2? (Здійснити розв'язок задачі на основі синтетичного способу).
 15. Скласти сценарій уроку–лабораторної роботи «Визначення ККД похилої площини».
 16. Знайти струм короткого замикання в колі з джерелом ЕРС 1,3 В, якщо під час увімкнення в коло резистора опором 3 Ом, сила струму в колі 0,4 А. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
 17. 10 г кисню знаходиться під тиском 0,303 МПа за температури 10°C. Після нагрівання за постійного тиску, кисень зайняв об'єм 10 л. Знайти початковий об'єм і кінцеву температуру газу. (Розв'язати задачу на основі аналітичного способу).
 18. Скласти сценарій уроку з теми «Внутрішня енергія та способи її зміни» (пояснення нового матеріалу).
 19. Для зменшення об'єму азоту, за постійного тиску, виконано роботу 12 кДж. Визначити затрачену кількість теплоти і зміну внутрішньої енергії газу. (Здійснити розв'язання задачі на основі синтезованого його алгоритму).
 20. Скласти сценарій конспекту уроку з теми «Одиниці сили. Динамометр» (пояснення нового матеріалу).

21. Визначити вартість одержання 100 кг рафінованої міді, тарифом 400 грн. за 1 кВт.год електроенергії, якщо електроліз ведеться напругою 10 В, а ККД приладу 80%. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтетичного способу).
22. Скласти сценарій уроку з теми «Агрегатні стани речовини» (евристична бесіда).
23. Яку роботу здійснює електричний струм у процесі електролізу під час виділення нікелю масою 1 кг? Напруга між електродами електролітичної ванни 0,6 В, а електрохімічний еквівалент нікелю $0,3 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
24. Скласти сценарій уроку–лабораторної роботи «З'ясування умов рівноваги важеля».
25. Електрони, рухаючись з прискоренням, набувають біля анода вакуумного діода швидкість $8 \cdot 10^6$ м/с. Чому дорівнює в цьому випадку напруга між анодом і катодом? Початкову швидкість електронів вважати рівною нулеві. Маса електрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, а модуль його заряду $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. (Здійснити розв'язок задачі на основі аналітичного способу).
26. Скласти сценарій уроку–лабораторної роботи з теми «Дослідження явища електролізу».
27. Маятник настінного годинника має масу 100 г і довжину 25 см. Визначити період коливань маятника і енергію, яку він має якщо найбільший кут відхилення від положення рівноваги 15° . (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
28. Скласти сценарій уроку–лабораторної роботи з теми «Вимірювання розміру тіл та площі поверхні».
29. З гелікоптера, що летить горизонтально із сталою швидкістю 2 м/с, на висоті 50 м над поверхнею землею скинули пакет, який досяг її з швидкістю 8 м/с. Маса пакета 10 кг. Визначити роботу сили опору повітря. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
30. Скласти сценарій уроку «Дисперсія світла. Кольори» (пояснення нового матеріалу).
31. Модель ракети загальною масою 600 г має 350 г вибухової речовини. На яку висоту підійметься ракета, якщо швидкість виходу газів 30 м/с? Опір повітря зменшує обраховану теоретичну висоту в 6 раз. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
32. Скласти сценарій лабораторного заняття «Дослідження взаємодії заряджених тіл».

33. На залізничній платформі масою 16 т встановлено гармату масою 3 т, ствол якої розміщений уздовж полотна залізниці під кутом 60° до горизонту. Яка швидкість снаряду масою в 50 кг, якщо під час пострілу, платформа відкотилась на 3 м за 6 с? (Здійснити розв'язок задачі на основі тематичного алгоритму).
34. Скласти сценарій уроку–лабораторної роботи «Вимірювання коефіцієнту тертя ковзання».
35. Коефіцієнт жорсткості пружини становить 150 Н/м. Після того як хлопчик підвісив до неї залізний предмет пружина видовжилась. Коли цей же предмет було занурено в воду, видовження зменшилось на 3 см. Знайти масу предмету. (Здійснити розв'язок задачі на основі тематичного алгоритму).
36. Скласти опорний конспект уроку з теми «Зміна агрегатних станів речовини».
37. Скласти опорний конспект уроку «Тиск газу, рідин. Закон Паскаля» (проблемний виклад матеріалу).
38. На якій мінімальній відстані від роздоріжжя потрібно розпочати гальмування за червоного світла світлофору, якщо автомобіль рухається з швидкістю 100 км/год, а коефіцієнт між шинами і дорожнім покриттям дорівнює 0,4? (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
39. Скласти сценарій уроку «Нагрівання провідників електричним струмом. Закон Джоуля–Ленца» (евристична бесіда).
40. Скласти сценарій уроку–лабораторної роботи «З'ясування умови рівноваги важеля».
41. Через 50 с після спуску з гори лижник зупинився на горизонтальній ділянці траси. Визначити величину сили опору, якщо маса лижника 75 кг, а його швидкість в кінці спуску 10 м/с. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
42. Скласти опорний конспект уроку «Дія магнітного поля на провідник із струмом. Електричний двигун».
43. Вільно падаюче тіло за останню секунду падіння пролітає 15 м. З якої висоти воно впало і скільки часу тривало падіння? (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
44. Скласти опорний конспект уроку «Три стани речовини».
45. Енергія іонізації молекул повітря 15 еВ. Визначити середню довжину вільного пробігу електрона в повітрі. За нормального тиску іскровий розряд у повітрі виникає:

- $E = 3 \cdot 10^6$ В/м. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
46. Скласти опорний конспект уроку «Амперметр. Вимірювання сили струму».
 47. Скласти сценарій уроку–лабораторної роботи «Вимірювання питомої теплоємності твердого тіла».
 48. Хлопчик з'їжджає на санках з гірки висотою 20 м. Знайти швидкість санчат в кінці спуску, якщо кут нахилу гірки 30° , коефіцієнт тертя 0,01. (Здійснити розв'язок задачі на основі тематичного алгоритму).
 49. Скласти сценарій уроку–лабораторної роботи «Вимірювання сил за допомогою динамометра. Вимірювання ваги тіл».
 50. Мотоцикліст накачав шину заднього колеса вдень за температури 37°C до тиску $1,9 \cdot 10^5$ Па. Уночі температура повітря знизилась до 30°C . Яку масу повітря треба докачати за цієї температури, щоб підвищити тиск повітря в шині знову до величини початкового тиску. Об'єм шини 8 л не змінюється. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).
 51. Скласти опорний конспект уроку «Послідовне та паралельне з'єднання провідників».
 52. Енергія поступального руху молекул азоту, що міститься в балоні об'ємом $0,02$ м³, дорівнює 5 кДж. Визначити масу азоту в балоні та його тиск, якщо середня квадратична швидкість молекул дорівнює $2 \cdot 10^3$ м/с. (Здійснити розв'язок задачі на основі тематичного алгоритму).
 53. Скласти опорний конспект узагальнюючого уроку «Способи збереження енергетичних ресурсів. Енергозберігаючі технології».
 54. Скласти сценарій узагальнюючого уроку з теми «Фізична картина світу. Ядерна енергетика та сучасні проблеми екології».
 55. Гімнастка, виконуючи вправи зі стрічкою, заставляє кожну її точку коливатись з періодом 2 с. Амплітуда коливань 10 см. Знайти зміщення, швидкість прискорення деякої точки стрічки через 0,2 с після її проходження через положення рівноваги. Початок коливань співпадає з положенням рівноваги. (Здійснити розв'язок задачі на основі синтезованого його алгоритму).

1.8. Питання та завдання для самоконтролю

1 (РГ). Опишіть загальну характеристику дисципліни «Методика навчання фізики».

2 (ПВЗ). Для чого необхідно використовувати бінарну цільову навчальну програму курсу?

3 (РГ). Що являє собою самостійна та індивідуальна роботи студентів?

4 (Нс). Що таке компетентність та компетентності майбутніх фахівців з фізики?

5 (РГ). Назвіть основні компетентнісно-світоглядні напрями формування фахівців з фізики.

6 (ПВЗ). Опишіть інноваційні підходи модернізації сучасної освіти.

7 (РГ). Розкрийте суть методології особистісно орієнтованого навчання майбутніх учителів фізики.

8 (П). Розробіть сценарій уроку фізики (за вибором: 7–9 клас) із використанням технічних засобів навчання та комп'ютерної техніки.

9 (ПВЗ). Розв'яжіть задачі.

I закон Ньютона. Інерціальна система відліку ПВЗ (П)

1 (РГ). Як пояснити, що людина, яка спіткнулась падає в напрямі руху?

2 (ПВЗ). Про що йдеться в I законі Ньютона? Наведіть приклад процесу чи явища, при поясненні якого потрібно використовувати цей закон.

3 (ПВЗ). На чому заснована чистка одягу при його вибиванні? При струшуванні?

4 (ПВЗ). Коли людина стрибає з деякої висоти та стає на землю, вона підгинає ноги в колінах. Чому?

5 (ПВЗ). Як насадити сокиру на сокирище? Поясніть явище.

6 (П). На нерухомому візку знаходиться ємність з водою, в якій плаває дерев'яний брусок. Описати поведінку бруска при прискореному прямолінійному русі візка праворуч, використовуючи дві системи відліку:

- 1) нерухому інерціальну систему, пов'язану з тією поверхнею, по якій рухається візок;
- 2) неінерціальну систему відліку, пов'язану з візком, який прискорено рухається.

Інерція та інертність ПВЗ (П)

7 (РГ). Чому спортсмен, перед тим як виконати стрибок у довжину, розбігається?

8 (РГ). Як за допомогою фізики пояснити зміст народного прислів'я «Коси коса, поки роса»?

9 (РГ). На верхній полиці вагона спить людина. Через деякий час поїзд різко гальмує і людина падає на підлогу:

— Оце я гепнувся! Навіть поїзд зупинився!

Чому людина впала з полиці при різкому гальмуванні поїзда? Чи може змінюватися швидкість потяга, який рухався рівномірно, при падінні людини, предмету з верхньої полиці?

10 (РГ). Чому небезпечно перебігати дорогу перед близько їдучим транспортом?

11 (ПВЗ). М'яч, який спокійно лежить на підлозі автомобіля при його рівномірному русі, зненацька покотився:

а) вперед — за напрямом руху автомобіля;

б) назад — проти руху;

в) праворуч.

На яку зміну в русі автомобіля вказує кожна ситуація?

12 (ПВЗ). У багатьох випадках на горизонтальному відрізку шляху автомобіль доволі довгий час рухається при непрацюючому двигуні. На чому заснований цей «вільний» рух машини?

13 (ПВЗ). Для чого при гальмуванні автомобіля обов'язково включається ззаду червоне світло?

14 (ПВЗ). Чому водій, що веде на буксирі інший автомобіль, не повинен різко змінювати швидкість руху?

15 (ПВЗ). Чому при різкому збільшенні швидкості автобуса пасажери відхиляються назад, а при різкій зупинці — вперед?

16 (ПВЗ). Якщо шини автомобіля мають різний тиск, то існує загроза заносу. Чому?

17 (ПВЗ). Чому при необхідності раптової зупинки мотоцикла гальмують двома колесами? Що може статись, якщо загальмувати тільки переднім колесом?

18 (ПВЗ). Чому неможливий стрибок із літака, який летить з великою швидкістю?

19 (ПВЗ). Горизонтальною чи похилою буде поверхня рідини в цистерні бензовоза при його зрушенні з місця та при його гальмуванні?

20 (ПВЗ). Заець, що втікає від хижака, часто рятується тим, що робить різкі рухи в сторону якраз у момент, коли той його наздоганяє; як це можна пояснити з фізичної точки зору?

21 (П). Як відомо, зіткнення з метеором являє собою велику небезпеку для космічних ракет. Чому менш велику

небезпеку являє зустріч з метеоритним пилом, розміри частинок якого менші $0,001 \text{ мм}^3$?

Маса ПВЗ (П)

22 (РГ). Сортують зерна за масою і очищають їх від домішок на сільськогосподарській машині-сортувалці. У струмені повітря від вентилятора зерна й домішки відлітають на різні відстані. Поясніть, чому?

23 (ПВЗ). В експерименті маса деякого тіла визначена числом 20 кг. Який фізичний зміст даного результату?

24 (ПВЗ). Знайти масу й середню густину Землі. Радіус Землі $6\,400 \text{ км}$.

25 (ПВЗ). Знайти масу й середню густину Місяця. Радіус Місяця $1\,740 \text{ км}$, прискорення вільного падіння $1,6 \text{ м/с}^2$.

26 (ПВЗ). Стальна кулька важить 117 г . Знайти радіус кульки.

27 (ПВЗ). Тримаючи на руці цеглину, вдаряють по ній молотком. Чому ж рука, що тримає цеглину, не відчуває болю?

Сила ПВЗ (П)

28 (РГ). Яке значення має округлена форма автомобіля?

29 (РГ). Чому автомобілі для гонок мають дуже низьку посадку?

30 (РГ). У ліфті стоїть відро, в якому плаває тіло. Чи зміниться глибина занурення тіла у воду, коли ліфт рухатиметься вниз, вгору.

31 (ПВЗ). Людина стоїть на платформі терезів і швидко присідає. Як зміняться покази терезів на початку і в кінці присідання?

32 (ПВЗ). Снаряд масою 15 кг при пострілі набуває швидкості 600 м/с . Знайти середню силу, з якими порохомі газу тиснуть на снаряд, якщо довжина ствола гармати $1,8 \text{ м}$. Рух снаряду у стволі рахувати рівноприскореним.

33 (ПВЗ). Чи можна «спостерігати» в природі силу чи вектор сили? Як? Якщо не можна, то чому?

34 (ПВЗ). Колесо автомобіля буксує. Як напрямлена сила тертя ковзання й яке співвідношення її з силою тяги?

35 (ПВЗ). Кузов автомобіля потрібно навантажити двома видами коробок: з м'ясними консервами та з печивом. Як Ви запропонуєте розкласти коробки в кузові? Відповідь поясніть.

36 (ПВЗ). За допомогою сталюого тросу буксир тягне баржу у спокійній воді. Баржа рухається рівномірно. Вказати, які сили діють на баржу.

37 (ПВЗ). Підйомний кран піднімає рівномірно вертикально вгору вантаж масою 800 кг. Зобразити сили, які діють на вантаж, векторами в масштабі: 1 мм — 200 Н.

38 (ПВЗ). На горизонтальній ділянці шляху сила тяги потягу 3000 Н, сила опору руху 1000 Н. Чи буде поїзд рухатись рівномірно? Чому?

39 (ПВЗ). На землі лежить вантаж, вага якого 1200 Н. Людина намагається підняти його, прикладаючи силу в 400 Н, напрямлену вертикально. Визначити, з якою силою тисне вантаж на землю.

40 (ПВЗ). З якою силою тисне на землю людина масою 80 кг, яка несе вантаж 32 кг?

41 (УЗЗ). Чому на поворотах бігун нахилиється в бік повороту?

42 (УЗЗ). Маленький візок з підвішеною на нитці кулькою під'їжджає з певною швидкістю до похилої площини. В якій бік від вертикалі відхилиться нитка з кулькою.

43 (УЗЗ). Буксирний пароплав тягне три баржі різних розмірів, які плывуть одна за одною. Сила тяги пароплавного гвинта дорівнює $18 \cdot 10^3$ Н. Опір рухові — 6 кН, першої баржі теж 6 кН, другої — 4 кН, третьої — 2 кН. На пароплаві є канат, що витримує розтягувальну силу в 2 кН. Скільки канатів треба натягнути від пароплава до першої баржі, від першої до другої і від другої до третьої?

44 (УЗЗ). Чому літак при повороті нахилиється в бік повороту, а корабель у протилежний бік?

45 (УЗЗ). Заповніть таблицю:

Вид сили	Природа	Умови виникнення	Від чого залежить сила	Формула	Напрямок дії сили	Приклади, рисунки
Сила всесвітнього тяжіння						
Сила тертя						
Сила тяжіння						
Сила пружності						

II закон Ньютона ПВЗ (II)

46 (ПВЗ). Автомобіль вагою 14000 Н починає рухатись з прискоренням $0,7 \text{ м/с}^2$. Опір руху складає 0,02 ваги автомобіля. Визначити силу тяги, яка розвивається двигуном.

47 (ПВЗ). Після удару футбольний м'яч вагою 7 Н рухається із швидкістю 14 м/с. Визначити середню силу удару, якщо удар триває 0,02 с.

48 (ПВЗ). Відповісти, не використовуючи розрахунки за формулами:

а) з яким прискоренням рухається тіло, якщо сила, що діє на нього в 2,7 і 14 разів менша за вагу?;

б) у скільки разів вага тіла більша від діючої на нього сили, якщо тіло рухається з прискоренням $0,98 \text{ м/с}^2$, $0,49 \text{ м/с}^2$, $0,14 \text{ м/с}^2$?

49 (ПВЗ). Відомий італійський вчений епохи Відродження Леонардо-да-Вінчі висловив такі положення:

а) якщо сила F зрушить тіло масою m за час t на відстань S , то та ж сама сила зрушить тіло з половиною маси за той же час t на подвійну відстань;

б) чи та сама сила зрушить тіло $\frac{m}{2}$ на ту саму ж відстань за час $\frac{t}{2}$;

в) чи та сама сила зрушить подвійну масу на ту саму відстань за подвійний час;

г) чи сила $\frac{F}{2}$ зупинить тіло $\frac{m}{2}$ на тій самій ж відстані за той же час;

д) чи сила $\frac{F}{2}$ зрушить все тіло на відстань $\frac{S}{2}$ за той же час.

Чи вірні ці ствердження?

50 (ПВЗ). Тіло, маса якого 100 г, починає рухатись рівноприскорено і за 4 секунди проходить 80 см. Визначити величину сили, що діє на тіло, якщо сила тертя 200 Н. Яка необхідна сила, щоб тіло після проходження вказаної відстані, продовжувало далі рухатись рівномірно?

51 (УЗЗ). Сила 15 Н діє на тіло масою 0,5 кг. Яка сила спричинить таке саме прискорення тіла масою 2 кг?

52 (УЗЗ). Санки із людиною важать 70 кг і скочуються з гори з прискоренням 1 м/с^2 . Визначити силу, яка рухає санчата.

53 (УЗЗ). На вагонетку, яка знаходиться в стані спокою і важить 350 Н діють силою в 7 Н. Опір тертя 20 Н. Визначити: а) з яким прискоренням рухається вагонетка; б) шлях, який пройдено вагонеткою протягом перших 10 секунд руху; в) середню швидкість з цей час; г) швидкість у кінці десятої секунди.

54 (УЗЗ). Через блок перекинута нитка, на якій підвішені два вантажі по 240 г. На один з важків кладуть додатковий вантаж у 10 г. Визначити відстань, яку пройшов вантаж протягом 3 с.

55 (УЗЗ). Постійна сила в 20 Н діє на тіло, вага якого 19,6 Н. З якою швидкістю буде рухатись тіло в горизон-

тальному напрямі, пройшовши 5 секунд, якщо початкова швидкість руху рівна 0?

56 (УЗЗ). Тіло вагою 980 Н рухається в горизонтальному напрямі із швидкістю 420 м/с. Яку силу треба прикласти, щоб зупинити це тіло протягом 5 хвилин?

57 (УЗЗ). На тіло, яке рухається горизонтально з початковою швидкістю 10 м/с, подіяли силою 100 Н у напрямі руху, після чого тіло пройшло за 5 секунд шлях у 200 м. Визначити вагу тіла.

58 (УЗЗ). Тіло масою 0,01 кг, яке рухається рівноприскорено без початкової швидкості, за 1 хвилину пройшло в горизонтальному напрямі шлях 18 м. Знайти силу, яка діє на тіло.

59 (П). Поясніть зміст фрази: «Сила надає тілу прискорення». Як вона фізично це робить?

60 (П). Показати, що перший закон Ньютона знаходиться у математичному співвідношенні із другим законом Ньютона.

61 (П). Показати, що шляхи, які проходяться за один і той же час двома тілами, пропорційні до діючих сил, якщо маси тіл рівні, та обернено пропорційні до мас, якщо діючі на них сили рівні.

Додавання сил. Рівнодійна УЗЗ (П)

62 (НВ). Довжина похилої площини 4 м, висота 1 м. Визначити, яка необхідна сила, щоб утримати в рівновазі на похилій площині вантаж вагою 100 Н. Тертя не враховувати. Якщо при наявності тертя вантаж не ковзає вниз, то чому дорівнює сила тертя?

63 (УЗЗ). Знайти через побудову рівнодійну сил у 10 Н і 6 Н, які діють під кутом 60° .

64 (УЗЗ). Знайти методом побудови рівнодійну сил у 9 Н і 12 Н, які діють під прямим кутом.

65 (УЗЗ). Знайти рівнодійну двох рівних сил, що діють під кутом 120° .

66 (УЗЗ). Чому дорівнює рівнодійна трьох сил, які прикладені до однієї точки тіла і діють в одній площині під кутами 120° ?

67 (УЗЗ). Два трактори, які йдуть по берегах каналу, тягнуть баржу. Баржа рухається рівномірно, причому натяг буксирних канатів однаковий і дорівнює 200 Н. Канати утворюють кут у 45° . Визначити силу опору води.

68 (УЗЗ). На одну точку тіла діють такі сили: 17 Н вертикально вгору, 11 Н вертикально вниз, 18 Н горизонтально праворуч і 10 Н горизонтально ліворуч. Визначити рівнодійну цих сил.

69 (УЗЗ). Кінь веде візок вагою 80 Н вгору по похилій дорозі, підйом якої відповідає 1 м на кожні 16 м шляху. Визначте силу тяги, нехтуючи тертям.

70 (УЗЗ). На даху будинку встановлена щогла для антени. Висота щогли 8 м. Антена діє на вершину щогли з силою F , рівною 900 Н і напрямлена горизонтально. Щогла укріплена відтяжкою, як показано на *рисунку 1.3*. Довжина відтяжки $AB = 10$ м. Визначте сили, що діють на щоглу і на відтяжку.

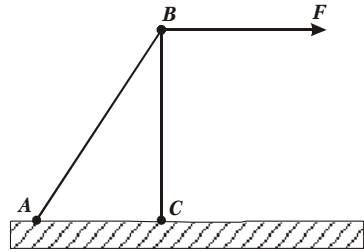


Рис. 1.3.

71 (УЗЗ). Човен утримується на середині річки двома мотузками укріпленими на берегах (*рис. 1.4*). Ширина річки 40 м. Довжина кожної мотузки 25 м. З якою силою вода тягне човен за течією, якщо натяг кожної мотузки дорівнює 150 Н?

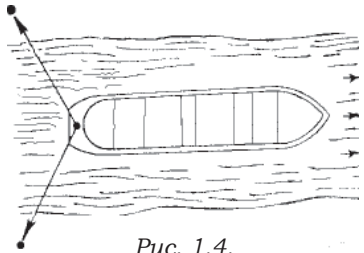


Рис. 1.4.

72 (П). Для двох паралельних сил $P = 160$ Н та $Q = 80$ Н, що діють у різні сторони, знайти величину і точку прикладання їх рівнодійної (*рис. 1.5*). Відстань між $AB = 0,6$ м.

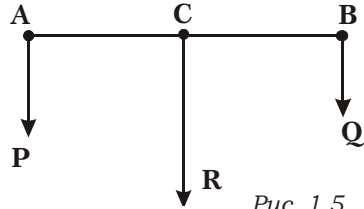


Рис. 1.5.

III закон Ньютона ПВЗ (П)

73 (РГ). У грі по перетягуванні канату беруть участь 4 чоловіка. Два з них тягнуть канат в одну сторону силами 330 і 380 Н, два — в протилежну сторону силами 300 і 400 Н. Чому дорівнює рівнодійна цих сил, у яку сторону вона напрямлена?

74 (ПВЗ). Потяг рухається з швидкістю 72 км/год. по горизонтальній дорозі. Почався дощ. Щосекунди на поїзд падає 100 кг води, яка потім стікає вниз. Як повинна змінитись потужність тепловоза, щоб поїзд міг продовжувати рухатись з тією самою швидкістю. Сили тертя і опору вважати незмінними.

75 (ПВЗ). На горизонтальному гладенькому столі лежать два бруски A і B , з'єднані ниткою. Маса кожного бруска 1 кг. На ці бруски діє сила $F = 40$ Н, як показано на *рисунку 1.6*. Не враховуючи тертя, визначити:

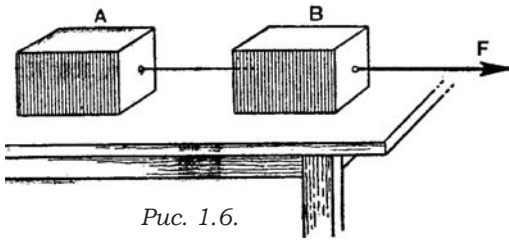


Рис. 1.6.

а) з яким прискоренням рухаються бруски;

б) яка за величиною сила діє на лівий брусок у напрямі руху;

в) з якою силою натягнута нитка;

г) які за величиною сили діють на правий брусок по лінії його руху.

76 (ПВЗ). Тепловоз вагою 500 кН, який зчеплений з двома вагонами по 20 т кожний, починає рухатись з прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$. Опір руху складає 0,005 ваги потягу. Визначити сили, які діють на потяг, на кожний з вагонів й сили натягу в зчепленнях. Чому були б рівні ці сили, якби потяг рухався рівномірно?

77 (ПВЗ). З гармати, маса якої 2000 кг, вилітає горизонтально снаряд масою 10 кг з початковою швидкістю 600 м/с. Визначити швидкість відкочування гармати, вважаючи, що коефіцієнт тертя лафету об ґрунт дорівнює 0,3; визначити відстань відкочування гармати.

78 (ПВЗ). Гвинтівка, вага якої 60 Н, підвішена на нитках і при пострілі (через віддачу) відхилилась на висоту у 19,6 см. Маса кулі 10 г. Визначити швидкість, з якою вилетіла куля.

79 (ПВЗ). Граната, що летіла з швидкістю 15 м/с, розірвалась на дві частини: масою 6 кг і 14 кг. Швидкість великого куска збільшилась до 24 м/с (у напрямі руху). Яка буде швидкість меншого уламка?

80 (ПВЗ). Трамвайний вагон, маса якого 2,4 т, рухається з швидкістю 2 м/с. Людина масою 80 кг, яка стоїть на землі, стає на підніжку під час руху вагона. Яка буде швидкість вагона після цього?

81 (ПВЗ). Ракета (модель) масою 300 г підіймається на висоту 100 м. Визначити швидкість виходу газів з ракети, вважаючи, що вибух був миттєвим. Маса заряду пороху 40 г.

82 (ПВЗ). У балістичний маятник, маса якого 5 кг, вдарила куля масою 10 г. Маятник відхилився на висоту 4,9 см. Визначити швидкість кулі при ударі.

Балістичним маятником називається тіло, підвішене на нитках. При ударі кулі це тіло відхиляється назад. З величини цього відхилення можна судити про швидкість кулі в момент удару.

Розділ 2

ЦІЛЬОВІ ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

2.1. Практичне заняття №1 (2 год.)

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ І ЗМІСТУ КУРСУ ФІЗИКИ

Актуалізація опорного рівня обізнаності:

- 1 (ПВЗ). Предмет, мета та завдання курсу методики навчання фізики.
- 2 (ПВЗ). Структура методики навчання фізики як педагогічної науки.
- 3 (ПВЗ). Актуальні проблеми розвитку методики навчання фізики.
- 4 (ПВЗ). Фізика як природнича наука. Її завдання та цілі навчання в загальноосвітньому закладі.

План

1. Структура шкільного курсу фізики.
2. Зміст шкільного курсу фізики за навчальними програмами дисципліни.
3. Аналіз шкільних підручників 7-9 класів з фізики.
4. Аналіз системи навчального фізичного експерименту 7-9 класів.
5. Завдання: продемонструвати, що навчальна дисципліна «Фізика» є експериментальною.

ШКІЛЬНИЙ КУРС ФІЗИКИ

Мета: розвиток особистості учня, компетентностей

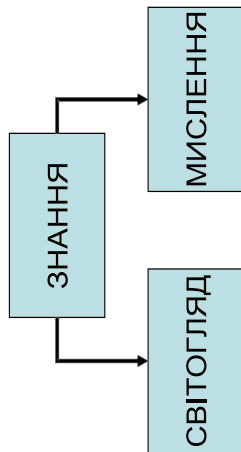
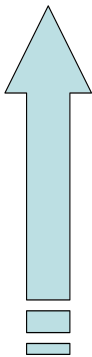
Структура:

- Основна школа
- Старші класи (рівні):
 - стандартний;
 - академічний;
 - профільний.

Зміст:

- 7 клас – Основні уявлення про природні явища
- 8 клас – Теплові явища, Оптика
- 9 клас – Класична Механіка
- 10 клас – МКТ, Термодинаміка
- 11 клас – Атомна фізика, Теорія відносності, Квантово-хвильовий дуалізм

= Філософія + Експеримент



1. СТРУКТУРА ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

Якщо проблему забезпечення дієвих знань учнів розглядати з позицій формування компетенцій, — (*компетенція* — це потенціальна міра інтелектуальних, духовно-культурних, світоглядних і креативних можливостей індивіда; *компетентність* — виявлення цих можливостей через дію: розв'язування проблеми (задачі), креативна діяльність, створення проекту, обстоювання точки зору тощо), — то необхідно мати чітку уяву про міру прогнозованості цієї якості (компетентності). Так, цілком очевидно, що рівень компетентності можна трактувати як ступінь досягнення мети, стимул діяльності, критерій оцінки, *ціннісні здобутки особистості*. Він характеризує контрольнo-стимулюючий компонент процесу навчання, що реалізується на етапах об'єктивізації контролю та проектування наступної діяльності.

Прогнозовані рівні навчальних досягнень набувають одразу ж ознак самочинності, якщо вступає в дію механізм цілеспрямованого впливу на функціонування як раціонально-логічного, так і емоційно-ціннісного мислительних начал індивіда. Дія механізму формування прогнозованих навчальних досягнень в особистісно орієнтованому навчанні зводиться до поступового та гарантованого підвищення рівня обізнаності учнів.

Фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу. Сучасна фізика, крім наукового, має важливе соціокультурне значення. Вона стала невід'ємною складовою загальної культури високотехнологічного інформаційного суспільства [25].

Фундаментальний характер фізичного знання як філософії науки і методології природознавства, теоретичної основи сучасної техніки і виробничих технологій визначає освітнє, світоглядне та виховне значення шкільного курсу фізики як навчального предмета. Завдяки цьому в структурі освітньої галузі він відіграє роль базового компонента природничо-наукової освіти і належить до інваріантної складової загальноосвітньої підготовки учнів в основній і старшій школах.

Головна мета навчання фізики в середній школі полягає в розвитку особистості учнів засобами фізики як навчального предмета, зокрема завдяки формуванню в них предметної компетентності на основі фізичних знань, наукового світогляду і відповідного стилю мислення, розвитку

експериментальних умінь і дослідницьких навиків, творчих здібностей і схильності до креативного мислення [25].

Відповідно до цього зміст фізичної освіти спрямовано на опанування учнями наукових фактів і фундаментальних ідей, усвідомлення ними суті понять і законів, принципів і теорій, які дають змогу [25]:

- пояснити перебіг фізичних явищ і процесів і з'ясувати їхні закономірності,
- оволодіти основними методами наукового пізнання,
- охарактеризувати сучасну фізичну картину світу,
- зрозуміти наукові основи сучасного виробництва, техніки і технологій,
- використати набуті знання в практичній діяльності.

Шкільний курс фізики побудовано за двома логічно завершеними концентрами, зміст яких узгоджується зі структурою середньої загальноосвітньої школи:

- 1) в основній школі (7–9 кл.) вивчається логічно завершений базовий курс фізики, який закладає основи фізичного знання;
- 2) у старшій школі вивчення фізики відбувається залежно від обраного профілю навчання.

2. ЗМІСТ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ ЗА НАВЧАЛЬНИМИ ПРОГРАМАМИ ДИСЦИПЛІНИ

В основній школі фізику починають вивчати як окремий навчальний предмет, зміст якого і вимоги до його засвоєння є єдиними для всіх учнів. Урахування пізнавальних інтересів учнів, розвиток їхніх творчих здібностей і формування схильності до навчання фізики здійснюється завдяки особистісно орієнтованому підходу, запровадженню курсів за вибором, проведенню факультативних та індивідуальних занять і консультацій за рахунок варіативної складової навчального плану. Передбачається також можливість поглибленого вивчення фізики за спеціальною програмою.

Базовий курс фізики (7-9 класи) закладає основи фізичного пізнання світу: учні опановують суть основних фізичних понять і законів, оволодівають науковою термінологією, основними методами наукового пізнання та алгоритмами розв'язування фізичних задач, у них розвиваються експериментальні вміння і дослідницькі навички, формуються уявлення про фізичну картину світу. Він ґрунтується на тих знаннях з основ фізики, які учні отримали на більш ранніх етапах навчання, зокрема на уроках

природознавства в початковій школі і 5 класі, а також на повсякденному досвіді пізнання учнями навколишнього світу, який вони набувають у процесі життєдіяльності.

Таким чином, завданнями курсу фізики основної школи є [25]:

- ✓ сформувані в учнів базові фізичні знання про явища природи, розкрити історичний шлях розвитку фізики, ознайомити їх із діяльністю та внеском відомих зарубіжних й українських фізиків;

- ✓ розкрити суть фундаментальних наукових фактів, основних понять і законів фізики, показати розвиток фундаментальних ідей і принципів фізики;

- ✓ сформувані в учнів алгоритмічні прийоми розв'язування фізичних задач та евристичні способи пошуку розв'язків практичних життєвих проблем;

- ✓ сформувані і розвинути в учнів експериментальні уміння і дослідницькі навички, уміння описувати й оцінювати результати спостережень, планувати і проводити досліди та експериментальні дослідження, проводити вимірювання фізичних величин, робити узагальнення й висновки;

- ✓ розкрити роль фізичного знання в житті людини, суспільному виробництві й техніці, сутність наукового пізнання засобами фізики, сприяти розвитку інтересу школярів до фізики;

- ✓ спонукати учнів до критичного мислення, застосувати набуті знання в практичній діяльності, виявляти ставлення до довкілля на засадах екологічної культури;

- ✓ сформувані в них уявлення про фізичну картину світу, на конкретних прикладах показати прояви моральності щодо використання наукового знання в життєдіяльності людини і природокористуванні.

Засвоєння учнями системи фізичних знань та здатність застосовувати їх у процесі пізнання і в практичній діяльності є одним із головних завдань навчання фізики в середній школі. Тому **системоутворюючими елементами шкільного курсу фізики є** [25]:

- ✓ чуттєво усвідомлені уявлення школярів про основні властивості та явища навколишнього світу, які стають предметом вивчення в певному розділі фізики (наприклад, механічний рух у його буденному сприйнятті як зміщення в просторі, просторово-часові уявлення тощо);

- ✓ основні поняття теоретичного базису (наприклад, для механіки — це швидкість, сила, маса, енергія) та ідеї,

принципи, що їх об'єднують (відносність руху), необхідні для усвідомлення суті перебігу фізичних явищ і процесів;

✓ абстрактні моделі, покладені в основу теоретичної системи (матеріальна точка, інерціальна система відліку тощо);

✓ формули, рівняння і закони, що відтворюють співвідношення між фізичними величинами;

✓ різноманітні застосування фізичних знань для пояснення життєвих ситуацій або розв'язання практичних завдань, а також наслідки їх використання в пізнавальній практиці (розрахунок гальмівного шляху, теплового балансу, електричних кіл, побудова зображень тощо).

4. АНАЛІЗ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ 7-9 КЛАСІВ

Як відомо, **фізика ґрунтується на експерименті**. Тому ця її риса визначає низку специфічних завдань шкільного курсу фізики, спрямованих на засвоєння наукових методів пізнання. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні оволодівають досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. За таких умов він виконує функцію методу навчального пізнання, завдяки якому у свідомості учня утворюються нові зв'язки і відношення, формується особистісне знання. Саме через навчальний фізичний експеримент найефективніше здійснюється діяльнісний підхід до навчання фізики.

З іншого боку, навчальний фізичний експеримент дидактично забезпечує процесуальну складову навчання фізики, зокрема формує в учнів експериментальні вміння і дослідницькі навички, озброює їх інструментарієм наукового дослідження, який стає засобом навчання.

Таким чином, **навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики** забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності, завдяки яким вони стають спроможними у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту. У шкільному навчанні він реалізується у формі демонстраційного і фронтального експерименту, лабораторних робіт фізичного практикуму, навчальних проєктів і позаурочних дослідів тощо.

З дидактичної точки зору навчальний фізичний експеримент розв'язує такі завдання [25]:

✓ формує конкретно-чуттєвий досвід і розвиває знання учнів про навколишній світ на основі цілеспрямованих спостережень за перебігом фізичних явищ і процесів, вивчення властивостей тіл;

✓ виробляє уміння і навички вимірювання фізичних величин;

✓ дає можливість засобами фізичного експерименту з'ясувати чи перевірити закони природи, відтворити фундаментальні досліди або їх результати, які стали вирішальними у розвитку і становленні конкретних фізичних теорій;

✓ залучити учнів до наукового пошуку, виявлення логіки наукового дослідження, що сприяє виробленню в них дослідницьких прийомів, формуванню експериментальних умінь і навичок;

✓ ознайомити учнів з конкретними засобами експериментального методу дослідження, зокрема з різними способами і методами вимірювань — порівняння з мірою, безпосередньої оцінки, заміщення, калориметричним, стробоскопічним, осцилографічним, зондовим, спектральним тощо;

✓ продемонструвати прикладне спрямування фізики, розвиток політехнічного світогляду і конструкторських здібностей учнів.

У системі навчального фізичного експерименту особливе місце належить лабораторним роботам, які забезпечують практичну підготовку учнів. Виконання лабораторних робіт передбачає оволодіння учнями певною сукупністю умінь, які в цілому складають **узагальнене експериментальне вміння**. Воно має складну структуру, елементами якої є [25]:

а) *уміння планувати експеримент*, тобто формулювати його мету, визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування, складати план досліду і визначати найкращі умови його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, враховуючи наявні експериментальні засоби;

б) *уміння підготувати експеримент*, тобто обирати необхідне обладнання і вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розміщувати приладдя, домагаючись безпечного проведення досліду;

в) *уміння спостерігати*, визначати мету і об'єкт спостереження, встановлювати характерні ознаки перебігу фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;

г) *уміння вимірювати фізичні величини*, користуватися різними вимірювальними приладами і мірами, тобто визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу;

д) *уміння обробляти результати експерименту*, знаходити значення величин, похибки вимірювань, креслити схеми дослідів, складати таблиці одержаних даних, готувати звіт про проведену роботу, вести запис значень фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

е) *уміння інтерпретувати результати експерименту*, описувати спостережувані явища і процеси, вживаючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведені дослідження на основі поставленої мети.

Формування такого узагальненого експериментального вміння — процес довготривалий, який вимагає планомірної роботи вчителя й учнів протягом усього часу навчання фізики в основній і старшій школах. Перелічені в програмі демонстраційні досліди і лабораторні роботи є мінімально необхідними і достатніми щодо вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. Проте залежно від умов і наявної матеріальної бази фізичного кабінету вчитель може замінювати окремі роботи або демонстраційні досліди рівноцінними, використовувати різні їх можливі варіанти. Учитель може доповнювати цей перелік додатковими дослідями, короткочасними експериментальними завданнями, об'єднувати кілька робіт в одну залежно від обраного плану уроку. Окремі лабораторні роботи можуть виконуватися за допомогою комп'ютерних віртуальних лабораторій тощо, а також пропонуються учням як навчальні проекти.

Самостійне експериментування учнів, особливо в основній школі, необхідно розширювати, використовуючи найпростіше обладнання, інколи навіть саморобні прилади і побутове обладнання, дотримуючись правил безпеки життєдіяльності. Такі роботи повинні мати пошуковий характер, завдяки чому учні збагачуються новими фактами, узагальнюють їх і роблять висновки. У процесі такої діяльності вони мають навчитися ставити мету дослідження, обирати адекватні методи і засоби дослідження, планувати і здійснювати експеримент, обробляти його результати і робити висновки.

Висновок. За умов домінування традиційних схем навчання (хоч би як не пропагувались ідеології особистісних орієнтацій, інтерактивності, креативності, стратегії якості в навчанні) доводиться вдовольнятися тим, що результативність навчання та дієвість знань більшості

учнів знаходиться на рівні, далекому від вимог державних стандартів.

На такому фоні чітко викристалізуються дві нагальні проблеми, що потребують свого невідкладного розв'язання: створення й впровадження чітких визначальників розвитку освіти; гарантоване забезпечення результативності навчання та дієвості знань учнів.

Тільки об'єктивний контроль результатів навчання та реальне управління (прогнозування, співставлення, коригування, регулювання) процедурою формування компетентностей здатні забезпечити прогнозованість і якість у становленні особистості учня (*Додаток А*).

Навчально-методичні завдання:

1 (ПВЗ). Розкрити основні положення змісту практичного заняття.

2 (УЗЗ). Проаналізувати чинні підручники, посібники з шкільного курсу фізики (ШКФ) 7-9 класів у вигляді порівняльної таблиці.

3 (УЗЗ). Систематизувати зміст навчального фізичного експерименту з ШКФ основного рівня.

4 (П). Спроектувати та підготувати розгорнутий план-конспект вступного уроку фізики.

2.2. Практичне заняття № 2 (2 год.)

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В ОСНОВНІЙ ШКОЛІ

Актуалізація опорного рівня обізнаності:

- 1 (УЗЗ). *Мета та завдання шкільного курсу фізики.*
- 2 (ПВЗ). *Стандарти середньої фізичної освіти.*
- 3 (ПВЗ). *У чому полягає методичний зміст триєдиної мети навчально-виховного процесу з фізики?*
- 4 (ПВЗ). *Що розуміють під навчально-пізнавальною діяльністю школяра?*

План

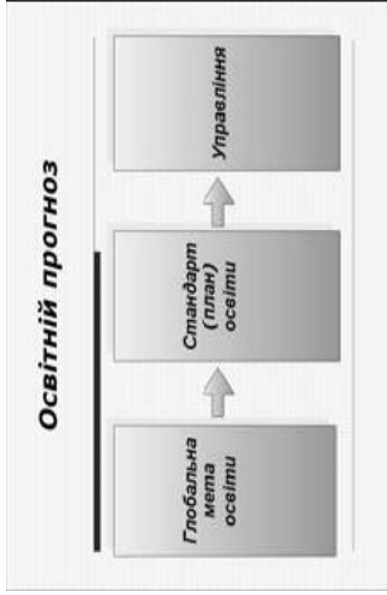
1. *Плани узагальнювального характеру.*
2. *Загальні принципи розв'язування фізичних задач.*
3. *Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів з фізики.*
4. *Завдання: назвати не менше п'яти мотиваційних прикладів для зацікавлення учнів на перших уроках фізики, записати у зошит.*

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Як вчити учитися?

Чому учити?

- 1) Мета, завдання, методи;
- 2) Рівні знань → Контроль → Корекція.



Чому? Це? Як?

1. ПЛАНИ УЗАГАЛЬНЮВАЛЬНОГО ХАРАКТЕРУ

В основу навчально-пізнавальної діяльності учнів покладаються **плани узагальнювального характеру** [1], за якими розкривається суть того чи іншого поняття, закону, факту тощо.

Так, зміст наукового факту (фундаментального досліду) визначають:

- суть наукового факту чи опис досліді;
- хто з учених встановив даний факт чи виконав дослід;
- на підставі яких суджень встановлено даний факт або схематичний опис дослідної установки;
- яке значення вони мають для становлення і розвитку фізичної теорії.

Для пояснення *фізичного явища* необхідно усвідомити:

- зовнішні ознаки перебігу даного явища, умови, за яких воно відбувається;
- зв'язок даного явища з іншими;
- які фізичні величини його характеризують;
- можливості практичного використання даного явища, способи попередження шкідливих наслідків його прояву.

Сутність поняття *фізичної величини* визначають:

- властивість, яку характеризує дана фізична величина;
- її означення (дефініція) та формула, покладена в основу означення;
- зв'язок даної величини з іншими;
- одиниці фізичної величини;
- способи її вимірювання.

Для *закону* це:

- формулювання закону, зв'язок між якими явищами він встановлює;
- математичний вираз закону;
- дослідні факти, що привели до встановлення закону або підтверджують його справедливість;
- межі застосування закону.

Для *моделей* необхідно:

- дати її опис або навести дефініцію;
- встановити, які реальні об'єкти вона заміщує;
- з'ясувати, до якої конкретно теорії вона належить;
- визначити, від чого ми абстрагуємося, чим нехтуємо, вводячи цю ідеалізацію;
- з'ясувати межі та наслідки застосування даної моделі.

Загальна характеристика *фізичної теорії* має містити:

- перелік наукових фактів і гіпотез, які стали підставою розроблення теорії, її емпіричний базис;
- понятійне ядро теорії, визначення базових понять і моделей;
- основні положення, ідеї і принципи, покладені в основу теорії;
- рівняння і закони, що визначають математичний апарат теорії;
- коло явищ і властивостей тіл, які дана теорія може пояснити або передбачити їх перебіг;
- межі застосування теорії.

2. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Однією з найважливіших ділянок роботи в системі навчання фізики в школі є **розв'язування фізичних задач**. Задачі різних типів можна ефективно використовувати на всіх етапах засвоєння фізичного знання: для розвитку інтересу, творчих здібностей і мотивації учнів до навчання фізики, під час постановки проблеми, що потребує розв'язання, в процесі формування нових знань, вироблення практичних умінь учнів, з метою повторення, закріплення, систематизації та узагальнення засвоєного матеріалу, для контролю якості засвоєння навчального матеріалу чи діагностування навчальних досягнень учнів тощо. Слід підкреслити, що в умовах особистісно орієнтованого навчання важливо здійснити відповідний добір фізичних задач, який би враховував пізнавальні можливості й нахили учнів, рівень їхньої готовності до такої діяльності, розвивав би їхні здібності відповідно до освітніх потреб.

Розв'язування фізичних задач, як правило, має *три етапи діяльності учнів* [1]:

- 1) аналізу фізичної проблеми або опису фізичної ситуації;
- 2) пошуку законів, рівнянь та побудови математичної моделі задачі;
- 3) реалізації розв'язку та аналізу одержаних результатів.

На першому етапі відбувається побудова фізичної моделі задачі, що подана в її умові:

- аналіз умови задачі, визначення відомих параметрів і величин та пошуку невідомого;
- конкретизація фізичної моделі задачі за допомогою графічних форм (малюнки, схеми, графіки тощо);

- скорочений запис умови задачі, що відтворює фізичну модель задачі в систематизованому вигляді.

На другому етапі розв'язування відбувається пошук зв'язків і співвідношень між відомими і невідомими величинами:

- вибудовується математична модель фізичної задачі, робиться запис загальних рівнянь, що відповідають фізичній моделі задачі;
- враховуються конкретні умови фізичної ситуації, що описується в задачі, здійснюється пошук додаткових параметрів;
- приведення загальних рівнянь до конкретних умов, що відтворюються в умові задачі, запис співвідношення між невідомим і відомими величинами у формі рівняння.

На третьому етапі здійснюються такі дії:

- аналітичне, графічне або чисельне розв'язання рівняння відносно невідомого;
- аналіз одержаного результату щодо його вірогідності й реальності, запис відповіді;
- узагальнення способів діяльності, які властиві даному типу фізичних задач, пошук інших способів розв'язання.

Для розвитку творчих здібностей учнів та їхнього розумового потенціалу важливою формою роботи є складання ними задач, які за фізичним змістом подібні до тих, що були розв'язані на уроці, наприклад обернених задач.

3. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З ФІЗИКИ

Особливістю фізики як навчального предмета є його спрямованість на використання знань у житті. Навчання фізики у кінцевому результаті має не тільки дати суму знань, а й сформувати достатній рівень компетенції. Тому складовими навчальних досягнень учнів з курсу фізики є не лише володіння навчальним матеріалом та здатність його відтворювати, а й уміння та навички знаходити потрібну інформацію, аналізувати її та застосовувати в стандартних і нестандартних ситуаціях у межах вимог навчальної програми до результатів навчання.

Згідно навчальної програми дисципліни оцінюванню підлягає [25]:

- 1) рівень володіння теоретичними знаннями, що їх можна виявити під час усного чи письмового опитування, тестування;

- 2) рівень умінь використовувати теоретичні знання під час розв'язування задач різного типу (кількісних, експериментальних, якісних);
- 3) рівень володіння практичними уміньми та навичками, що їх можна виявити під час виконання лабораторних робіт і фізичного практикуму;
- 4) зміст і якість творчих робіт учнів (рефератів, творчих експериментальних робіт, виготовлення приладів, комп'ютерне моделювання фізичних процесів тощо).

Основними видами оцінювання є: поточне, тематичне, підсумкове за семестр, підсумкове річне оцінювання та державна підсумкова атестація. Поточне оцінювання носить заохочувальний, стимулюючий та діагностично-корегуючий характер, його необхідність визначається вчителем.

Під час виставлення оцінки за тему необхідно враховувати всі вищезазначені складові оцінювання рівня навчальних досягнень. Можна запропонувати такі способи виставлення тематичної оцінки [25]:

- за результатами двох видів робіт — виконання контрольної роботи, яка включає теоретичні питання і задачі, та практичної складової теми, що враховує поточні оцінки за лабораторні та експериментальні роботи або їх підсумкову оцінку;
- залік, проведений у письмовій, усній чи комбінованій формах, завдання до якого включають питання з теорії, задачі й експериментальні завдання;
- узагальнення поточних оцінок за всі види робіт (за згодою учня).

Об'єктами оцінювання є знання учнів, а також рівень розвитку їхнього фізичного мислення. Під час оцінювання враховуються знання учнів про:

- *фізичні явища і процеси*: ознаки явища чи процесу, за якими вони відбуваються, зв'язок явища чи процесу з іншими, їх пояснення на основі наукової теорії, приклади використання;
- *фізичні дослідження та спостереження*: мета дослідження чи спостереження, схема, умови, за наявності яких здійснюється дослід чи спостереження, перебіг і результати дослідження чи спостереження;
- *фізичні величини*: властивості, що характеризуються цим поняттям (величиною), зв'язок з іншими величинами (формула), означення величини, одиниці фізичної величини, способи її вимірювання;

- *законали*: формулювання та математичний вираз закону; досліди, що підтверджують його справедливість, приклади врахування і застосування його на практиці, межі застосування, умови застосування (для учнів старшої школи);
- *фізичні теорії*: дослідне обґрунтування теорії, основні положення, закони і принципи цієї теорії, основні наслідки; практичні застосування, межі застосування цієї теорії (для учнів старшої школи);
- *прилади чи пристрої, механізми і машини, технології*: призначення, принцип дії та схема будови; застосування і правила користування, переваги та недоліки.

Зміст контролю повинен співвідноситись зі змістом навчання в конкретному типі (профілі) навчального закладу. Засоби контролю мають відповідати загальній спрямованості навчально-виховного процесу в умовах здійснення профільної диференціації.

При цьому враховуються:

- обсяг відтвореної інформації та її співвідношення з обсягом одержаної учнем інформації (її повнота);
- обсяг інформації, здобутої учнем та її доцільність;
- рівень самостійності в оволодінні теоретичними знаннями;
- частота використання допомоги вчителя;
- кількість помилок і недоліків у відповіді.

Помилка свідчить про те, що учень не оволодів основними знаннями. Якщо одна й та сама помилка (недолік) неодноразово трапляється у відповіді, то вона трактується як одна помилка (недолік).

Недоліки свідчать про недостатньо міцне засвоєння (відсутність) основних знань, які відповідно до програми не вважаються основними. Недоліком вважається помилка, допущена в одних випадках і не допущена в інших, таких самих випадках.

Закреслення та виправлення у письмових роботах свідчать про пошук правильного рішення і не вважаються недоліком.

Навчальні досягнення учнів характеризуються за такими рівнями (таблиця 2.1):

I. *Початковий рівень*: відповідь учня при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність учня здійснюється під керівництвом учителя.

Таблиця 2.1

Критерії оцінювання рівня володіння учнями теоретичними знаннями

Рівні навчальних досягнень учнів	Бали	Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів
<i>I. Початковий</i>	1	Учень володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ природи, за допомогою вчителя відповідає на запитання, що потребують відповіді «так» чи «ні».
	2	Учень описує природні явища на основі свого попереднього досвіду, за допомогою вчителя відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді.
	3	Учень за допомогою вчителя описує явище або його частини у зв'язаному вигляді без пояснень відповідних причин, називає фізичні явища, розрізняє позначення окремих фізичних величин.
<i>II. Середній</i>	4	Учень за допомогою вчителя описує явища, без пояснень наводить приклади, що ґрунтуються на його власних спостереженнях чи матеріалі підручника, розповідях учителя тощо.
	5	Учень описує явища, відтворює значну частину навчального матеріалу, знає одиниці вимірювання окремих фізичних величин, записує основні формули, рівняння і закони.
	6	Учень може зі сторонньою допомогою пояснювати явища, виправляти допущені неточності (власні, інших учнів), виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул).
<i>III. Достатній</i>	7	Учень може пояснювати явища, виправляти допущені неточності, виявляє знання і розуміння основних положень (законів, понять, формул, теорій).
	8	Учень уміє пояснювати явища, аналізувати, узагальнювати знання, систематизувати їх зі сторонньою допомогою (вчителя, однокласників тощо) робити висновки.
	9	Учень вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок.
<i>IV. Високий</i>	10	Учень вільно володіє вивченим матеріалом, уміло послуговується науковою термінологією, вміє опрацьовувати наукову інформацію (знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до поставленої мети тощо).
	11	Учень на високому рівні опанував: програмовий матеріал, самостійно, у межах чинної програми оцінює різноманітні явища, факти, теорії, використовує здобуті знання у нестандартних ситуаціях, поглиблює набуті знання.
	12	Учень вільно володіє програмовим матеріалом, виявляє здібності, вміє самостійно поставити мету дослідження, вказує шляхи її реалізації, робить аналіз та висновки.

II. *Середній рівень*: знання неповні, поверхові, учень відтворює основний навчальний матеріал, але недостатньо осмислено, має проблеми з аналізуванням та формулюванням висновків; здатний виконувати завдання за зразком.

III. *Достатній рівень*: учень знає істотні ознаки понять, явищ, закономірностей, зв'язки між ними, самостійно застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє аналізувати, робити висновки, виправляти допущені помилки. Відповідь учня повна, логічна, обґрунтована; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене.

IV. *Високий рівень*: учень має глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями; здатний використовувати знання як у стандартних, так і в нестандартних ситуаціях.

Визначальним показником для оцінювання вміння розв'язувати задачі є їх складність (*таблиця 2.2*). Складність завдання залежить, від типу завдання, його комплексності (вимагає знань з однієї або кількох різних тем), типового (за алгоритмом) або нестандартного розв'язку, кількості послідовних логічних кроків та операцій, здійснюваних учнем під час її розв'язування. Такими кроками можна вважати здатність: усвідомити фізичну суть задачі; записати її умову в скороченому вигляді; зробити схему або рисунок (за потреби), побудувати графіки та проаналізувати їх; виявити, яких даних не вистачає в умові задачі, та знайти їх у таблицях чи довідниках; виразити необхідні величини в одиницях СІ; обрати чи вивести формулу для знаходження шуканої величини; виконати відповідні математичні дії й операції; здійснити обчислення числових значень невідомих величин; оцінити одержаний результат та його реальність, раціональність обраного способу розв'язування задачі.

Чим складнішим є завдання, з яким справився учень, тим вищим балом оцінюється його досягнення.

Для оцінювання експериментальних знань учнів потрібно користуватися характеристиками рівнів оволодіння, поданими нижче (*таблиця 2.3*).

Таблиця 2.2

Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів під час розв'язування задач

Рівні навчальних досягнень учнів	Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів
<i>Початковий рівень (1–3 бали)</i>	Учень уміє розрізняти фізичні величини, одиниці вимірювання з даної теми, розв'язувати задачі з допомогою вчителя лише на відтворення основних формул; здійснювати найпростіші математичні дії.
<i>Середній рівень (4–6 балів)</i>	Учень розв'язує типові задачі та виконує вправи на одну-дві дії (за зразком), виявляє здатність обґрунтовувати деякі логічні кроки з допомогою вчителя.
<i>Достатній рівень (7–9 балів)</i>	Учень самостійно розв'язує типові задачі й виконує вправи з одної теми, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язку.
<i>Високий рівень (10–12 балів)</i>	Учень самостійно розв'язує комбіновані типові задачі стандартним або оригінальним способом, розв'язує нестандартні задачі.

Таблиця 2.3

Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів під час виконання лабораторних та практичних робіт

Рівні навчальних досягнень учнів	Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів
<i>Початковий рівень (1–3 бали)</i>	Учень демонструє вміння користуватися окремими приладами, може скласти схему досліду лише з допомогою вчителя, виконує частину роботи, порушує послідовність виконання роботи, відображену в інструкції, не робить самостійно висновки за отриманими результатами.
<i>Середній рівень (4–6 балів)</i>	Учень виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою вчителя, результат роботи учня дає можливість зробити правильні висновки або їх частину, під час виконання роботи допущені помилки.
<i>Достатній рівень (7–9 балів)</i>	Учень самостійно монтує необхідне обладнання, виконує роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності проведення дослідів та вимірювань. У звіті правильно й охайно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, самостійно робить висновок.
<i>Високий рівень (10–12 балів)</i>	Учень виконує всі вимоги, передбачені для достатнього рівня, виконує роботу за самостійно складеним планом, робить аналіз результатів, розраховує похибки (якщо потребує завдання). Більш високим рівнем вважається виконання роботи за самостійно складеним оригінальним планом або установкою, їх обґрунтуванням.

Інформативність щодо рівня засвоєння навчального матеріалу з фізики несуть завдання компетентісно-світоглядного змісту, які орієнтують вчителя і учня на задану якість оволодіння навчальною інформацією в конкретний момент часу. Контрольно-вимірювальні зразки мисленевих та психомоторних операцій віддзеркалення властивостей пізнавальної діяльності особистості, що запропоновані у вигляді вимірників якості знань, допомагають вчителю і учням зафіксувати в даний момент певну змістову якість засвоєних знань з фізики: завчені знання, розуміння головного, наслідування, повне володіння знаннями, уміння, навичка, переконавання, які розшифровуємо наступним чином (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4

Компетентісно-світоглядні показники якості знань

Показники якості знань учня	Контрольно-вимірювальний зразок мисленевих та психомоторних операцій — властивість пізнавальної діяльності особистості	Ключові фрази
<i>Завчені знання (ЗЗ)</i>	Властивість механічного відтворення основного обсягу навчального матеріалу.	Передайте зміст задачі у всіх деталях і повному об'ємі; Розкажіть про...; Як називається...
<i>Розуміння головного (РГ)</i>	Властивість стислого відтворення основного змісту навчального матеріалу.	Сформулюйте іншими словами; Виділіть головне з прочитаного; Відтворіть головний зміст в іншій структурі...
<i>Наслідування (НС)</i>	Властивість аналогічного, повторювального використання операцій над навчальним матеріалом для засвоєння нових.	Спробуйте навести аналогічний до попереднього приклад...; Виявіть основну послідовність дій у продемонстрованому фізичному досліді; Повторюючи дії у попередньої задачі, розв'яжіть подібну їй...
<i>Повне володіння знаннями (ПВЗ)</i>	Властивість продуктивного та активного віддзеркалення всіх елементів навчального матеріалу в будь-якій структурі викладу.	Використовуючи... усвідомте зміст завдання (задачі) та виділіть головну ланку... Розкладіть на складові частини; Висловіть критичні зауваження; Поясніть мету застосування; Підсумуйте; Поясніть зміст; Поясніть як і чому... На свій розсуд, поясніть зміст ...; Розбийте на складові частини ..., що наявні тут, на вашу думку; Розкажіть свої критичні зауваження; Самостійно продемонструйте описане явище.

Уміння застосовувати знання (УЗЗ)	Властивість раціонального, творчого використання головної ланки навчального матеріалу в нові інформаційні зв'язки.	Розкладіть на складові частини; Висловіть критичні зауваження; Поясніть мету застосування; Підсумуйте; Поясніть зміст; Поясніть як і чому...
Навичка (Н)	Властивість автоматичного використання змісту навчального матеріалу в однотипних стандартних ситуаціях діяльності.	Використовуючи схему (алгоритм) розкажіть (розв'яжіть)...; Скориставшись розв'язком... виконайте аналогічно...; Подібно до... виконайте...
Переконання (П)	Властивість світоглядного обґрунтування змісту навчального матеріалу.	Як же бути, коли...; З точки зору...; Постановка задачі неправильна, оскільки...; Висловіть свої ідеї щодо...; Застосовуючи власні переконання щодо ..., поясніть причини...; Як, на вашу думку, можна застосувати явище ... в побуті.

З точки зору діяльнісного підходу до навчально-пізнавальної діяльності розрізняють диференціацію особистісних здобутків за такими рівнями (таблиця 2.5):

Таблиця 2.5

Диференціація рівнів навчальних досягнень учнів у пізнавальному процесі з фізики

Параметри	Рівні навчальних досягнень				Період у часі
	Початковий	Середній	Достатній	Високий	
Пристрасність	Символіка, термінологія, окремі фізичні поняття, фрагменти розуміння суті фізичних явищ і процесів	Наслідкування		Переконання	Майбутній
Усвідомленість	Символіка, термінологія, фрагменти окремих фізичних понять	Розуміння головного	Повне володіння знаннями	Уміння застосовувати знання	Теперішній
Стереотипність	Певна обізнаність з фізичною символікою та термінологією, неправильне трактування фізичних величин і понять	Завчені знання		Навичка	Минулий

Навчально-методичні завдання:

1 (ПВЗ). Розкрити теоретичні положення практичного заняття у вигляді евристичної бесіди.

2 (П). Спроекувати та підготувати розгорнутий план-конспект уроку фізики 7 класу:

- а) наукові методи вивчення природи;
- б) фізичні величини. Вимірювання фізичних величин.

3 (УЗЗ). Проаналізувати чинні шкільні програми суміжних навчальних курсів за вмістом наукових методів пізнання та фізичних величин:

- а) хімія; б) географія; в) природознавство.

4 (ПВЗ). Розв'язати задачі:

Гравітаційні сили.

Закон всесвітнього тяжіння РГ (УЗЗ)

1 (ЗЗ). З якою силою притягуються два кораблі масою 10000 т кожний, віддалені на 1 км один від одного?

2 (ЗЗ). Визначити силу притягання між Землею і Сонцем, якщо вони мають маси відповідно $6 \cdot 10^{24}$ кг і $2 \cdot 10^{30}$ кг, відстань між ними дорівнює $1,5 \cdot 10^{11}$ м.

3 (ЗЗ). Обчислити силу гравітаційної взаємодії Землі та Місяця.

4 (РГ). Якщо зважити одне і те ж тіло на важільних терезах біля підніжжя Ельбрусу та на його вершині, то який буде результат? Чи однакова вага тіла в цих двох місцях?

5 (ПВЗ). Обчислити прискорення вільного падіння на висоті 1500 км від поверхні Землі.

6 (ПВЗ). Нехай деяке тіло рухається всередині Землі від поверхні до її центру. Якою буде залежність сили тяжіння, що діє на тіло, від відстані до центру Землі? Землю вважають за кулю, густину постійною.

7 (УЗЗ). За законом Всесвітнього тяжіння всі тіла притягуються одне до одного під дією гравітаційних сил. Наведіть приклади, коли при зближенні двох тіл притягання між ними зменшується.

8 (УЗЗ). Радіус земної кулі 6400 км, відстань від Землі до Сонця $1,5 \cdot 10^8$ км, густина Землі $5,6$ г/см³, період обертання Землі навколо Сонця 365 днів. Знайти за цими даними середнє значення сили притягання, що діє на Землю з боку Сонця.

9 (УЗЗ). При якій кутовій швидкості обертання Землі вага тіл на екваторі перетворилась би в нуль? Густина Землі $5,6$ г/см³.

10 (УЗЗ). Знайти силу тяжіння, яка діє на тіло масою 9 кг, що підняте над Землею на відстань, що дорівнює третині земного радіусу.

11 (УЗЗ). Радіус Землі дорівнює 6370 км. Скільки важить маса в 1 т, що перебуває на висоті 12 км над поверхнею Землі?

12 (УЗЗ). На якій висоті над поверхнею Землі тиск тіла на підставку внаслідок тяжіння до Землі буде вдвічі менший, ніж на поверхні Землі?

13 (УЗЗ). Обчислити середню густину Землі, якщо відома гравітаційна стала. Радіус Землі дорівнює 6370 км; прийняти $g = 981 \text{ см/с}^2$.

14 (УЗЗ). Радіус планети Марс дорівнює 0,53 радіуса Землі. Маса Марса дорівнює 0,11 маси Землі. Визначити, в скільки разів сила тяжіння на Марсі менша сили тяжіння на Землі.

15 (УЗЗ). Місяць знаходиться від Землі на віддалі приблизно 60 земних радіусів і обертається навколо Землі по колу, причому один оберт робить приблизно за 27,3 доби. Обчислити доцентрове прискорення руху Місяця навколо Землі і порівняти його з прискоренням земного тяжіння на відстані Місяця. Радіус Землі дорівнює 6370 км.

16 (УЗЗ). З якою швидкістю гармата повинна послати снаряд у горизонтальному напрямі, щоб снаряд не впав на Землю, а почав обертатись навколо Землі по колу? На опір повітря не зважати.

17 (УЗЗ). Розв'язати попередню задачу, вважаючи, що гармата була на висоті 12600 км над поверхнею Землі.

2.3. Практичне заняття № 3 (2 год.)

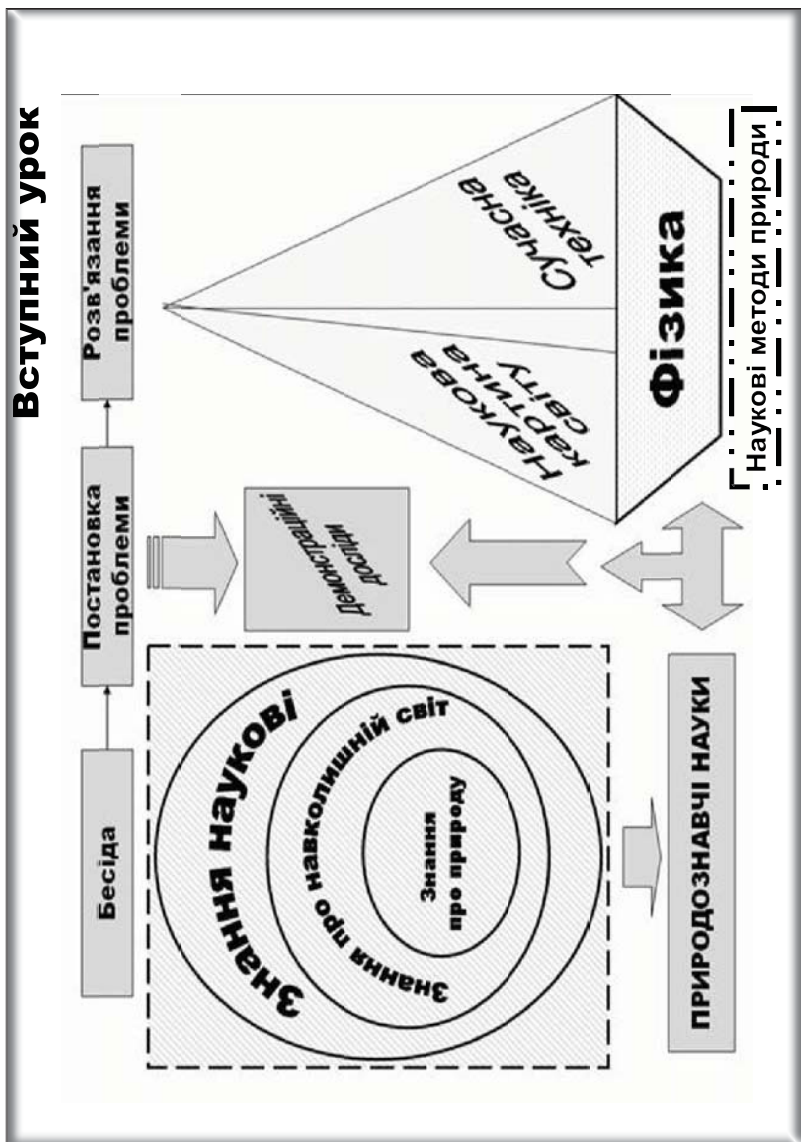
ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ

Актуалізація опорного рівня обізнаності:

- 1 (РГ). *Що таке фізична величина?*
- 2 (РГ). *Що означає виміряти фізичну величину?*
- 3 (ПВЗ). *Що називають одиницею фізичної величини?*
- 4 (ПВЗ). *Чим відрізняються поняття «тривалість подій» і «послідовність подій»? Наведіть приклади процесів, тривалість яких могла б бути одиницею часу.*

План

1. *Завдання: провести фрагмент вступного уроку фізики.*
2. *Завдання: провести фрагмент першої лабораторної роботи.*
3. *Наукові методи вивчення природи. Навести приклади.*
4. *Введення поняття фізичної величини, її вимірювання. Лабораторна робота «Визначення ціни поділки шкали вимірювального приладу».*
5. *Методичний аналіз формування фізичної величини на першому ступені вивчення фізики.*



1. ЗАВДАННЯ: ПРОВЕСТИ ФРАГМЕНТ ВСТУПНОГО УРОКУ ФІЗИКИ

Розглянемо технологічно можливий *сценарій вступного уроку фізики*.

Вступний урок фізики. **НАВКОЛИШНІЙ СВІТ. ФІЗИКА.**

Знання про природу люди накопичували поступово. Спочатку їх цікавили лише знання, що допомагають вижити за тих або інших умов. Люди вчилися добувати їжу, будувати житло, захищати себе від різних природних явищ. Знання про навколишній світ передавалися з покоління в покоління.

Поступово люди навчилися розуміти й пояснювати багато явищ природи, встановлювати закономірні зв'язки між ними. Це давало можливість пророчити, передбачати багато явищ. Так почали зароджуватися наукові знання про навколишній світ.

Оточуючий нас світ різноманітний і складний. Сучасне природознавство — це сукупність багатьох окремих наук про природу. Кожна з них пов'язана лише з вузьким колом проблем природознавства, але разом ці науки дозволяють сформуванню в сучасної людини цілісну природничо-наукову картину навколишнього світу.

До основних природничих наук належать: фізика, хімія, біологія, географія, астрономія.

Метою природознавства є пізнання навколишнього світу. У наш час у галузі природознавства працюють цілі групи людей — учені. Вивчення природи є предметом наукової діяльності вчених.

Природа існує й розвивається за певними законами незалежно від того, знає ці закони людина чи ні.

Учені узагальнюють факти та явища, які існують у природі, і нашими органами чуття, шукають і пояснюють закономірності, що спостерігаються в природі, створюють моделі (тобто спрощені образи того, що є в реальній природі), встановлюють закони, які керують явищами природи. Таким чином, вони поступово розгадують таємниці природи. Це дає величезну користь людям.

Для кожної науки характерні особливі методи досліджень. Учені користуються певною термінологією й апаратурою (приладами).

У природознавстві широко застосовуються такі загальні методи дослідження: спостереження, експеримент, вимірювання.

Знання, які добуває наука, служать всім людям. Окрім природничих, існує безліч технічних наук. Ці науки націлені на використання наявних наукових знань про світ (досягнень природознавства) для створення машин, устаткування, приладів, препаратів, які слугують людині й використовуються нею у побуті. Чи існують остаточні знання? Ні, не існують. Будь-яке наукове знання не може досягти меж, за якими уже не буде чого досліджувати. Обсяг і точність знань про природу постійно збільшуються і будуть збільшуватися надалі. У науці немає остаточних знань.

Як знання, добуті вченими, передаються всім людям?

Наука в будь-якому суспільстві — це складова частина культури цього суспільства. У сучасних державах наука розвивається в науково-дослідних інститутах, лабораторіях, вищих навчальних закладах. Є система наукових періодичних (тобто таких, що регулярно виходять з друку) видань, журналів, збірників; видаються книги, в яких учені публікують результати своїх досліджень. Учені регулярно обговорюють результати своїх досліджень на семінарах, симпозиумах, конференціях, конгресах. Звичайно ж, не всі люди стають ученими. І не всі зобов'язані ними ставати. Однак кожна людина, щоб жити й творити, щоб бути культурною людиною, бути успішною в житті, повинна хоча б у певному обсязі опанувати те, що було досягнуте людьми в процесі розвитку людського суспільства. Для того щоб самостійно, без допомоги інших, навчатися лише орієнтуватися в наявному океані знань, потрібно було б не одне, а багато людських життів. Тому кожного з нас активно навчають: вдома, у дитячому садку, у школі, на виробництві, в інститутах і університетах. Однак де б не вчилася людина, вона завжди вчиться сама. І продовжує вчитися все своє життя — працюючи, спілкуючись з людьми і навіть відпочиваючи.

Слово «фізика» у перекладі із грецької мови означає «природа». Тому досить часто можна зустріти таке тлумачення: фізика — це наука про природу. Однак учні вже знають, який великий зміст несе у собі поняття «природа», також знають, що існує безліч наук, які вивчають природу. Запропонуйте школярам згадати назви цих наук і що вони вивчають.

Яке ж місце серед наук про природу займає фізика?

Донедавна фізики у всіх своїх галузях вивчали явища, не пов'язані зі змінами речовини, тобто з порушенням цілісності молекул. Наприклад, ми можемо на воду подіяти силою, змусивши її текти, можемо помістити її у магнітне поле або освітити, можемо скип'ятити або заморозити. У

всіх цих випадках вода певним чином відреагує на вплив, який справляють на неї наші дії, і особливості такого реагування становлять предмет інтересу фізиків. Однак будова молекул води у всіх наведених випадках залишається незмінною. Даний приклад ілюструє, чому фізику й визначали як науку, що вивчає явища, під час перебігу яких не відбуваються ніякі зміни речовини.

Однак фізика своїм розвитком зробила таке визначення застарілим. На певному етапі фізики почали активно вивчати явища, за яких речовина зазнає змін, до того ж — найбільшою мірою — мова йде про перетворення атомних ядер. Фізики дісталися до первісного будівельного матеріалу речовини — елементарних частинок: протонів, нейтронів, електронів. У результаті одним із головних завдань фізиків стало вивчення елементарних частинок, їхніх властивостей і взаємодій.

До того ж, сучасні фізики починають розуміти, що поведінка елементарних частинок підлягає тим самим законам, що й поведінка зірок і галактик. Прикладів такої спільності явищ у природі, яку зуміли виявити саме фізики, існує величезна кількість. Головне завдання фізики саме в тому і полягає, щоб пояснити явища, що відбуваються в природі, у всій їхній різноманітності, але виходячи з тих або інших загальних принципів. На базі вивчення найпростіших властивостей, найпростіших об'єктів, фізика встановлює найбільш загальні властивості оточуючого нас світу. Головне завдання фізики, таким чином, — виявити й пояснити закони, яким підлягає природа у своєму розвитку. Прикладами таких загальних фізичних законів є закон всесвітнього тяжіння, про який учні вже знають з курсу природознавства, а також закон збереження й перетворення енергії, з яким вони мають ознайомитися наприкінці цього розділу.

Все вище сказане свідчить про те, що фізика і її закони лежать в основі всього природознавства. На основі уявлень фізики побудована сучасна природничо-наукова картина світу.

Фізика є також основою сучасної техніки [24].

Примітка. У наведеному вище матеріалі не фігурують прізвища видатних фізиків, яких прийнято називати творцями науки, не відбитий внесок українських учених тощо. Буде більш правильним, якщо персоналії вчених, як і оцінка їхніх досягнень, виникнуть не у вступі до курсу фізики 7-го класу, а поступово, під час вивчення матеріалу, коли з'явиться природна потреба в такого роду інформації, бо в іншому випадку ця інформація засвоюється чисто формально.

Підбір дослідів для вступного уроку фізики [21]:

Варіант 1

1. Переміщення платформи під дією вантажу, що опускається або моделі блока.
2. Вода не виливається через лійку, яка вставлена в горловину скляної посудини.
3. Обертання змійки у струменях теплого повітря або розгляд моделі двигуна внутрішнього згоряння.
4. Іскровий електричний розряд або взаємодія наелектризованих тіл.
5. Спостереження уявного зображення полум'я свічки в скляній пластині.
6. Рівні відрізки прямої, які обмежені стрілками, що мають різні напрямки здаються нерівними.

Варіант 2

1. Дія маятника Максвелла або розгляд діючої моделі гідравлічного преса.
2. Вода не виливається через отвори в дні банки.
3. Кипіння води в паперовій коробці або розгляд моделі парової турбіни.
4. Нагрівання дротини електричним струмом або взаємодія магнітів.
5. Одержання на екрані збільшеного зображення полум'я свічки.
6. Рівні діагоналі в двох різних паралелепіпедах здаються нерівними.

Варіант 3

1. Рух біконуса і циліндра по похилій площині (механічне явище).
2. Дія кип'ятильника Франкліна (теплове явище).
3. Зависання ватки над наелектризованою пластиною з органічного скла (електричне явище).
4. Взаємодія керамічних магнітів (магнітне явище).
5. Демонстрація дисперсії світла у призмі (оптичне явище).

Далі наведемо приклади класичних фізичних явищ, які можуть бути використані для ознайомлення учнів із явищами, що становлять предмет фізики (урок 2 для 7 класу) [24].

Механічні явища

Механічними називаються явища природи, пов'язані із рухом тіл. Ці явища вивчає розділ фізики, який назива-

ється механікою (від грецького слова «*механе*» — зняряддя, машина).

Рух тіл ми спостерігаємо всюди. Падає камінь, «стрибає» м'яч, іде людина, іде машина, кружляє муха, летить літак, плигає жаба, стартує ракета, Земля обертається навколо Сонця — все це і є приклади механічного руху тіл.

У механічному русі положення тіла після закінчення кожного як завгодно малого проміжку часу змінюється. Лінія, уздовж якої рухається певна точка тіла, називається *траєкторією*.

Залежно від траєкторії рух буває прямолінійним, криволінійним, тіла можуть рухатися по колу, обертатися на одному місці навколо своєї осі, можуть робити коливальні рухи. Фізика описує закономірності всіляких видів руху.

Про механічний рух тіла можна судити, тільки порівнюючи положення цього тіла з положенням якого-небудь іншого тіла. Якщо взаємне розташування двох тіл згодом змінюється, то говорять, що ці тіла рухаються відносно одне одного. Якщо ж взаємне розташування тіл залишається незмінним, то такі тіла відносно одне одного перебувають у спокої.

Як приклади механічного руху можна розглянути падіння крапель води й обертання лопат вентилятора в стробоскопічному освітленні. Досліди демонструються у затемненому фізичному кабінеті.

Теплові явища

Крім механічного руху тіл, у природі існує багато явищ, пов'язаних з тепловим рухом атомів і молекул.

З курсу природознавства учням відомо, що всі тіла складаються з атомів і молекул, які перебувають у стані безперервного хаотичного руху. Такий рух називають *тепловим рухом*. Швидкість руху атомів і молекул пов'язана з температурою тіла: чим більша швидкість, тим вища температура.

Що ж відбувається з тілами під час зміни їхньої температури?

Зміна температури тіла обумовлює зміну його розмірів. У нагріванні розміри переважної більшості тіл збільшуються. Ці тіла розширюються. Під час охолодження розміри тіл, зменшуються, тіла стискаються. До зміни розмірів тіл за зміни температури приводить зміна взаємних відстаней між частинками, що утворюють це тіло (атомами або молекулами).

У цьому випадку, досить корисними демонстраціями є досліди, що ілюструють теплове розширення твердих, рідких і газоподібних тіл. Результати цих дослідів будуть корисними у вивченні розділу «Будова речовини».

Електричні явища

Ще за 600 років до нашої ери стародавні греки помітили, що якщо жовтий бурштин — затверділу смолу, яку вони видобували з-під землі, — потерти об вовну або хутро, то він отримує здатність тривалий час притягувати до себе соломинки, волосинки, листя й інші дрібні предмети, що легко рухаються.

Греки називали цю смолу «електрон». Коли така смола отримує здатність притягувати інші тіла, говорять, що вона заряджена, наелектризована. Від слова «електрон» (бурштин) і пішло слово *електрика*. Під зарядом тіл мають на увазі електричний заряд.

Згідно з сучасними науковими уявленнями, атоми всіх тіл побудовані з електрично заряджених частинок — порівняно легких електронів, носіїв елементарного негативного заряду, і порівняно важких ядер, заряджених позитивно.

Визначення «негативний» і «позитивний» є умовними. Так вигадали вчені. Ці визначення лише відбивають той факт, що електричні заряди атомного ядра й електронів мають неоднакову фізичну природу. Кількісно ж негативний заряд електронів, що входять до складу атома, дорівнює позитивному заряду ядра атома. Тому, в загальному випадку, оточуючі нас тіла є нейтральними — вони не мають надлишкового позитивного або негативного заряду. Якщо ж у тілі є надлишок одного заряду стосовно іншого заряду, то таке тіло називають електрично зарядженим.

Негативний заряд позначають знаком «-» (мінус), а позитивний — знаком «+» (плюс). Ці позначки також є умовними, їхнє походження пов'язане з історією розвитку уявлень учених про електрику. Якщо гумову паличку потерти об вовну, паличка, як ми вже відзначали, заряджається негативним зарядом. А що відбувається з вовною? Виявляється, що вовна теж отримує заряд, але тільки позитивний. Так само, якщо провести по волоссю пластмасовим гребінцем, то він зарядиться негативно, а волосся — позитивно. Як можна пояснити появу цих зарядів?

Відповідно до сучасних уявлень, під час зіткнення нейтральних тіл деяке число електронів одного тіла може перейти до іншого. У результаті перше тіло стає позитивно зарядженим, а друге — негативно.

Рекомендовані дослідження: електризація пластини із плексигласу (електризація визначається за притягуванням до пластини легко рухливих тіл: дрібно нарізаного паперу або фольги, шматочків ниток); одержання електричної іскри

від електрофорної машини або високовольтного генератора. Результати дослідів можуть бути використані наприкінці розділу у вивченні електричної взаємодії.

Магнітні явища

Магнітні явища, як і електричні, були відомі людині вже багато століть тому, з того моменту, коли на горі Магnezія на території Малої Азії був знайдений камінь, що володіє дивними властивостями: камінь притягує до себе залізо. За ім'ям гори камінь був названий магнітом. Тепер цей камінь називають магнітною рудою або магнітним залізняком і відносять до природних магнітів. Існують також штучні магніти — їх навчилися створювати люди.

Найбільш відомим фактом відносно властивостей магнітів є те, що вони притягують до себе голки, шпильки та інші сталеві або залізні предмети. Разом з тим магніт не справляє ніякої дії на шматочки паперу, соломинки, волоски, котрі, як ми вже знаємо, притягуються наелектризованими тілами. Помітне магнітне притягування відчують, окрім заліза, такі метали, як кобальт, нікель, гадоліній, а також деякі сплави. Всі інші речовини теж мають магнітні властивості, однак настільки слабкі; що їх можна виявити лише за допомогою спеціальних чутливих приладів.

Є ще одна особливість магнітного притягування. Якщо занурити магніт у дрібні ошурки, у цвяхи або коробку скріпок, то вони зберуться біля кінців магніту, які називають полюсами. Середина ж магніту буде зовсім вільною від дрібних предметів.

На перший погляд може здатися, що магнетизм концентрується у полюсах магніту. Учені у зв'язку з цим здійснювали спроби відокремити один полюс магніту від іншого. Однак на скільки б шматків не розділили ми магніт, кожний його шматочок залишиться теж повним магнітом із двома полюсами. Це буде спостерігатися завжди, якими б малими не були ці шматочки.

Спостереження того факту, що будь який магніт, коли його вільно підвісити, або, скажімо, пустити плавати в спокійній воді на шматочках дерева, завжди повертається в певному напрямку відносно Землі, привело до створення спеціального компаса; останній широко використовується мореплавцями й мандрівниками для визначення сторін світу.

Компас являє собою магнітну стрілку, що вільно обертається на вістрі, розташованому в центрі круглої коробки, на дні якої нанесені градусні поділки. Той факт, що різноімненні магнітні полюси притягуються один до одного,

може пояснити, чому стрілка компаса показує певний напрямок. Оскільки північний кінець стрілки вказує на північ, то в цьому напрямку має бути протилежний магнітний полюс. Те ж саме можна сказати й відносно південного полюса. Але якщо ці полюси існують, то де вони розміщені?

Упродовж деякого часу вважалося, що джерелом магнітного притягування для компаса є Полярна зірка. Але спостереження показали, що така точка зору є помилковою.

Англійський учений Вільям Джильберт (1540-1603) був одним із перших, хто припустив, що джерело магнітного притягування міститься на самій Землі, тобто що сама Земля є магнітом. Джильберт провів багато дослідів, щоб довести, що його припущення правильне.

Таким чином, північний полюс магнітної стрілки дійсно притягується до південного магнітного полюса Землі (і вказує на нього). Цей полюс розташований недалеко від географічного північного полюса Землі, але не збігається з ним.

Рекомендовані досліді: взаємодія керамічних магнітів; виявлення магнітного поля прямого струму за допомогою магнітної стрілки (дослід Ерстеда).

Оптичні явища

У навколишньому світі немає, мабуть, нічого більш дивного, ніж світло. Школярі уже знають, що все живе на Землі існує завдяки сонячному світлу. Світло несе нам тепло, й тільки тому наша планета не перетворюється в зледеніле безжиттєве космічне тіло. Завдяки світлу людина бачить, а отже, має можливість працювати, учитися, гуляти, займатися спортом.

Довгий час у вчених не було єдиної думки з приводу природи світла. Більше двохсот років тривали запеклі суперечки. Одні фізики, у тому числі І. Ньютон, вважали, що це потік дрібних частинок, корпускул, що вилітають зі світлого тіла. Інші думали, що світло — це хвилеподібні коливання особливої речовини — ефіру, що заповнює світовий простір. Цю точку зору захищав М. В. Ломоносов.

Однак у 1905 році Альберт Ейнштейн довів, що світлу притаманні властивості як частинок, так і хвиль.

Світло переносить енергію, що виділяється джерелом світла в оточуючий простір. Світло — це потік енергії.

Якщо на шляху поширення світла перебуває непрозоре тіло (перешкода), то за цим тілом існує деяка зона простору, куди світло, що падає на цю перешкоду безпосередньо від джерела світла, не проникає. Цю зону простору називають

вають тінню. Якщо за таким непрозорим тілом розмістити екран, то на екрані будуть відтворені обриси цього тіла.

Утворення тіні є експериментальним доказом того, що світло в однорідному середовищі поширюється прямолінійно.

З виникненням тіні пов'язані такі природні явища, як зміна дня й ночі на Землі, сонячні й місячні затемнення.

Рекомендований дослід одержання оптичного зображення світного джерела за допомогою малого отвору. Обговорювання цього досліду може стати прологом до вивчення світлових явищ.

Оскільки на другому уроці фізики вводиться поняття фізичного тіла, то стає необхідним на цьому ж уроці показати, що тіла можуть перебувати у трьох різних станах: твердому, рідкому й газоподібному. Тіло залишається тілом, незалежно від того, у якому стані воно перебуває. Якщо дозволяє час, рекомендується показати плавлення якогонебудь легкоплавкого металу або сплаву.

У підсумку проведеної бесіди з учнями фіксують у зошитах такі положення:

1. У фізиці будь-яка зміна, що відбувається з тілами, називається фізичним явищем.
2. Фізика — це наука про механічні, теплові, електричні, магнітні, оптичні явища й будову речовини.

Для закріплення навчального матеріалу пропонується розв'язати такі фізичні завдання [11]:

- 1 (РГ). Наведіть приклади відомих вам фізичних тіл.
- 2 (РГ). Фізичні тіла можуть складатися з різних речовин. Наведіть приклади відомих вам речовин.
- 3 (РГ). Наведіть приклади відомих вам фізичних явищ.
- 4 (РГ). Чим відрізняються спостереження від експериментів?
- 5 (РГ). Випишіть окремо назви фізичних тіл, речовин та фізичних явищ: скло, вагон, олівець, падіння, метал, лампа, кулька, ковзання, нагрівання, повітря, кипіння; алюміній, кулька, полярне сьйво, екран, лід, лампа, ключ, маятник, коливання, зіткнення, охолодження; літак, залізо, гальмування, бульбашка, Місяць, пісок, склянка, піщинка, дзеркальце, остигання, пластмаса, парашут.

6 (ПВЗ). Микола намагається так кинути в річку камінець, щоб бризки потрапили на Олю. Андрій зацікавлено дивиться на це. Хто з дітей у цьому випадку здійснює експеримент, а хто — спостереження? Обґрунтуйте свою відповідь.

7 (ПВЗ). Назвіть кілька фізичних тіл, які виготовлено з металу.

8 (ПВЗ). Наведіть приклади відомих вам механічних явищ; теплових явищ; електричних явищ; магнітних явищ; оптичних явищ.

9 (ПВЗ). Виберіть серед наведених явищ механічні: футбольний м'яч летить у вікно, сонце відбивається в калюжі, автомобіль рушає з місця, річка восени замерзає, цвях тоне у воді, електричний вентилятор швидко обертається, хлопчик запалює сірник.

10 (ПВЗ). Виберіть серед наведених явищ теплові: лунає дзвоник на урок, хлопчик запалює сірник, світиться лампа розжарювання, стрілка компаса вказує на північ, автомобіль різко гальмує, горить вогнище.

11 (ПВЗ). Виберіть серед наведених явищ електричні: блискавка потрапила у старе дерево, стрілка компаса вказує на північ, електричний вентилятор швидко обертається, пластмасовий гребінець після розчісування волосся притягує дрібні шматочки паперу, бензин згоряє у двигуні автомобіля.

12 (ПВЗ). Виберіть серед наведених явищ оптичні: блискавка потрапила у старе дерево, електричний вентилятор швидко обертається, після дощу з'являється веселка, палає вогнище, світиться лампа розжарювання.

13 (П). Наведіть приклади фізичних тіл, яких ми не можемо бачити.

14 (УЗЗ). Із яких речовин складаються такі тіла: олівець, сокира, викрутка, пенал, газета, стіл, стілець, стіна будинку, трамвайні рейки, літак? Урахуйте, що до складу тіла можуть входити кілька різних речовин.

15 (УЗЗ). Назвіть кілька фізичних тіл, які складаються з двох або трьох різних речовин. Назвіть ці речовини.

16 (УЗЗ). Які з наведених явищ є механічними та водночас тепловими: автомобіль різко гальмує, гаряча вода остигає, стародавня людина добуває вогонь тертям, вмикається електричне опалювання?

17 (УЗЗ). Які з наведених явищ є тепловими та водночас оптичними: туристи розпалюють вогнище, спалахує блискавка, світиться лампа розжарювання, світиться в темряві гнила деревина?

18 (УЗЗ). Які з наведених явищ є електричними та водночас оптичними: працює електричний дзвоник, світиться лампа розжарювання, спалахує блискавка, через телескоп спостерігають далеку зорю, під час вимикання електричного приладу виникають іскри?

4. ВВЕДЕННЯ ПОНЯТТЯ ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ, ЇЇ ВИМІРЮВАННЯ

Розглянемо основні методичні особливості введення поняття фізичної величини (урок 4 для 7 класу) [24]:

Фізичні величини, або з чого починається фізика?

Перші кроки у вивченні фізики так або інакше пов'язані з поняттям «фізична величина», що відбиває на кількісному рівні ту або іншу якісну характеристику фізичного тіла або фізичного явища, процесу. Поняття фізичної величини нерозривно пов'язане з поняттям фізичного виміру. Формування цих понять у процесі навчання відбувається одночасно.

Під величиною у фізиці, як відомо, розуміють кількісну характеристику деякої властивості, загальної в якісному відношенні для багатьох фізичних об'єктів, але в кількісному відношенні індивідуальну для кожного з них. Наприклад, будь-яка речовина має властивість, що називають щільністю, але в кожній речовини ця властивість «є присутньою» у більшій або меншій мірі, тобто кількісно оцінюється порізно. Алюміній щільніший за пінопласт. Тому правомірно порушити питання: на скільки алюміній щільніший за пінопласт або у скільки разів щільніший. Відповідь на поставлене питання припускає виконання якоїсь процедури, відомої під назвою «вимірювання». Під вимірюванням варто розуміти послідовність експериментальних і обчислювальних операцій, здійснюваних за допомогою спеціальних технічних засобів для знаходження значення фізичної величини, що характеризує конкретну властивість досліджуваного об'єкта. Сутність будь-якого фізичного вимірювання полягає у порівнянні вимірюваної величини з іншою однорідною величиною, прийнятою за одиницю виміру.

Що являє собою результат вимірювання?

Результатом зробленого вимірювання є якесь число, що показує, скільки разів обрана одиниця виміру міститься у вимірюваній величині. Це число називається чисельним значенням або просто значенням вимірюваної величини. Так, наприклад, вираз «довжина дроту дорівнює $3/4$ м» означає, що за одиницю прийняті 1 метр, і що довжина дроту становить $3/4$ частини одного метра. Зазначення лише чисельного значення без згадування одиниці виміру сенсу не має, оскільки не зрозуміло, з чим здійснюється порівняння. Аналогічно вираз «зріст хлопчика дорівнює 32 сірникам» означає, що за одиницю довжини прийнята довжина одного сірника й що зріст хлопчика у 32 рази більше, ніж довжина одного сірника.

Що із чим можна порівнювати?

Порівнювати (у значенні вимірювати) між собою можна лише такі аналогічні властивості розглянутих об'єктів, які піддаються кількісній оцінці. Інакше кажучи, порівнювати між собою можна лише однорідні (одного роду, що відрізняються тільки кількісно) величини. Об'єм можна порівнювати тільки з об'ємом, масу — з масою, силу струму — тільки із силою струму. Не можна порівняти зріст людини з місткістю посудини.

Наприклад, таку властивість об'єкта, як його протяжність у просторі, зокрема його довжина, можна уявити кількісно відмінною, тобто такою, що піддається кількісній оцінці. З цієї причини довжина заслуговує «присвоєння» їй почесного звання *фізичної величини*. А от такої властивості, як «краса», привласнити звання фізичної величини категорично не можна. Якби навіть вдалося встановити, що один предмет гарніший за інший, то однаково ніхто не зумів би відповістити на уточнююче запитання: на скільки гарніший, у скільки разів гарніший.

Чим відрізняються між собою фізична величина й одиниця її вимірювання?

Істотна відмінність фізичних величин від одиниць їхнього вимірювання полягає в тому, що фізична величина — це поняття, що відбиває одну з важливих «природних» сторін об'єкта, це відбиття в нашій свідомості незалежно від нас об'єктивних даних. Одиниця ж виміру — це величина, довільно обрана людьми для кількісних оцінок, потрібних при осмисленні того, що відбувається навколо нас. Образно можна сказати так: «Фізичні величини дає нам природа, а одиниці їхнього вимірювання вигадує людина, піклуючись про практичну здійсненність й простоту наших дій, які зветься вимірюванням».

Практично ми робимо порівняння величини не з одиницею виміру (адже вона є лише абстрактним поняттям!), а з мірою — упредметненою одиницею вимірювання. Міри, виконані з найвищою досяжною на цей час точністю, називаються еталонами. Еталон довжини, еталон маси — певні міри, прийняті за вихідні для здійснення порівнянь.

Якими мають бути одиниці вимірювання?

Одиниці вимірювання мають бути зручними, незмінними й легко відтворюваними, щоб ними міг скористатися кожен.

Зручними — це означає, що результат вимірювання величин, які зустрічаються найчастіше, має виражатися найменшою кількістю слів. Безглуздо, наприклад, зріст людини вимі-

ривати в мікронах: 1 млн. 650 тис. мкм ($1 \text{ мкм} = 1 / 1000000 \text{ м}$). Для науки взагалі не можна придумати «найзручнішу» одиницю — нею доводиться вимірювати й віддаль до зірок, й розмір атома, і тривалість блискавки, і вік Всесвіту.

Важливо також, щоб незмінність одиниць вимірювання могла бути перевірена яким-небудь незмінним і вічним природним (нерукотворним) еталоном. Наприклад, одиницю часу — секунду завжди звіряли з часом повного обороту Землі навколо власної осі, а одиницю вимірювання довжини — метр — з певною частиною довжини земного меридіана, що проходить через Париж.

5. МЕТОДИЧНИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ФІЗИЧНОЇ ВЕЛИЧИНИ НА ПЕРШОМУ СТУПЕНІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

Які види вимірювання використовують у фізиці?

Фізичні вимірювання можна розділити на прямі й непрямі вимірювання. Під прямими вимірюваннями розуміють такі, за яких вимірювана величина порівнюється з мірою або еталоном безпосередньо або за допомогою певних вимірювальних приладів. Вимірювання довжини лінійкою, маси за допомогою важільних ваг тощо — приклади прямих вимірювань. Непрямі вимірювання — це такі, за яких безпосередньо вимірюється не сама величина, що цікавить нас, а інші величини, пов'язані з нею певними залежностями. У цьому випадку результат вимірювання отримують через обчислення.

Якою кількістю фізичних величин оперує фізична наука?

Дати однозначну відповідь на поставлене питання досить важко. Фізика — наука, що безупинно розвивається, і разом з її розвитком виникають нові фізичні величини, які характеризують нові, раніше невідомі властивості. З іншого боку, важко врахувати й перерахувати всі відомі фізичні величини, оскільки через незліченну безліч властивостей матеріальних об'єктів доводиться користуватися великою кількістю фізичних величин. Але ця обставина не повинна злякати школяра. Завдання, у якому розглядається якийсь об'єкт у всьому різноманітті його якостей, практично розв'язати не можна. Дуже важливо вміти виділити коло величин, що досить повно характеризують об'єкт вивчення у конкретному випадку. Розглядати треба тільки головні істотні боки об'єкта, відкинувши всі другорядні! Інакше кажучи, кожна з фізичних величин важлива, кожна відбиває одну з багатьох властивостей об'єкта. Без будь-якої з цих властивостей об'єкт пе-

рестає бути самим собою. Відносну важливість тієї або іншої властивості чи відбиваючої її величини, доводиться оцінювати лише в конкретних умовах розгляду об'єкта.

Методичний алгоритм змістовності поняття *фізичної величини* визначає [1]:

- властивість, яку характеризує дана фізична величина;
- її означення (дефініція);
- формула, покладена в основу означення, зв'язок з іншими величинами;
- одиниці фізичної величини;
- способи її вимірювання.

Для закріплення вивченого матеріалу пропонується розв'язати систему фізичних завдань [11]:

1 (РГ). Назвіть відомі вам фізичні величини. Що вони характеризують?

2 (ЗЗ). Що означає виміряти фізичну величину?

3 (РГ). Які вимірювальні прилади вам відомі? Які фізичні величини можна вимірювати за їх допомогою?

4 (РГ). Назвіть відомі вам одиниці фізичних величин.

5 (РГ). Яку фізичну величину вимірюють за допомогою мензурки?

6 (НС). За допомогою яких приладів можна вимірювати розміри тіл?

7 (РГ). Випишіть окремо назви фізичних величин та вимірювальних приладів: довжина, термометр, об'єм, лінійка, секундомір, температура, час, мензурка, відстань, висота, вимірювальна стрічка, мікрометр.

8 (РГ). Випишіть окремо назви фізичних величин і одиниць: довжина, градус, об'єм, квадратний метр, секунда, температура, час, кілометр, площа, година, висота, кубічний сантиметр, рік, світловий рік, морська миля.

9 (РГ). Які з наведених вимірювальних приладів призначені для вимірювання однієї і тієї самої фізичної величини: лінійка, термометр, секундомір, мензурка, метроном, вимірювальна стрічка, мікрометр, годинник?

10 (ПВЗ). Як можна перетворити (хоча б тимчасово) звичайну склянку на мензурку? Що вам для цього знадобиться?

11 (ПВЗ). Скільки квадратних сантиметрів у квадратному метрі? Квадратних міліметрів у квадратному метрі? Квадратних метрів у квадратному кілометрі? Кубічних сантиметрів у кубічному метрі? Кубічних міліметрів у кубічному метрі? Кубічних сантиметрів в одному літрі? Літрів в одному кубічному метрі?

12 (УЗЗ). Виразіть: у квадратних сантиметрах такі значення площі: $0,4 \text{ дм}^2$, 35 дм^2 , $2,5 \text{ м}^2$; у кубічних сантиметрах такі значення об'єму: $0,4 \text{ дм}^3$, 35 дм^3 , $2,5 \text{ м}^3$; у квадратних метрах такі значення площі: 45 мм^2 , 680 см^2 , 75 дм^2 , $0,25 \text{ км}^2$; у кубічних метрах такі значення об'єму: 45 000 см^3 , 750 дм^3 .

13 (УЗЗ). Яка ціна поділки вашого кімнатного термометра; медичного термометра? Чи можна за допомогою кімнатного термометра виміряти температуру повітря з точністю до $0,01^\circ\text{C}$?

14 (Нс). Накресліть у зошиті частину шкали лінійки з ціною поділки 2 мм; шкали термометра із ціною поділки $0,5^\circ\text{C}$; шкали мензурки з ціною поділки 25 мл.

15 (УЗЗ). Що легше: виміряти товщину книжки з точністю до 2 мм чи довжину кімнати з точністю до 2 см? Обґрунтуйте свою відповідь.

16 (УЗЗ). Довжину ребра кубика збільшили в 3 рази. У скільки разів змінилися внаслідок цього: а) об'єм кубика; б) площа однієї грані; в) площа поверхні?

17 (УЗЗ). Радіус кулі збільшили в 4 рази. У скільки разів змінилися внаслідок цього: а) об'єм кулі; б) площа її поверхні?

18 (П). Уявіть, що аркуш міліметрового паперу розмірами $20 \times 30 \text{ см}$ розрізали на окремі міліметрові квадратики. Яку довжину матиме смужка завширшки 1 мм, викладена з цих квадратиків?

19 (П). Уявіть, що куб із довжиною ребра 10 см розрізали на маленькі кубики з довжиною ребра 1 мм та, поставивши усі ці кубики один на одного, «побудували» башту. Яку висоту матиме така башта?

20 (П). Як виміряти об'єм кристалу мідного купоросу, який має неправильну форму? Врахуйте, що мідний купорос розчиняється у воді.

21 (П). Ви маєте посудину з водою, маленьку мензурку та звичайну склянку. Як можна виміряти об'єм деталі, яка за розміром дещо перевищує мензурку?

22 (УЗЗ). Як можна експериментально визначити, у скільки разів об'єм піску більший, ніж загальний об'єм піщинок? Яке обладнання вам знадобиться для такого експерименту?

23 (П). Як можна визначити товщину плівки, яку утворює на воді крапля бензину або мастила після розтікання? Яке обладнання вам знадобиться?

24 (УЗЗ). Щоб приблизно визначити площу криволінійної фігури, її можна нарисувати на аркуші у клітинку, обвести контур і порахувати кількість клітинок. Якщо клітинка лише частково зайнята цією фігурою, її рахують як $1/2$ клітини. Обведіть контур своєї долоні на клітинках та визначте її площу.

ПОУРОЧНЕ ПЛАНУВАННЯ З ФІЗИКИ

План-конспект уроку фізики, проведений у 7-А класі
загальноосвітньої школи I-III ступенів № 9
м. Кам'янець-Подільського вчителем П.І.П.

Тема уроку:

Мета уроку: навчальна:
розвивальна:
виховна:

Тип уроку:

Вид уроку:

Обладнання уроку:

Тривалість уроку:

Література:

Наочність:

План уроку

- 1.
- ...
- 5.

Хід уроку:

I. Організаційна частина уроку. Психологічна установка на навчання

II. Мотивація пізнавальної діяльності. Актуалізація опорних знань

III.

...

VII. Підсумок уроку. Домашнє завдання. Оцінювання

Підпис учителя _____

Навчально-методичні завдання:

1 (ПВЗ). Розкрити теоретичні положення практичного заняття у вигляді дидактичної гри.

2 (П). Спроекувати та підготувати розгорнутий план-конспект уроку-лабораторної роботи з фізики:

а) визначення ціни поділки шкали вимірювального приладу;

б) вимірювання часу;

в) вимірювання лінійних розмірів тіл та площі поверхні;

г) вимірювання об'єму твердих тіл, рідин і газів.

3 (УЗЗ). Проаналізувати діючу шкільну програму фізики в аспекті вивчення поняття фізичної величини та розробити узагальнюючу блок-схему.

2.4. Практичні заняття № 4-5 (4 год.)

ФОРМУВАННЯ УЯВЛЕНЬ ПРО МЕХАНІЧНИЙ РУХ

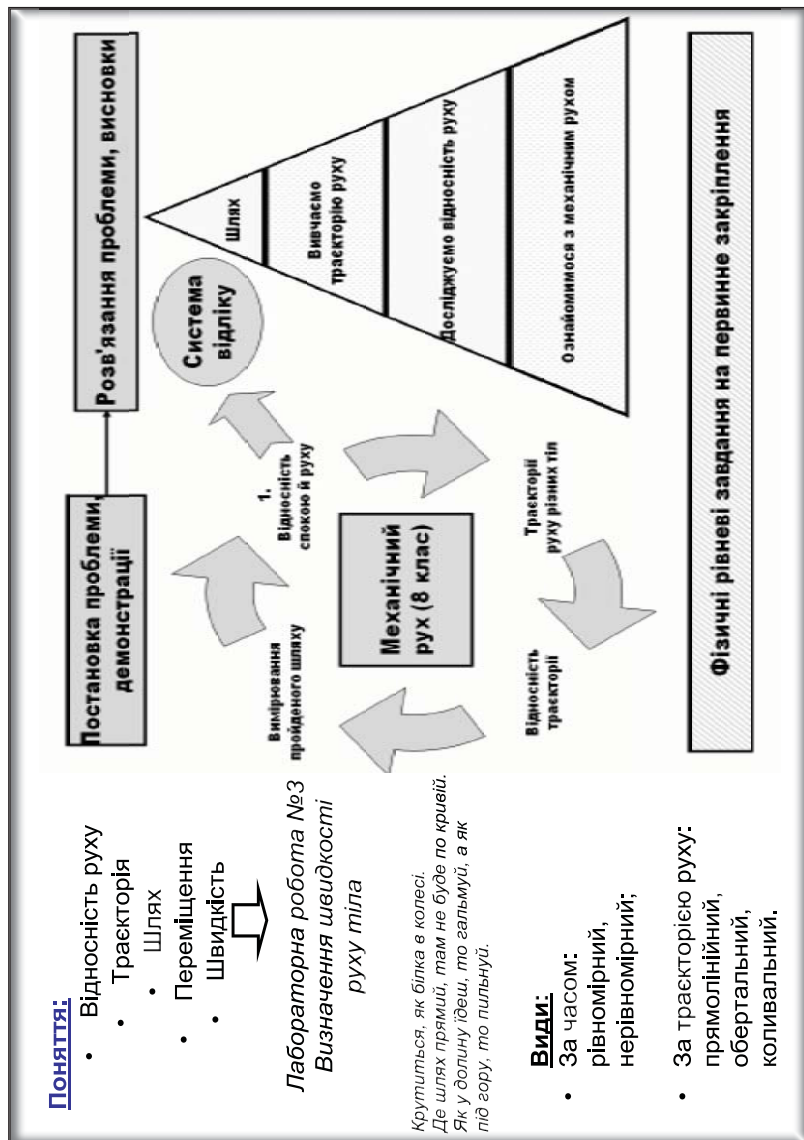
Актуалізація опорного рівня обізнаності:

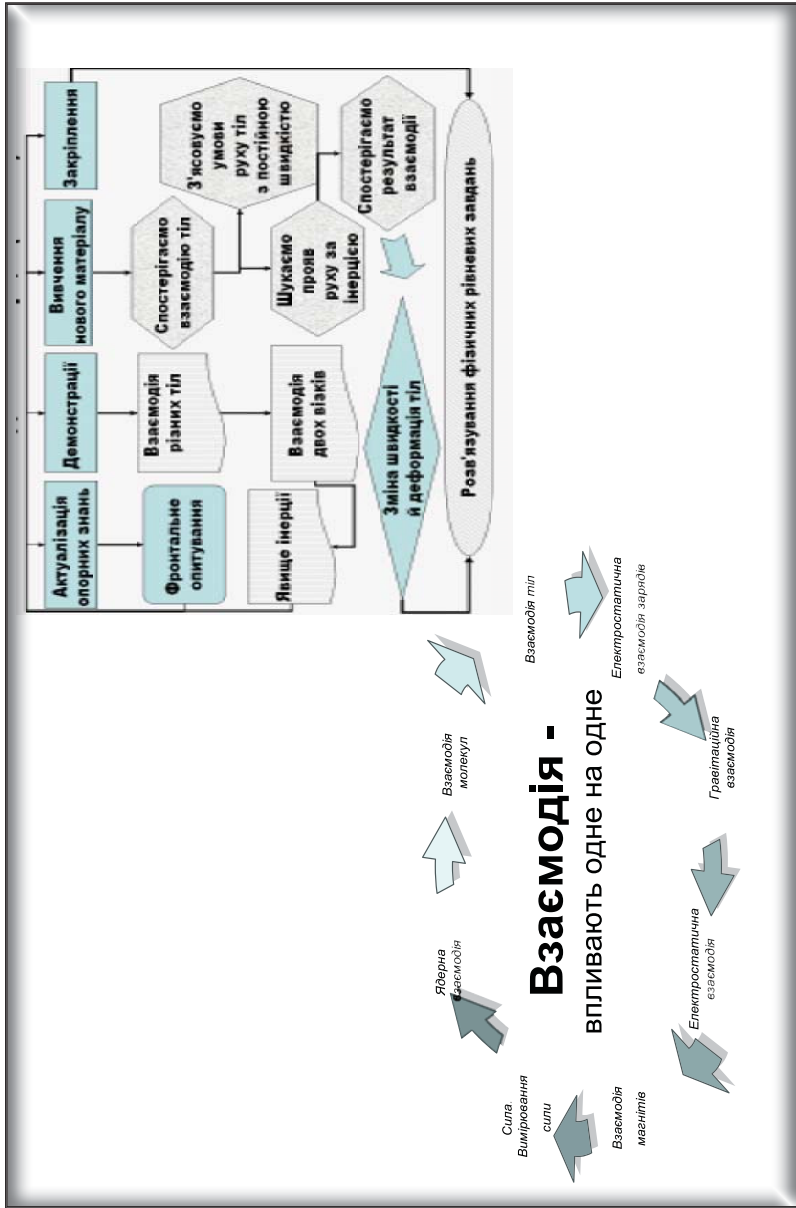
- 1 (РГ). Що таке механічний рух?
- 2 (РГ). Що означає відносність руху?
- 3 (ПВЗ). Види механічних рухів та їх класифікації.
- 4 (ПВЗ). Наведіть приклади різноманітних фізичних явищ, які вивчаються у 7 класі.
- 5 (ПВЗ). Наведіть приклади взаємодії тіл.
- 6 (ПВЗ). Як рухається тіло, якщо на нього не діють інші тіла? Що відбувається з тілом, коли дії на нього інших тіл не скомпенсовані?

План

1. Введення поняття механічного руху: відносність руху, траєкторія, шлях, переміщення руху тіл.
2. Введення поняття швидкості руху тіла. Лабораторна робота.
3. Вивчення класифікацій видів механічних рухів. Прямо-лінійний, обертальний, коливальний рухи.
4. Методичний аналіз розв'язування фізичних задач на механічний рух.
5. Завдання: здійснити науково-методичний аналіз теми «Взаємодія тіл».
6. Особливості організації та постановки лабораторних робіт:
 - а) вимірювання частоти обертання тіл;
 - б) дослідження коливань маятника;
 - в) вивчення характеристик звуку.
7. Методичний аналіз вивчення взаємодії тіл на першій ступені ШКФ (7-9 класи):
 - а) взаємодія тіл. Сила — міра взаємодії. Взаємодія молекул;
 - б) тема «Взаємодія тіл»: теоретичний матеріал, лабораторні роботи, демонстрації;
 - в) взаємодія заряджених тіл, магнітів; ядерна взаємодія.
8. Методичний аналіз формування практичних умінь учнів у вивченні взаємодії тіл (7-9).
9. Система навчального фізичного експерименту з теми «Взаємодія тіл» (7-9 класи).
10. Завдання: провести фрагмент уроку-презентації лабораторної роботи.

Опорний конспект практичного заняття № 4-5





1. ВВЕДЕННЯ ПОНЯТТЯ МЕХАНІЧНОГО РУХУ: ВІДНОСНІСТЬ РУХУ, ТРАЄКТОРІЯ, ШЛЯХ, ПЕРЕМІЩЕННЯ РУХУ ТІЛА

Опишемо основні етапи вступного уроку фізики з теми «**Механічний рух**», використовуючи опорний конспект й завдання компетентісно-світоглядного рівня для закріплення матеріалу:

Мета уроку: навчальна: узагальнити знання учнів про механічний рух; звернути увагу на відносність механічного руху; розкрити зміст поняття «система відліку».

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Вид уроку: евристична бесіда.

Рекомендовані запитання:

1 (РГ). Коли тіло можна вважати матеріальною точкою? Наведіть приклади.

2 (ЗЗ). Що таке пройдений тілом шлях?

3 (РГ). Які одиниці шляху вам відомі?

4 (РГ). Ви їдете в школу в автобусі. Назвіть тіла, відносно яких ви перебуваєте в стані спокою, а відносно яких — рухаєтеся.

5 (ПВЗ). Вітрильна яхта заходить у порт. Капітан віддає наказ: «Спустити вітрила!». Визначте траєкторію, за якою рухатиметься вершина трикутного вітрила при виконанні команди, з погляду капітана й з погляду тих людей на пірсі, що зустрічають яхту.

6 (РГ). У яких випадках космічний корабель можна вважати матеріальною точкою:

а) корабель робить переліт Земля — Марс;

б) корабель здійснює м'яку посадку на поверхню Марса.

7 (ПВЗ). Дівчинка проходить шлях від дому до гімназії 250 м, а до музичної школи в тім же напрямку — 670 м. Який шлях проходить дівчинка до музичної школи, якщо вона йде не з дому, а прямо з гімназії?

2. ВВЕДЕННЯ ПОНЯТТЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ТІЛА

Урок. Швидкість руху тіла

Мета уроку: навчальна: ввести поняття рівномірного руху тіла; дати поняття швидкості рівномірного прямолінійного руху тіла й одиниць швидкості.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Вид уроку: евристична бесіда.

План уроку

Актуалізація опорних знань	5 хв.	1. Що таке механічний рух? 2. Наведіть приклади відносності руху. 3. Усім відомо, що Земля обертається. Чому ж у повсякденному житті ми цього не помічаємо? Поясніть.
Демонстрації	5 хв.	1. Приклади рівномірного руху. 2. Фрагменти відеофільму або слайд-шоу на тему «Механічний рух».
Вивчення нового матеріалу	25 хв.	1. З'ясуємо, що таке швидкість рівномірного руху. 2. Знаходимо співвідношення між одиницями швидкості. 3. Переконаємося у відносності напрямку й значення швидкості.
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв.	1. Учимося розв'язувати задачі. 2. Контрольні запитання.

Рівномірний рух тіла — це рух, при якому тіло за будь-які рівні проміжки часу проходить однакові шляхи.

Бистроту руху характеризує фізична величина — швидкість.

Швидкість тіла при рівномірному русі — це фізична величина, що дорівнює відношенню шляху, пройденого тілом, до часу, впродовж якого цей шлях був пройдений.

1 м/с — це швидкість такого рівномірного руху, під час якого тіло за кожну секунду проходить шлях в 1 м.

Швидкість руху можна вимірювати і в см/с, і в км/год, і в км/с.

Розв'язування задачі

Який шлях пройде катер по озеру за дві години, якщо його швидкість 7,5 м/с?

Аналіз фізичної проблеми, пошук математичної моделі.

Скористаємося визначенням швидкості $v = \frac{l}{t}$. З цієї формули можна визначити шлях, який пройде катер: $l = vt$.

Щоб розв'язати задачу, необхідно виразити або час у секундах, або швидкість у кілометрах за годину. У першому випадку пройдений шлях виражатиметься в метрах, у другому — в кілометрах. Отже, щоб шлях був виражений у кілометрах, ми маємо перевести одиниці швидкості з метрів за секунду у кілометри за годину: $7,5 \text{ м/с} = 27 \text{ км/год}$.

Перевіряємо одиниці величин: $[l] = \frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \text{год} = \text{км}$.

Знаходимо шукану величину: $l = 27 \cdot 2 = 54$ (км).

Проаналізуємо отриманий результат: шлях, який пройшов катер, є правдоподібним.

Відповідь: катер за 2 год. пройде 54 км.

Рекомендовані запитання:

1 (ЗЗ). Який рух називається рівномірним?

2 (ЗЗ). Як обчислити швидкість тіла? У яких одиницях вимірюється швидкість?

3 (РГ). Виразіть у км/год. такі швидкості: 0,5 м/с, 3 м/с, 20 м/с.

4 (РГ). Виразіть у м/с такі швидкості: 3,6 км/год., 72 км/год., 108 км/год.

5 (РГ). Поїзд починає плавно набирати хід. Що потрібно робити пасажиру, щоб залишатися нерухомим відносно перону?

6 (ПВЗ). Людина йде зі швидкістю 5,4 км/год. Скільки кроків за секунду вона робить, якщо довжина кроку становить 60 см?

Урок. Середня швидкість тіла у нерівномірному русі

Мета уроку: навчальна: ввести поняття нерівномірного руху; дати поняття середньої швидкості руху тіла.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Вид уроку: евристична бесіда.

План уроку

Контроль знань	5 хв.	1. Яка швидкість є більшою: 72 км/год. або 15 м/с? 2. Що розуміють під прямолінійним рівномірним рухом? 3. Поїзд починає плавно набирати хід. Для чого пасажир, що збирається на ходу стрибнути у вагон, перед стрибком біжить поряд із вагоном?
Демонстрації	5 хв.	1. Приклади нерівномірного руху. 2. Фрагменти відеофільму або слайд-шоу на тему «Механічний рух».
Вивчення нового матеріалу	21 хв.	1. Учимося розрізняти рухи тіл. 2. Обчислюємо середню швидкість нерівномірного руху.
Закріплення вивченого матеріалу	14 хв.	1. Учимося розв'язувати задачі. 2. Контрольні запитання.

Рівномірний прямолінійний рух зустрічається досить рідко. Рівномірно й прямолінійно тіла рухаються лише на невеликих відрізках своєї траєкторії, а на інших ділянках їхня швидкість змінюється. Якщо виміряти відстані, пройдені рейсовим автобусом за кожну хвилину, то ми побачимо, що вони будуть різними. Отже, якщо тіло за однакові проміжки часу проходить різні шляхи, то такий рух називають *нерівномірним*. За нерівномірного руху швидкість тіла з часом змінюється. Тепер *класифікуємо* всі види механічного руху:

✓ *за формою траєкторії*: прямолінійний або криволінійний;

✓ *за залежністю швидкості від часу*: рівномірний або нерівномірний.

Надалі вивчаються такі види рухів:

- прямолінійний рівномірний рух;
- прямолінійний нерівномірний рух;
- криволінійний рівномірний рух;
- криволінійний нерівномірний рух.

Для характеристики нерівномірного руху розширюємо поняття швидкості: вводимо нове поняття — «середня швидкість на ділянці шляху».

Щоб обчислити середню швидкість руху тіла $v_{\text{сеп}}$, необхідно шлях l , який пройшло тіло, розділити на витрачений час t .

Якщо тіло пройшло кілька ділянок шляху (l_1, l_2, \dots, l_n) , витративши на кожну з ділянок час (t_1, t_2, \dots, t_n) , то середня швидкість на всьому шляху дорівнює:

$$v_{\text{сеп}} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}.$$

Середня швидкість не дає змоги з'ясувати, де перебуває тіло в довільний момент часу, але вможливає обчислення всього шляху, пройденого тілом за певний проміжок часу.

Розв'язування задачі

Хлопчик півтори години їхав на велосипеді зі швидкістю 20 км/год. Після цього велосипед зламався й останній кілометр хлопчик змушений був пройти пішки. Якою була середня швидкість хлопчика на всьому шляху, якщо пішки він ішов півгодини?

Розв'язання. Рух хлопчика протягом двох годин був нерівномірним: він складався з рівномірного руху протягом першої півтори години зі швидкістю 20 км/год, і рівномір-

ного руху на останньому кілометрі з меншою швидкістю. Для обчислення середньої швидкості необхідно знати весь пройдений шлях і весь час руху.

Увесь шлях можна визначити за формулою $l = l_1 + l_2$, де l_1 — шлях на велосипеді, l_2 — шлях, пройдений пішки. Шлях, який проїхав хлопчик на велосипеді, визначимо за формулою $l_1 = v_1 t_1$. Час, витрачений хлопчиком на дорогу: $t = t_1 + t_2$.

Тоді середня швидкість руху хлопчика дорівнює:

$$v_{\text{сеп}} = \frac{l}{t} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t_1 + l_2}{t_1 + t_2}.$$

Перевіряємо одиниці величин: $[v_{\text{сеп}}] = \frac{\frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \text{год} + \text{км}}{\text{год} + \text{год}}$.

Обчислюємо середню швидкість:

$$v_{\text{сеп}} = \frac{1,5 \cdot 20 + 1}{1,5 + 0,5} = 15,5 \text{ (км/год.)}.$$

Проаналізуємо отриманий результат:

Хлопчик їхав зі швидкістю 20 км/год. і йшов пішки зі швидкістю 2 км/год. Середня швидкість була менше 20 км/год. і більше 2 км/год. Отриманий результат є правдоподібним.

Відповідь: середня швидкість руху хлопчика становила 15,5 км/год.

Рекомендовані запитання і задачі:

1 (РГ). Що ми розуміємо під словами «середня швидкість автомобіля 60 км/год.»?

2 (ПВЗ). Кожні 15 хв. тіло проходить 150 м. Чи можна стверджувати, що рух цього тіла обов'язково є рівномірним?

3 (УЗЗ). Опишіть нерівномірний рух, під час якого кожні чотири хвилини тіло проходити 400 м.

4 (ПВЗ). Турист годину йшов зі швидкістю 4 км/год., а потім годину їхав на велосипеді зі швидкістю 12 км/год. Якою була середня швидкість туриста на всьому шляху?

5 (УЗЗ). Хлопчик якийсь час ішов пішки зі швидкістю 4 км/год., а потім стільки ж часу їхав на велосипеді зі швидкістю 16 км/год. У скільки разів відрізняються шляхи, які проїхав і пройшов хлопчик?

7. МЕТОДИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИВЧЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ТІЛ НА ПЕРШІЙ СТУПЕНІ ШКФ (7-9 КЛАСИ)

Урок вступний з теми «Взаємодія тіл»

У оточуючій нас природі неможливо відшукати яке-небудь тіло, виявити яке-небудь явище, що існувало б «саме по собі», тобто не було б зв'язане з іншими тілами, явищами. Взаємодіючи, тіла впливають одне на одне. М'яч, випущений з рук людини, падає на землю в результаті його взаємодії із Землею. Скрипка видає звуки після того, як скрипаль смичком доторкнеться до її струн. Сухе волосся після розчісування електризується й притягується до гребінця. Залізні предмети притягуються до магніту. Крапелька води на скляній підставці розтікається, а на папері, просоченому жиром, зберігає округлу форму. Перелічені приклади свідчать про різноманіття форм взаємодії в неживій природі.

Треба звернути увагу учнів на те, що більшість спостережень над об'єктами Всесвіту включає також взаємодії однієї речовини з іншими. Так, наприклад, рівень води в скляній трубці малого діаметра підвищується, у той час як рівень ртуті в такій самій трубці знижується. Це має відбивати відмінності у взаємодії між склом і водою й склом і ртуттю.

Вивчення кольорів включає дослідження взаємодії світла з речовиною.

До інших видів взаємодій належать: електричне, магнітне притягання й відштовхування, механічний тиск (за рахунок ваги об'єкта, стискання пружини або скорочення м'язів), а також цілий ряд атомних і молекулярних взаємодій, які називаються хімічними реакціями.

На цей час у природі відомі тільки чотири фундаментальні, відмінні одна від одної взаємодії:

1. Гравітаційна, яка не є істотною у взаємодіях з малими частинками, однак ця взаємодія утримує сонячні системи й галактики.

2. Електромагнітна, яка в першу чергу визначає структуру й поведінку атома (включаючи його хімічні властивості) і, крім того, лежить у основі електромагнітного спектра.

3. Сильна ядерна взаємодія, що перешкоджає розпаду ядер.

4. Слабка ядерна взаємодія, що управляє процесами, які призводять до перетворення одних субатомних частинок в інші.

Програма пропонує зосередити увагу семикласників на перших двох видах взаємодії — гравітаційній та електромагнітній.

Гравітаційна взаємодія

Ще Ньютон висловив припущення, що всі тіла у природі мають здатність притягати до себе інші тіла. Зірки, планети, каміння, будинки, дерева, тварини, порошини — усе одне до одного притягується.

Однак зі скільки-небудь помітною силою притягують тільки такі величезні масивні тіла, як земна куля, планети й зірки, а сили тяжіння, що виходять від тіл звичайних розмірів (будинків, каміння, дерев, тварин) настільки малі, що виявити й виміряти їх вдається лише за допомогою спеціального чутливого устаткування.

Взаємне притягання тіл одне до одного описується законом всесвітнього тяжіння. Відповідно до цього закону сила взаємного притягання тіл тим більша, чим більша маса тіл і чим менша відстань, на якій тіла перебувають одне від одного. Виявляється, сила, з якою притягуються дві людини, що перебувають на відстані один метр (наприклад, сидять за одним столом), приблизно дорівнює 0,00000025 Н.

У наших земних умовах закон всесвітнього тяжіння виявляється, наприклад, у падінні на Землю будь-якого тіла, позбавленого опори. Падаюче тіло рухається зі зростаючою швидкістю під дією притягання, що виходить від масивного тіла — Землі.

Астрономічні спостереження показують, що здатність притягувати має не тільки Земля. Тіла (наприклад, камені), що лежать на поверхні Місяця, не падають до нас, на Землю, тому що більш близький до тих Місяць притягує їх до себе сильніше. Той факт, що планети і комети, які швидко рухаються, не летять від Сонця прямими лініями, а рухаються криволінійними орбітами, свідчить про те, що й Сонце є джерелом сил тяжіння.

Обговорюючи питання про гравітаційну взаємодію (земне тяжіння), рекомендується провести або згадати досліди з нитяним маятником, що у стані рівноваги задає прямовисну лінію. Якщо ж маятник вивести зі стану рівноваги, він буде «завзято» прагнути зайняти найближче стосовно Землі (її центра) положення.

Електростатична взаємодія

Далі має бути розглянутий один з видів електромагнітної взаємодії, а саме електростатична взаємодія, оскільки це знадобиться у вивченні будови атомів наступного розділу. Має сенс уже на цьому етапі вивчення взаємодії пояснити учням, що термін «статичний» означає «нерухомий».

Цей особливий вид взаємодії має місце між електричними зарядами, які нерухомі відносно один одного. Більше того, варто аналізувати закономірності, які належать до найпростішої геометрії: коли можна вважати, що кожний із зарядів зосереджений у точці, а не розподілений якоюнебудь поверхнею. У цьому випадку, як відомо, рівняння, що описує електростатичну взаємодію, дуже схоже на рівняння гравітаційної взаємодії.

Зазвичай, для демонстрації взаємодії заряджених тіл ставлять такий дослід. Заряджають ебонітову паличку, сильно потерши її об вовну, а потім підносять її до іншої такої ж зарядженої ебонітової палички. Спостерігають: відштовхування паличок. Однак, якщо одним із заряджених тіл буде ебонітова паличка, а іншим — скляна, то ці заряджені тіла притягнуться одне до одного. Це відбувається тому, що під час натирання скляна й ебонітова палички заряджаються по-різному: скляна — позитивно, а ебонітова — негативно.

Описані взаємодії двох заряджених ебонітових паличок і заряджених ебонітової й скляної паличок відбивають загальний закон взаємодії електричних зарядів: різнойменні заряди притягуються, а однойменні заряди відштовхуються.

Взаємодія магнітів

Якщо стрижневий магніт, намагнічену голку або шматок магнітного залізняку укріпити так, щоб вони могли вільно повертатися в горизонтальній площині навколо вертикальної осі, то кожний із цих магнітів мимовільно буде встановлюватися в певному напрямку: один його кінець буде вказувати на північ, а інший — на південь. Якщо такий магніт вивести з означеного положення, то він знову повернеться у вихідне положення: магніт знову встановиться так, що один його кінець укаже на північ, а інший — на південь. Той кінець магніту, що вказує на північ, був названий північним полюсом (його позначають буквою N або $Пн$), протилежний кінець — південним полюсом (позначається S або $Пд$).

Якщо піднести північний полюс магніту до північного полюса вільно підвішеного магніту, то магніти відштовхнуться один від одного. Те ж саме відбудеться й у випадку з південними полюсами. Однак якщо північний полюс одного магніту наблизити до південного полюса іншого, то магніти притягнуться один до одного.

Таким чином, однойменні магнітні полюси відштовхуються один від одного, а різнойменні притягуються.

Сила. Вимірювання сили

Поняття сили вводиться на першому етапі за допомогою демонстраційних дослідів. Щоб із самого початку сконцентрувати увагу учнів на головних ознаках поняття, необхідно поспостерігати, а потім обговорити з ними зміни руху і, як наслідок цього, — зміни форми тіла (деформацію) на різних прикладах взаємодії. Важливо підкреслити, що ці зміни є результатом впливу на дане тіло інших тіл. Лише внаслідок взаємного впливу тіл відбуваються зазначені зміни (найважливіша загальна якісна ознака). До того ж, взаємодії можуть бути різного роду (відмінна якісна ознака), наприклад пружна, гравітаційна, електрична, і мати різні значення (відмінна кількісна ознака). За допомогою пружини дають роз'яснення принципу дії пристроїв для вимірювання взаємодії тіл, що приводить до визначення динамометра. Учням повідомляють про одиниці виміру сили.

Таким чином, можливе таке визначення сили: якщо внаслідок взаємного впливу тіла змінюють стан свого руху (прискорюються або вповільнюються) або змінюють свою форму (деформуються), то між ними діє сила.

Оскільки розтягання пружини під час підвішування тіл можна легко виміряти та існує простий зв'язок між силою й розтяганням, то робиться висновок: всі сили можна порівнювати за розтяганням каліброваної пружини. Потім учням демонструють динамометр, пояснюється його устрій і спосіб градування. На завершальному етапі уроку учні вчать користуватися динамометром для вимірювання різних сил.

Спрямованість сили враховується із самого початку введення цього поняття, але головна увага звертається поки що на числове значення сили. Поступово поняття сили розширюється до розуміння її векторного характеру. Розвиваючи уявлення про силу як про результат взаємодії тіл, учитель повинен вказати на те, що зміни швидкості й форми тіла виникають завжди в обох взаємодіючих тіл.

Примітка. У введенні поняття поля розглядають взаємодію між тілом і полем. Це треба мати на увазі уже на перших уроках, присвячених вивченню сили, піклуватися про те, щоб у школярів не склалося переконання, що сили діють тільки між тілами.

Урок. Взаємодія тіл. Інерція [17].

Мета уроку: навчальна: пояснити учням, що причиною зміни швидкості (або деформації) будь-якого тіла є його взаємодія з іншими тілами.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Вид уроку: бесіда.

План уроку

Актуалізація опорних знань	5 хв.	Фронтальне оперативне опитування
Демонстрації	5 хв.	1. Взаємодія різних тіл. 2. Взаємодія двох візків. 3. Явище інерції.
Вивчення нового матеріалу	25 хв.	1. Спостерігаємо взаємодію тіл. 2. З'ясовуємо умови руху тіл з постійною швидкістю. 3. Шукаємо прояв руху за інерцією. 4. Спостерігаємо результат взаємодії — зміну швидкості й деформацію тіл.
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв.	1. Контрольні запитання. 2. Розв'язування якісних задач.

Рекомендовані запитання:

- 1 (РГ). Наведіть приклади взаємодії тіл.
- 2 (РГ). Як рухається тіло, що не взаємодіє з іншими тілами?
- 3 (РГ). За яких умов тіло рухається інерцією? Наведіть приклади.
- 4 (РГ). Чи взаємодіє з яким-небудь тілом птах, що летить?
- 5 (ПВЗ). Що викликає зміну швидкості волейбольного м'яча під час гри?
- 6 (ПВЗ). Чи можна назвати наведені нижче приклади рухом за інерцією: а) Місяць рухається навколо Землі; б) поїзд іде з постійною швидкістю прямолінійною ділянкою дороги; в) снаряд після пострілу летить у ціль; г) дерев'яний човник гойдається на хвилях?
- 7 (УЗЗ). Чому під час ожеледі водієві автомобіля варто бути особливо уважним, якщо перед ним іде інша машина, на заднім склі якої позначена велика літера «Ш» (резина з шипами)?
- 8 (П). Якщо велосипедист під час руху раптово наїжджає на перешкоду, що зупиняє переднє колесо, він обов'язково летить уперед. Чому?

Загально-методичні основи формування поняття взаємодії на першому ступені навчання фізики

Взаємодія молекул

Вивчення взаємодії молекул можна починати з постановки запитання: «Якщо всі тіла мають «зернисту» структуру, складаються з окремих молекул і атомів розділених

проміжками і знаходяться в безперервному русі, то чому вони самі собою не розсипаються на частини?».

Для відповіді на це питання ставлять дослід із свинцевими циліндрами. Щоб дослід організувати, потрібно за допомогою напилка добре зачистити і зробити плоскими бічні поверхні циліндрів. Потім щільно притиснувши циліндри один до одного рухати їх уздовж борозенок залишених напилком.

Для виявлення тяжіння між молекулами рідини можна поставити наступні досліди.

До однієї з чашок ваги — важелів на нитках підвішують чисту скляну пластинку так щоб вона розташовувалася горизонтально. Врівноважують пластинку. Підносять знизу скляну судину з водою до зіткнення пластинки з поверхнею води. Потім судину поволі опускають. Важелі виходять з рівноваги. Кладуть на другу чашку декілька важків допоки пластинка не відірветься від поверхні води. Знявши пластинку з важелів показують учням, що нижня поверхня змочена водою. Роблять висновок: пластинки під час відриву переборюють взаємне тяжіння між молекулами води і скла.

Взаємодія тіл

Маса — одна з фундаментальних властивостей матерії. У курсі шкільної фізики поняття маси розглядають як міру гравітаційних і інерціальних властивостей тіла.

Як міру гравітаційних властивостей масу тіла визначають на основі закону Всесвітнього тяжіння Ньютона. Інертна маса в класичній механіці Ньютона входить у основне рівняння динаміки: $F = ma$.

Дослідним фактом є пропорційність між гравітаційною і інертною масами, а у певному виборі одиниць вимірювання вони просто співпадають, тому практично не роблять відмінності між ними.

Отже, маса — це кількісна характеристика інерційних і гравітаційних властивостей матерії. Є і інші кількісні характеристики властивостей матерії, наприклад, енергія і імпульс.

У поняття «кількість речовини» вкладають інший зміст. «Кількість речовини» вимірюють у молях (латинське «moles» означає «кількість», «рахункову множину»).

«Моль — кількість речовини системи, що містить стільки ж структурних елементів, скільки міститься атомів в нукліді ^{12}C масою 0012 кг».

Маса і кількість речовини — різні фізичні величини. Два різнорідні тіла можуть мати однакові «кількості ре-

човини» (число молей або число частинок), але різні маси. Однорідні ж тіла які мають рівні «кількості речовини», мають і рівні маси.

У вступному етапі вивчення динамічного поняття маси учням спочатку дають первинне поняття про інертну масу на основі зміни швидкості двох тіл під час їх взаємодії: використовують закон збереження кількості руху. Далі, відповідно до програми, поняття про це співвідношення і, отже, про масу вводять з розгляду простого досліду про взаємодії двох тіл. Логічним переходом до нової «динамічної» теми від елементів кінематики, може бути постановка запитання: «Чому під час нерівномірного руху змінюється швидкість тіл?». Для цього розглядають і аналізують різні випадки нерівномірного руху.

1. Дві кулі підвішені на тонких нитках відводять у протилежні сторони, а потім відпускають. Ударяючись кулі діють один на одного і швидкості їх руху змінюються.

2. Показують взаємодії двох однакових куль, одна з яких відведена убік, а друга знаходиться в положенні рівноваги. У результаті зіткнення куля, що рухалася, зупиняється, а та, що була у стані спокою починає рухатися приблизно з такою ж швидкістю.

Роблять висновок: якщо тіло змінює свою швидкість, то завжди можна вказати інше тіло або декілька тіл, дію яких викликала ця зміна.

Після цього ставлять нове завдання: «Від чого залежить зміна швидкості тіл під час їх взаємодії?».

Для розв'язання цього завдання необхідно поставити досліди на основі яких можна було б встановити залежність зміни швидкості від маси взаємодіючих тіл: про взаємодії візків, куль або циліндрів між якими знаходиться стисла пружина, а також досліди про взаємодію візків з магнітом.

Далі пояснюють, що розглянуті досліди про взаємодії тіл дозволяють порівнювати маси і вимірювати їх, якщо одну з мас прийняти за одиницю. Після цього знайомлять учнів з одиницею маси — кілограмом.

Для закріплення формованого поняття корисно розв'язати наступні завдання:

1 (УЗЗ). Маючи довгу гумову нитку, визначити на досліді, який з двох іграшкових візків має більшу масу.

Розв'язання. Візки зв'язують гумовою ниткою, розподіляють у різні боки натягуючи нитку і потім відпускають. Візок який має більшу масу, рухатиметься повільніше.

2 (ПВЗ). Два хлопчики на ковзанах, відштовхнувшись руками один від одного, поїхали в різні боки з швидкостями 5 і 3 м/с. Маса якого хлопчика більше і в скільки разів?

Розв'язання. Маси взаємодіючих тіл обернено пропорційні змінам їх швидкостей. Тому маса хлопчика, швидкість якого 3 м/с, в $5/3$ разу більше маси іншого хлопчика.

Електростатична взаємодія зарядів

Вивчення електростатичних явищ, поняття електричний заряд, його взаємодія, електричне поле — принципово необхідно для з'ясування природи електричного струму.

У вивченні електростатичних явищ першорядне значення має демонстраційний експеримент: особливість демонстрацій електростатичних явищ полягає в тому, що в цих дослідах використовують незначні кількості сили струму занадто високих різниць потенціалів. Тому необхідно застосовувати ряд спеціальних мір для усунення можливо-го витікання зарядів.

Вивчення електростатичних явищ починають з демонстрації електризації тіл у зіткненні. Необхідно підкреслювати, що після зіткнення тіла розділяють. Демонстрації проводять за допомогою ебонітової палички і палички з органічного скла. Дуже зручні пластинки для електризації (ебонітова з органічного скла і металу). Учні повинні з'ясувати, що електризуються всі тіла: і діелектрики, і метали.

Важливо підкреслити, що електричний заряд завжди пов'язаний з яким-небудь тілом (частинкою) і не може існувати сам по собі, оскільки він характеризує певні властивості частинок (або тіл): властивість взаємодіяти один з одним за допомогою електричних полів. Електризуються всі тіла без виключення: наелектризовані тіла проявляють свої властивості за відношенням до всіх інших тіл.

Поняття про два полюси електрики вводять на основі вивчення взаємодії «наелектризованих» тіл. Для цього електризують лінійку з органічного скла, і кладуть її на гострі кути або підвішують на нитці. Етапами підносять до урівноваженої наелектризованої лінійки наелектризовані палички з ебоніту і оргстекла, виявляють поворот лінійки що показує: у першому випадку відбувається притягування, а у другому — відштовхування лінійки. Може бути продемонстрована також взаємодія однойменна і різнойменно заряджених гільз, підвішених на ізолюючих нитках.

Слід показати досвід про нейтралізацію різнойменних зарядів: за допомогою пластинок з ебоніту і оргстекла. Після електризації тертям, кожна з пластинок притягає

гільзи або інші легкі предмети, а після з'єднання пластинок ця властивість зникає.

Зазвичай, під час електризації показують притягування і відштовхування легких тіл: шматочків паперу бузинових кульок.

Важливо продемонструвати притягування наелектризованим тілом не тільки твердих тіл, але і рідин і газів. Н. М. Шахмаєв рекомендує показати притягування наелектризованою паличкою тонкого струменя води підфарбованого крейдою або молоком.

Після вивчення електризації тіл і взаємодії зарядів можна розглянути питання про електроскоп або про електричне поле [5].

Науково-методичний аналіз (НМА) теми ШКФ:

НМА теми ШКФ проводиться з точки зору основних цілей загальної і часткової методики навчання фізики.

Мета аналізу — виявити напрями і визначити засоби, методи навчання, які дозволили би більш ефективно й результативно розв'язувати освітні, виховні, розвивальні й практичні функції навчання фізики.

I. Наукове значення теми: які нові знання учням треба передати, які ідеї і теорії, закони, поняття необхідно усвідомити учням; які опорні знання необхідно актуалізувати з метою поглиблення й розширення; наукова трактовка і особливості формування фізичних понять, законів на цьому етапі вивчення курсу.

II. Можливості теми для формування наукового світогляду: представлення матеріальності світу, руху матерії, взаємозв'язок явищ природи, перехід від кількісних змін у якісні; закон єдності і боротьби протилежностей; об'єктивний характер фізики; методи наукового пізнання й методи дослідження; узагальнення філософського змісту; формування матеріалістичних переконань; формування знань про наукову картину світу.

III. Політехнічне значення теми: які можливості теми для формування політехнічних знань; з якими професіями можна познайомити учнів у вивченні цієї теми; які екскурсії можна провести під час вивчення теми.

IV. Розкриття змісту понять теми: виділення ядра теми; розкриття змісту фізичних понять — яка властивість, відношення тіл або явищ вони віддзеркалюють; повнота розкриття змісту понять.

V. Методика формування понять: мотивування необхідності введення цього поняття; мотивування способів введення поняття; аналіз зв'язків, які повинні знати учні на цьому етапі вивчення поняття.

VI. Значення фізичного експерименту: виділити центральний фізичний експеримент; яка його мета; мотивація вибору конкретної демонстрації; які інші варіанти проведення цієї демонстрації.

VII. Основні труднощі й напрями розвитку: характер викладення матеріалу в підручнику; вивчення матеріалу під час уроку; труднощі у засвоєнні учнями; постановка центральних експериментів.

Навчально-методичні завдання:

1 (ПВЗ). Розкрити основні теоретичні положення семінару.

2 (П). Спроекувати та підготувати розгорнутий план-конспект уроку-лабораторної роботи з фізики:

- а) визначення швидкості руху тіла;
- б) вимірювання частоти обертання тіл;
- в) дослідження коливань маятника;
- г) вивчення характеристик звуку.

3 (УЗЗ). Проаналізувати чинну шкільну програму фізики в аспекті рекомендованих демонстрацій за тематикою механічних явищ і розробити узагальнюючу блок-схему.

4 (УЗЗ). Проаналізувати шкільну програму фізики в аспекті рекомендованих лабораторних робіт і демонстрацій з вивчення взаємодії тіл (7-9 класи) та розробити узагальнюючі блок-схеми.

5 (УЗЗ). Розробити презентацію теми «Колівальний та обергальний рухи» (евристичний урок).

6 (ПВЗ). Розв'язати задачі:

Рух штучних супутників Землі РГ (УЗЗ).

Розрахунок першої космічної швидкості УЗЗ (ПВЗ)

1 (РГ). З яких місць найлегше запускати супутники Землі? Чому?

2 (ПВЗ). Супутник обертається по коловій орбіті на незначній висоті над планетою, період його обертання дорівнює T . Чи можна за цими даними знайти густину планети ρ , вважаючи її однорідною кулею?

3 (ПВЗ). Штучний супутник Землі має період обертання 2 год. Вважаючи траєкторію супутника коловою, знайти,

на якій висоті над поверхнею Землі рухається супутник. Радіус Землі прийняти рівним 6400 км.

4 (УЗЗ). Знайти швидкість, яку буде мати супутник Землі по коловій орбіті, що знаходиться на висоті 1600 км над поверхнею Землі.

5 (УЗЗ). Порівняти швидкості руху штучних супутників Землі та Венери під час руху по орбітах, однаково віддалених від центра планет. Маса Венери становить 0,815 маси Землі.

6 (УЗЗ). Космічний корабель мав початковий період обертання 88 хв. Після проведення маневрів, період його обертання став 91 хв. Як змінились відстань до поверхні Землі та швидкість руху корабля?

7 (НВ). Знайдіть швидкість руху Місяця відносно Землі та період його обертання навколо неї. Вважайте, що Місяць рухається по коловій орбіті радіусом 384000 км.

8 (УЗЗ). Знайдіть числове значення першої космічної швидкості тіла, запущеного із Землі.

9 (УЗЗ). Знайти прискорення вільного падіння та першу космічну швидкість для планет Сонячної системи, якщо відомі їх маси та радіуси.

2.5. Практичне заняття № 6-7 (4 год.)

ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ПРО РОБОТУ Й ЕНЕРГІЮ

Актуалізація опорного рівня обізнаності:

- 1 (РГ). *На тіло діє сила, але тіло під дією цієї сили не рухається. Чи виконує сила роботу?*
- 2 (ПВЗ). *Чи може сила тертя спокою виконати роботу? Якщо може, то наведіть приклади.*
- 3 (ПВЗ). *Наведіть приклади, коли тіло рухається, а робота не виконується.*
- 4 (ПВЗ). *Супутник летить по коловій орбіті зі сталою швидкістю. Чи виконує роботу сила тяжіння Землі?*
- 5 (ПВЗ). *Ракета злітає з космодрому. Як змінюється потенціальна і кінетична енергія ракети? Чи зберігається її механічна енергія? Відповідь поясніть.*

План

1. *Формування уявлень про роботу і енергію на початку вивчення курсу фізики.*
2. *Методичні особливості введення поняття робота на першому ступені вивчення фізики.*
3. *Завдання: провести відкритий урок фізики.*
4. *Методика вивчення поняття енергії у механічних, теплових та електромагнітних процесах.*
5. *Експериментальна підтримка понять роботи й енергії.*
6. *Розв'язування фізичних задач на тему.*
7. *Завдання: придумати задачу-парадокс, продемонструвати розв'язок.*



Робота

- *Як почав орати, то в соплілку не грами*

Механічна робота по переміщенню тіла: $A = FS$.

- *Любимі кататись – любив і саночки возити*

Механічна робота по переміщенню тіла горизонтально і вертикально:
 $A = FS$. Знак мех. роботи.

II етап

- *Ще молот кує, а коваль*
Теплова робота сил: робота при терті, ударі.

- *За ставком, за млинком перебито, перевито, заставлено, поставлено людьми на поліч, щоб світило день і ніч. (Гідроелектростанція)*

Робота по переміщенню зарядів
 $A = \Delta\varphi q$.

III етап

Енергія електричного поля: $A = -\Delta W$.

Енергія

Здатність здійснення роботи одного тіла над іншим.

- кінетична енергія;
- потенціальна енергія.

Перетворення одних видів енергії на інші.
Закон збереження механічної енергії.
"Золоте правило".

Енергія в теплових процесах, тепловий баланс.
Зміна внутрішньої енергії тіла.



Розмежувати поняття: електричний струм, блискавка, грім, блискавковідвід

1. ФОРМУВАННЯ УЯВЛЕНЬ ПРО РОБОТУ І ЕНЕРГІЮ НА ПОЧАТКУ ВИВЧЕННЯ КУРСУ ФІЗИКИ

Урок. Робота й енергія.

Методичні рекомендації

Робота. Під час обговорення питання про роботу й енергію необхідно апелювати до відповідних знань учнів, отриманих у вивченні курсу природознавства. Особливу увагу звертають на розуміння учнями умов походження розглянутих понять. Дослідження психологів показують, що ефективність формування наукових понять багато в чому визначається розумінням з боку учнів необхідності того або іншого поняття для більш повного й глибокого опису досліджуваного об'єкта. Поняття роботи саме й належить до розряду важко засвоюваних із зазначеної вище причини.

Здавна будь-яке переміщення людиною тіл з витратою мускульних зусиль називалося роботою. Підняття ваги або переміщення її будь-яким шляхом, будь-яка деформація тіла, розпилювання, різання — всі ці процеси пов'язані з м'язовими зусиллями уздовж деякого шляху.

Виникає питання, чи необхідно вводити для характеристики розглянутих процесів нову спеціальну величину чи можна обмежитися знанням рушійної сили? Досвід показує, що за рівномірного прямолінійного переміщення тіла на різні відстані, навіть у незмінній рушійній силі людини, реакція організму — утома — виявляється різною. З цієї причини для характеристики роботи недостатньо знати лише величину прикладеної сили. Робота залежить не тільки від прикладеної сили, але й від відстані, на якій сила проявляється.

Для того, щоб учні краще «увійшли в розглянуту проблему», пропонується запросити декількох учнів до демонстраційного стола й запропонувати їм зробити роботу, пов'язану з рівномірним переміщенням тіла по столу або його піднімання на різну висоту. Учень прикладає силу не безпосередньо до тіла, а через динамометр. Варто, мати на увазі, що за рівномірного переміщення тіла, прикладена до нього сила буде врівноважувати силу опору, а під час піднімання тіла прикладена сила буде врівноважувати силу ваги. Підсумком виконання й обговорення зазначених дослідів має стати закріплення у свідомості учнів двох основних положень: поняття роботи, спричиненою деякою силою, має сенс тільки в тому випадку, якщо ця сила прикладена до тіла й під дією цієї сили відбувається переміщення тіла.

Далі розглядаються ситуації, що уточнюють поняття роботи у фізиці. Так, наприклад, на столі лежить фізичне тіло.

Природно, до нього прикладена сила ваги. Але роботу ця сила ваги не здійснює, оскільки тіло спочиває. Сила ваги не робить переміщення. Переміщення цього тіла горизонтальною ділянкою, сила ваги також не виконує роботу, оскільки не вона забезпечує переміщення тіла, а якась сила тяги.

За одиницю роботи приймається робота сили в 1 ньютон із переміщення тіла на один метр у напрямку дії сили. Ця одиниця є 1 Джоуль.

Природно порушити питання про те, яким же чином виміряти роботу будь-якої сили на будь-якій відстані. Учитель нагадує, що для здійснення роботи необхідна наявність діючої сили й переміщення. Тому найпростіше судити про величину роботи з добутку сили на величину переміщення. На цій підставі у фізиці прийняте таке визначення роботи: робота є фізична величина, вимірювана добутком сили на довжину шляху переміщуваного нею тіла за напрямком дії сили.

Потім розглядаються різноманітні приклади, що пояснюють пропорційність роботи й сили, роботи й шляху. Після цього вводиться математичний вираз для роботи: $A = FS$.

Наведену формулу для обчислення виконаної роботи рекомендується використати для роботи під час підйому різних вантажів на висоту, а також роботи з рівномірного й прямолінійного переміщення на різні відстані різних тіл. Переміщення тіл здійснюється на демонстраційному столі за допомогою динамометра.

Енергія тіла. Розгляд питання про роботу тіла, природно, приведе до питання про умови, за яких тіло здійснює роботу. Виявити ці умови на конкретних прикладах не складно.

На початку уроку треба нагадати, що «робота сили» є коротким вираженням твердження «робота одного тіла над іншим». Далі вчитель пропонує учням згадати приклади здійснення роботи різними тілами. На наведених прикладах з'ясовується, що зробити роботу можуть тіла у двох випадках: або внаслідок свого руху, або внаслідок свого положення відносно Землі (або частинок одного й того самого тіла одне до одного).

Здатність здійснення роботи одного тіла над іншим одержала назву «енергії». Енергія тіла виявляється у здійсненні ним роботи над іншим тілом.

Величина зробленої тілом роботи дорівнює зміні його енергії. Енергія визначається як величина тієї роботи, що може зробити тіло над іншими тілами (під час зміни його швидкості або положення щодо інших тіл). Тому енергія вимірюється в тих самих одиницях, що й робота.

Для випадків, пов'язаних зі здійсненням роботи тілом, що рухається, або тілом, піднятим над землею, або деформованим тілом, уводять поняття кінетичної енергії й потенціальної енергії відповідно [22].

2. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВВЕДЕННЯ ПОНЯТТЯ РОБОТА НА ПЕРШОМУ СТУПЕНІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

Урок. Механічна робота [17]

Мета уроку: навчальна: сформувані поняття роботи й одиниць її виміру; навчити учнів розраховувати механічну роботу.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Вид уроку: лекція.

План уроку

Демонстрації	5 хв.	1. Визначення роботи при переміщенні бруска по горизонтальній поверхні. 2. Визначення роботи при підніманні вантажів на різну висоту.
Вивчення нового матеріалу	28 хв.	1. Визначаємо, що таке механічна робота. 2. З'ясуємо знак механічної роботи.
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв.	1. Учимося розв'язувати задачі. 2. Контрольні запитання. 3. Розв'язування якісних задач.

Методичні основи введення поняття механічна робота

У повсякденному житті словом «робота» ми називаємо будь-яку дію людини або пристрою. Наприклад, ми говоримо: працює тесля, працює холодильник, працює комп'ютер. У фізиці ж термін «робота» має інший зміст — більш конкретний.

Механічною роботою називають фізичну величину, що дорівнює добутку сили на шлях, пройдений тілом уздовж напрямку цієї сили.

$A = FS$. Одиниця роботи одержала свою назву на честь англійського вченого Джеймса Джоуля — джоуль (Дж).

1 Дж — це робота, здійснювана силою в 1 Н за переміщення точки і прикладання сили на 1 м у напрямку дії сили.
 $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$.

Числові значення сили й шляху — завжди додатні числа. На відміну від них, механічна робота може мати будь-який знак.

Якщо напрямок сили збігається з напрямком руху тіла, то роботу сили вважають позитивною (сила «розганяє» тіло).

Якщо напрямок сили протилежний напрямку руху тіла, то роботу сили вважають негативною (сила «гальмує» тіло).

Якщо кинути, наприклад, м'яч вертикально вгору, то під час польоту м'яча на нього діє сила тяжіння, спрямована вниз, тобто протилежно напрямку переміщення м'яча на ділянці його польоту до точки повернення. Робота сили тяжіння в цьому випадку негативна.

Якщо напрямок дії сили перпендикулярний до напрямку руху тіла, то така сила механічну роботу не здійснює, тобто вважаємо, що ця робота дорівнює нулю.

4. МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ПОНЯТТЯ ЕНЕРГІЇ У МЕХАНІЧНИХ, ТЕПЛОВИХ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСАХ

Урок. Закон збереження енергії [17]

Мета уроку: навчальна: розкрити сутність закону збереження енергії в механічних процесах.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Вид уроку: експериментальний.

План уроку

Контроль знань	5 хв.	1. Яку енергію називають кінетичною? 2. Чому перед стрибком спортсмен розбігається? 3. У чому проявляється відносний характер кінетичної енергії?
Демонстрації	5 хв.	1. Перетворення енергії коливання тягарця на нитці. 2. Перетворення енергії коливання тягарця на пружині.
Вивчення нового матеріалу	23 хв.	1. Спостерігаємо перетворення одних видів енергії на інші. 2. Відкриваємо закон збереження механічної енергії. 3. Установлюємо закон збереження й перетворення енергії. 4. Використовуємо закон збереження енергії.
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв.	1. Учимося розв'язувати задачі. 2. Контрольні запитання. 3. Розв'язування якісних задач.

Методичні особливості вивчення закону збереження енергії

Уявімо собі волейбольний матч. Спортсмен ударив по м'ячу, і він полетів вертикально вгору. Розглянемо політ м'яча у відсутності сили тертя з боку повітря. Під час руху

м'яча вгору його потенціальна енергія збільшується. І на стільки ж зменшується кінетична енергія м'яча (початкової швидкості м'ячу надав волейболіст під час удару).

Отже, сума цих енергій залишається постійною. Суму потенціальної й кінетичної енергій тіла називають механічною енергією тіла.

У падінні тіла з деякої висоти його швидкість збільшується, а разом із нею збільшується і його кінетична енергія. Але одночасно зменшується висота, на якій перебуває тіло, а разом із цим зменшується і його потенціальна енергія. Якщо знехтувати опором повітря, то сума кінетичної й потенціальної енергій падаючого тіла, тобто його механічна енергія, залишається незмінною.

У природі багато явищ супроводжуються перетворенням одного виду енергії на інший.

Якщо розглянемо коливання кульки, підвішеної на нитці, то під час аналізу результатів спостережень звертаємо увагу на перетворення потенціальної енергії на кінетичну, а також на те, що в будь-якій точці між граничними нижнім і верхнім положеннями кулька має кінетичну енергію (тіло рухається) і потенціальну енергію (тіло, що підняте над нижнім рівнем).

Енергія може не тільки перетворюватися з одного виду на інший, але й передаватися від одного тіла до іншого. Наприклад, у стрілянині з лука потенціальна енергія натягнутої тятиви переходить у кінетичну енергію стріли, що летить.

Розглянуті приклади показують, що механічна енергія зберігається, якщо можна знехтувати тертям, тобто коли на тіло діють тільки сила тяжіння і сили пружності. Це твердження називають законом збереження механічної енергії.

За наявності тертя механічна енергія зменшується, тобто внаслідок тертя тіла нагріваються.

У 40-х роках XIX століття трое вчених — Роберт Майєр, Герман Гельмгольц і Джеймс Джоуль незалежно один від одного висловили припущення, що енергія завжди зберігається, тобто сформулювали закон збереження енергії: енергія не виникає й не зникає, а тільки змінює свою форму й переходить від одного тіла до іншого.

Використання закону збереження й перетворення енергії дає змогу пояснити багато явищ. Метеоритні тіла, що рухаються із величезною швидкістю, за рахунок своєї кінетичної енергії нагріваються й згоряють у верхніх шарах атмосфери.

А от зіткнення великого астероїда із Землею може призвести до катастрофічних наслідків: на планеті можливі землетруси й цунамі. І все це наслідок переходу величезної кінетичної енергії астероїда в інші види енергії.

5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПІДТРИМКА ПОНЯТЬ РОБОТИ Й ЕНЕРГІЇ

Усі види енергії об'єднує спільна властивість: енергія нізвідки не виникає й нікуди не зникає, вона лише переходить з одного виду в інший або від одного тіла до іншого. Це твердження називається законом збереження енергії.

Розглянемо приклади.

А. Коливання нитяного маятника.

Відхилимо кульку на нитці вправо й відпустимо: вона рухатиметься вліво, збільшуючи швидкість. Отже, кінетична енергія зростає. Одночасно кулька опускається, і в середньому положенні її потенціальна енергія стає найменшою. Однак швидкість її в цей момент стає найбільшою. Отже, за рахунок запасу кінетичної енергії кулька продовжує рухатися вліво, піднімаючись усе вище. Це приводить до зростання її потенціальної енергії. Одночасно швидкість зменшується, що приводить до зменшення кінетичної енергії кульки. У цьому прикладі енергія переходила з одного виду в інший: з кінетичної енергії в потенціальну й навпаки.

Б. Коливання пружинного маятника.

До тягарця на пружині приклали рукою деяку силу й опустили його — пружина розтяглася, тобто, інакше кажучи, вона набула потенціальної енергії.

Після відпускання тягарця пружина починає стискуватися. У міру її стискування сила пружності пружини зменшується, отже, зменшується і її потенціальна енергія. Проте одночасно зростає кінетична енергія тягарця, тому що під час розгону вгору збільшується його швидкість. Одночасно зростає й потенціальна енергія тягарця під дією сили тяжіння, оскільки тягарець увесь час піднімається вище. У цьому прикладі енергія перейшла з одного виду в інший: з потенціальної під дією сили пружності в кінетичну, а під дією сили тяжіння в потенціальну. Крім того, енергія перейшла від одного тіла до іншого: від пружини до тягарця. Під час опускання відбуватимуться зворотні перетворення енергії.

В. Гальмування тіла силою тертя.

Розглянемо рух коліс у поїзді. Гальмові колодки притиснулися до колеса. Сила тертя, що виникає між колесом і колодками, сповільнює обертання колеса, а отже, і швидкість поїзда. Під час тертя вони нагріваються настільки сильно, що можна отримати опік, якщо торкнутися їх рукою.

Ми спостерігаємо перетворення енергії з одного її виду на інший і, одночасно, перехід від одного тіла до інших: кінетич-

на енергія всього поїзда перетворювалася на внутрішню енергію його гальмових колодок, коліс і навколишнього повітря.

Цей приклад також ілюструє перетворення енергії одного виду на інший і, одночасно, її перехід від одного тіла до інших.

6. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ НА ТЕМУ

Закріплення вивченого матеріалу:

1 (ПВЗ). Тіло вільно падає з висоти 10 м. Яка його швидкість на висоті 6 м над поверхнею Землі? Яка його швидкість у момент падіння на Землю? (Відповідь: 8,8 м/с; 14 м/с.)

2 (ПВЗ). Автомобіль масою 2 т загальмував і зупинився, пройшовши шлях 50 м. Визначити роботу сили тертя й зміну кінетичної енергії автомобіля, якщо дорога горизонтальна, а коефіцієнт тертя дорівнює 0,4.

3 (ПВЗ). За якої умови зберігається незмінною механічна енергія?

4 (ПВЗ). Які перетворення енергії відбуваються у наявності тертя?

5 (ПВЗ). Які перетворення енергії відбуваються під час руху каменя, кинутого вгору?

6 (ПВЗ). Як зміниться енергія кулі, якщо на її шляху зустрінеться дошка, яку вона пробиває? Чи не суперечить закону збереження енергії зміна кінетичної енергії кулі під час пробивання дошки?

7 (ПВЗ). Шайба скочується з крижаної гірки, потрапляє на асфальт і зупиняється. Які перетворення енергії відбуваються у цьому?

Навчально-методичні завдання:

1 (ПВЗ). Розробити блок-схему практичного заняття із елементами народних прислів'їв, загадок, пісень і розкрити основні його положення у вигляді евристичного диспуту.

2 (УЗЗ). Спроекувати та підготувати розгорнутий план-конспект уроку фізики:

- а) робота і потужність електричного струму;
- б) закон Джоуля-Ленца.

3 (УЗЗ). Проаналізувати чинну шкільну програму фізики в аспекті формування понять робота й енергія у 7-9 класах та розробити узагальнюючу блок-схему.

4 (П). Розробити комп'ютерну презентацію евристичного уроку з теми «Закон збереження і перетворення енергії».

2.6. Практичне заняття № 8 (2 год.)

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ТИСК»

Актуалізація опорного рівня обізнаності:

- 1 (РГ). Чому шила та леза ножів час від часу нагострюють?
- 2 (РГ). Чому цвях вістряє уперед входить у дошку легко, а головкою вперед — ні?
- 3 (ПВЗ). Як можна довести на досліді, що гази створюють тиск на стінки посудини, у якій містяться?
- 4 (ПВЗ). Методика шкільного фізичного експерименту рекомендує підфарбовувати безкольорові рідини, які використовуються в досліді: чи потрібно підфарбовувати воду в досліді Паскаля?

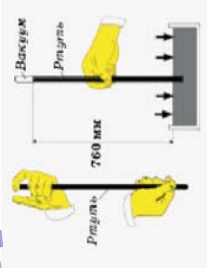
План

1. Методичні особливості вивчення закону Паскаля та його застосування.
2. Експериментальна підтримка вивчення природи атмосферного тиску.
3. Вивчення теми «Виштовхувальна сила» на першому ступені навчання фізики.
4. Демонстраційний експеримент у вивченні тиску твердих тіл.
5. Завдання: скласти експериментальну задачу і розв'язати її.

Тількию криниці не викопаеш

За 1 рік з атмосфери поглинається понад 10 млрд. т кисню на людські потреби.

Атмосферний



- Дослід Торрічеллі;
- Чому високо в горах кінцівки людини не слухають її, починають боліти суглоби і можуть часто тріпотіти вивихи?

• погода і клімат:

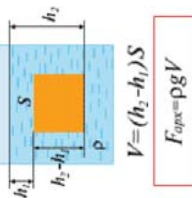
на дощі:

- ❖ Сонце сідає за хмари;
- ❖ дим стелиться землею;
- ❖ ластівки літають низько над землею;
- ❖ бджоли не вилітають із вулика;

Закон Архімеда:

(гідро-, аеро- динаміка)

- судно-, літако- будівництво;
- плавання суден, риб;
- літання літаків, птахів;
- гуркітлива вода – пороги і водоспади.



Повторити: рух молекул, структура тіл, рівновага сил

Закон Паскаля:

(рух і рівновага рідин і газів)

- енергія води в Україні;
- гідроспоруди;
- мінеральні джерела та гейзери;
- вогняні фонтани – вулкани;
- старовинні канали Узбекистану

Тиск твердих тіл:

- подихи Землі – землетруси;
- цінні корисні копалини – руди, алмази, рубіни, смарагди, срібло, золото, платина.



на ясну погоду:

- ❖ увечері риба грає на воді;
- ❖ захід Сонця чистий, безхмарний;
- ❖ ластівки літають високо в небі;
- ❖ бджоли рано вилітають з вулика.

1. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЗАКОНУ ПАСКАЛЯ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Розглянемо для прикладу можливий технологічний сценарій уроку на тему «Закон Паскаля».

Закон Паскаля та його застосування. Вивчаючи цю підтему, повторюють рух молекул, структуру тіл, а також про рівновагу сил. Це допоможе зрозуміти суть рівноваги рідин і газів.

Приставаючи до пояснення, зазначають, що люди з давніх часів намагалися вивчити властивості води, щоб використати їх для власних потреб. Під час цього можна розповісти про старовинні канали в Узбекистані, греблі, які будувались у Київській Русі, про величезний розмах використання енергії води в Україні. Розповідь підкріплюємо ілюстраціями гідропоруд.

Рух і рівновага рідин і газів. Спочатку пригадують ознаки рідин і газів і порівнюють їх з ознаками твердих тіл. Характеризуючи стани речовини, нагадують, що в твердих тілах частинки (молекули, іони) коливаються навколо положення рівноваги, що зумовлено великими силами зчеплення, тоді як у рідин їх частинки рухомі одна відносно одної. Ще рухливіші молекули газів. Використовуючи досліди на зміну форми твердих і рідких тіл (згинання пружини, переливання рідини з мензурки в широкую посудину тощо), звертають увагу на те, що рідина набирає форми посудини під дією сили тяжіння, а для зміни форми твердого тіла потрібна якась інша досить значна за величиною сила. Щодо газів, то дана маса його займає будь-який об'єм.

У програмі ШКФ питання про текучість окремо не розглядається, але, щоб з'ясувати суть рівноваги рідин і газів, його розглядають. *Текучість* — це властивість тільки рідин і газів. Суть її полягає в переміщенні частинок рідини або газу одних відносно інших. Природа текучості в рідин і газів дещо відмінна. Наявність значних сил зчеплення між молекулами рідини і поверхневого натягу зумовлює збереження рідинами об'єму, а в умовах невагомості — форми кулі. Проте, розглядаємо рідкі тіла значної маси, а вони внаслідок дії сили тяжіння набирають форми посудини, в якій зберігаються. Текучість рідин пояснюють дією сили тяжіння. Учням уже відомо, що під дією сили тяжіння тіло падає доти, поки не впаде на поверхню землі. Так і рідина, переливаючись з однієї посудини в другу, падає з вищого рівня на нижчий. Текучість води в річці можна поясни-

ти, користуючись аналогією із скочуванням тіл з похилої площини. Тут демонструють дослід з приведенням у рух рідини в широкій посудині. Після цього пояснюють, що поверхня спокійної рідини горизонтальна, бо не буде таких порцій води, які були б вищі за інші.

Розповідь про використання однієї з властивостей рідин і газів — відправний момент до вивчення інших властивостей, а саме — розгляду рівноваги рідин і газів. Демонструється посудина з нерухомою водою, волейбольна камера з повітрям. Ці тіла в стані спокою, хоч, звичайно, молекули їх перебувають у русі. Такий стан, коли рідина або газ під дією різних сил не змінюють своєї швидкості, називається рівновагою. Важливо, засвоїти основні ознаки стану рівноваги, що сума всіх сил, прикладених до тіла, дорівнює нулю. Щоб закріпити означення стану речовини, пропонуються назвати приклади рідких і газоподібних тіл у такому стані: молоко в бідонах, нафта в цистернах, газ у балонах, повітря у велосипедній камері. На закінчення дають означення гідростатики й аеростатики.

Закон Паскаля. Це одне з центральних питань теми. Бесіду починають з постановки проблеми: який тиск усередині газу або рідкого тіла, що перебуває в рівновазі. Тут повторюють означення тиску, виконують дослід з роздуванням гумової камери, повторюють пояснення про тиск газу на стінки посудини на основі молекулярно-кінетичної теорії. Доцільно пригадати, яку форму має рідина за умови невагомості. Тепер розглянемо тиск усередині рідини або газу. Під час пояснення додержуються послідовності викладу підручника. Учні вже знають, що газ унаслідок безперервного хаотичного руху молекул намагається зайняти весь наданий йому об'єм. Їм відомо й те, що всі тіла, в тому числі повітряна оболонка Землі, притягуються до Землі. І на запитання: що сталося б з повітрям, якби зникло притягання до Землі, учні без вагань дадуть відповідь, що молекули повітря розлетяться в усіх напрямках. Але навіть під дією сили тяжіння газ зберігають у посудині, стінки якої стримують молекули газу. У такому стані газ тиснутиме на будь-яке тіло, що міститься всередині посудини.

Доведення існування тиску в будь-якій точці всередині газу або рідини допомагає засвоїти закон Паскаля. Підводимо учнів до висновку, що газ однаково тисне на стінки посудини і на тіла, які містяться в ньому.

Після цього розглядаємо тиск усередині рідини. Нагадуємо, що у стисненні рідини, хоч і на незначну величину, зменшується об'єм. За цього виникають пружні сили,

дія яких і проявляється в тискові на стінки посудини і всередині неї. Унаслідок рухливості молекул тиск у будь-якій точці об'єму, що займає рідина, буде однаковим. Потім пояснюють, що рухоме повітря приводить у рух підвішену на нитці тоненьку металеву пластинку (можна подути на пластинку або спрямувати на неї потік повітря, що виходить з надутої волейбольної камери). Приводять цю саму пластинку в рух струменем води. Тепер пропонують уявити рідину, стиснену дією зовнішньої сили, всередині якої міститься невагома пластинка, і доводять рухатиметься пластинка чи залишиться в стані спокою, тобто в рівновазі.

Під час закріплення особливо підкреслюють, що розглядається тиск усередині рідини або газу, не враховуючи тиску, зумовленого силою тяжіння, а беруть до уваги лише вільну рухливість молекул рідини або газів. Важливо також указати і на те, що розглядають стиснуті газ і рідини. У вступній частині пояснення підкреслюють значення знань про передавання тиску рідинами і газами, бо у техніці досить часто використовують рідину і газ як робоче тіло. Отже, треба знати, як вони передають зовнішній тиск, що діє на них. Найдоцільніше спочатку проробити дослід з кулею Паскаля, описаний у підручнику.

Розглядається малюнок, на якому показано посудину з рідиною (рис. 2.1), молекули в ній зображаються кружечками і нумеруються (очевидно, доцільно виготовити таблицю великих розмірів). Коли проти молекул 2 і 3 розташувати поршень і прикласти до нього певну зовнішню силу, то під дією поршня ці молекули, маючи вільну рухомість, пересуваються до молекул 6 і 7, а ті в свою чергу — до молекул 10 і 11. Розподіл молекул у посудині стає більш щільним, ніж раніше, але лишається (внаслідок їх вільної рухомості) рівномірним, як було спочатку. Тому всі молекули зазнають надлишку тиску від поршня так само, як і молекули 2 і 3. Якщо тиск поршня на молекули, що з ним дотикаються, становить 1 Н/м^2 , то тиск усередині рідини стане більшим на ту ж саму величину. Тоді і на стінки посудини буде більший тиск на 1 Н/м^2 . Подібні міркування корисно повторити, коли розглядатиметься посудина з газом. Звертається увага, що незалежно від того, звідки діятиме сила на поршень, результат буде однаковий. Тепер скористаємося з

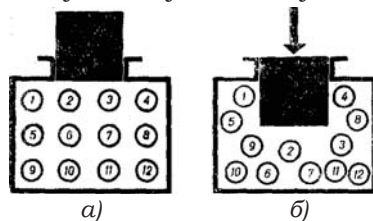


Рис. 2.1

наведених вище міркувань, щоб пояснити досліди з кулею Паскаля і дати формулювання закону Паскаля. Щоб учні краще усвідомили закон, розв'язують ряд задач-запитань та експериментальних задач.

Розглянемо одну з них. Учитель торкається пальцем до поверхні води в посудині і запитує, чи передається тиск на воду в кожну її точку. Учні відповідають, що у дотику до рідини по всій поверхні вода трохи стискається, ось чому зовнішній натиск унаслідок рухливості молекул і передається в усіх напрямках однаково, а в нашому досліді дотику з усією поверхнею немає.

Цікаво виготовити прилад, на якому можна демонструвати передавання тиску рідиною. Гумовий круг заповнити водою, сполучити його за допомогою гумового коліна з метровою скляною трубкою і наповнити водою (рис. 2.2). На круг поставити дерев'яну дощечку, а трубку тримати вертикально. Коли на дерев'яну дощечку стане учень, вода в трубці підніметься до певного рівня. Коли на дощечку стане інший учень (важчий), рівень води у трубці буде інший. Цей дослід зручно пов'язує даний матеріал з наступним і доводить, що передається не сила тиску (вага), а тиск. Справді, сила тиску збільшилася на кілька кілограмів, а рівень води в трубці піднявся на кілька сантиметрів. Це можна підтвердити ще й так. Спочатку взяти дощечку, що дотикається до всього круга, а потім — вузьеньку дощечку. Навантаження в обох випадках дати однакове, а рівень води в другому випадку, в трубці, буде вищий.

Доцільно, щоб учні дома на саморобному приладі перевірили закон Паскаля. Для цього виготовляють з товстої очеретини трубочку завдовжки 15-20 см так, щоб з одного боку лишилася перетинка. Поблизу перетинки на одній третині висоти трубочки розжареною проволочкою пропалити кілька отворів. Зробити з дерева поршень і пристосувати його так, щоб він щільно прилягав до стінок трубочки. Затувивши отвори, наливають у трубочку воду і вставляють поршень. Відкрити отвори в трубочці і натиснути на поршень. Звернути увагу на напрям і довжину струменя води.

На використання закону Паскаля вказують нафтові фонтани. Нафта під Землею перебуває під великим тиском, який спричиняється великою вагою зовнішніх шарів земної

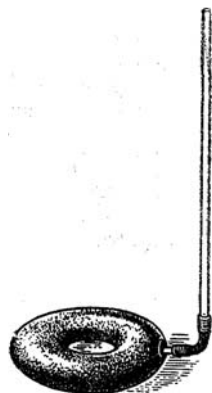


Рис. 2.2

кори. Якщо зробити свердловину, то під дією тиску нафта у свердловині піднімається вгору і б'є фонтаном [21].

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПІДТРИМКА ВИВЧЕННЯ ПРИРОДИ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ

Наукова назва газової оболонки Землі — атмосфера, що в перекладі з грецької мови означає «сфера випарів». Дійсно, до складу повітря входить пара води, але її частка незначна і зрідка досягає 3%. До складу атмосфери входить азот (78,1%), кисень (21%), аргон (0,9%), вміст інших газів (вуглекислого газу, неону, гелію, криптону, ксенону, водню, озону) незначний. Молекули цих газів, знаходячись у полі тяжіння Землі, притягуються до неї. Унаслідок цього шари повітря, розміщені вище, тиснуть на нижчі шари і в кінцевому підсумку чинять тиск на поверхню Землі і на всі тіла, що знаходяться на ній. Цей тиск називають **атмосферним**.

Хоча факт існування повітря був усвідомлений дуже давно, припущення про наявність у нього ваги і якоїсь сили дії висловив Г. Галілей незадовго до смерті. А 1634 року його учень, італійський учений Торрічеллі, вперше експериментально визначив значення атмосферного тиску. Для цього він взяв скляну трубку завдовжки близько 1 м, один кінець якої запаяно, заповнив її ртуттю і, закривши отвір другого кінця, перевернув та занурив трубку у посудину із ртуттю (рис. 2.3). Потім отвір було відкрито, частина ртуті із трубки вилилась у посудину, а в трубці залишився стовп ртуті висотою h (над ним у трубці утворюється безповітряний простір, заповнений парами ртуті). Ця висота ртутного стовпа зберігається і у похилому положенні трубки (показано штрихом).

Дослід Торрічеллі свідчить, що тиск стовпа ртуті висотою h зрівноважує тиск атмосфери. Подальші спостереження показали, що висота стовпа ртуті в трубці (і, отже,

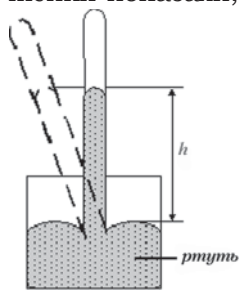


Рис. 2.3

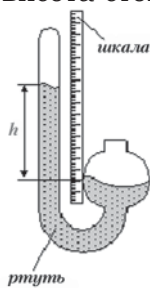


Рис. 2.4

значення атмосферного тиску) залежить від метеорологічних умов і від висоти місцевості. На цьому досліді ґрунтується принцип дії точного приладу для вимірювання атмосферного тиску — ртутного барометра (рис. 2.4).

Атмосферний тиск, що зрівноважується температурою 0°C і стовпом ртуті висотою $h = 760$ мм, вважається нормальним. Значення цього тиску називають нормальним, чи фізичним, атмосферою і позначають 1 атм.

Використовуючи формулу гідростатичного тиску $p = \rho gh$ і знаючи, що густина ртуті $\rho = 13595,1$ кг/м³, знаходимо, що

$$\begin{aligned} 1 \text{ атм.} &= 760 \text{ мм рт. ст.} = 760 \text{ тор} = \\ &= 13595,1 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,80665 \text{ м/с}^2 \cdot 0,76 \text{ м} = 101325 \text{ Н/м}^2 = \\ &= 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па.} \end{aligned}$$

Одиницю «міліметр ртутного стовпа» на честь Е. Торрічеллі назвали тором (тор).

Атмосферний тиск зменшується зі збільшенням висоти підняття над Землею. Однак, на відміну від тиску в рідинах зміна атмосферного тиску відбувається не пропорційно зміні висоти стовпа, а набагато швидше (за експоненціальним законом). Причиною цього є значно більша стисливість газів порівняно з рідинами. Існує так звана барометрична формула, що виражає залежність тиску повітря від висоти над поверхнею Землі. Наприклад, на висоті 5 км тиск становить 53% нормального, під час кожного вдиху людина отримує там лише половину того кисню, який отримує житель приморських рівнин.

Вимірювання показують, що атмосферний тиск залежить і від вмісту в повітрі водяної пари. Зі зростанням вологості тиск атмосфери зменшується. Якщо ж показання барометра зменшуються, то це означає, що зростає кількість пари і наближається негода з дощами і тривалими вітрами.

Ртутний барометр не втратив свого значення і дотепер, але застосовується здебільшого у фізичних лабораторіях з такою зміною конструкції Е. Торрічеллі, щоб зменшити поверхню випаровування ртуті (бо пара ртуті отруйна). Ртутний сифонний барометр зображено на *рис. 2.4*. Він складається з заповненої ртуттю U-подібної скляної трубки, один кінець якої запаяний, а на другому знаходиться відкритий резервуар із ртуттю.

Барометр має шкалу з міліметровими поділками. Атмосферний тиск (у мм рт. ст.) вимірюють безпосередньо за шкалою приладу. Він дорівнює висоті стовпа ртуті між її рівнями в закритому і відкритому колінах барометра.

Важлива перевага рідинних (ртутних) барометрів — велика точність їх показань. Але ці прилади громіздкі, тендітні, а тому придатні для використання тільки в стаціонарних (лабораторних) умовах. Зазвичай, на практиці для вимірю-

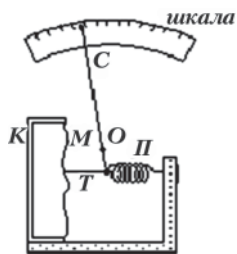


Рис. 2.5

вання атмосферного тиску використовують металеві барометри — **анероїди**.

Спрощену схему барометра-анероїда зображено на рис. 2.5. Його основу становить циліндрична камера *K*, з якої відкачують повітря. Камера герметично закрита тонкою гофрованою (тобто хвилястою) кришкою — мембраною *M*. Щоб атмосферний тиск не сплюснув мембрану, її за допомогою тяги *T* з'єднано з пружиною

П, закріпленою на корпусі приладу. До пружини шарнірно прикріплено нижній кінець стрілки *С*, що може обертатися навколо осі *O*. Кінець стрілки переміщається шкалою.

Якщо атмосферний тиск змінюється, мембрана прогинається усередину чи назовні і переміщує стрілку шкалою, показуючи значення атмосферного тиску (шкалу барометра-анероїда градуують і перевіряють за показаннями ртутного барометра).

Анероїди дуже зручні в роботі, міцні, малогабаритні, але менш точні, ніж рідинні барометри.

Оскільки значення атмосферного тиску залежить від висоти над поверхнею Землі, то шкалу барометра-анероїда можна проградувати у метрах відповідно до розподілу тиску за висотою. Анероїд, що має шкалу, за якою можна визначити висоту підняття над Землею, називають **альтиметром** (висотоміром). Альтиметри широко використовують в авіації, парашутному спорті, альпінізмі тощо.

Складніші прилади **барографи** дають змогу діставати на паперовій стрічці графік залежності тиску повітря від часу, а також дані у вигляді електричних сигналів з подальшою їх обробкою на комп'ютері, передавати у разі потреби на велику відстань від автоматичних метеостанцій.

3. ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «ВИШТОВХУВАЛЬНА СИЛА» НА ПЕРШОМУ СТУПЕНІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

Залежність тиску в рідині або газі від глибини приводить до виникнення виштовхувальної сили, що діє на будь-яке тіло, занурене в рідину або газ. Цю силу називають **архімедовою силою**. Дійсно, якщо тверде тіло занурюється в рідину або газ, то воно буде витіснити рідину (газ) і в результаті рідина (газ) чинитиме на тверде тіло тиск у відповідь. Цей приклад прояву третього закону Ньютона стверджує, що дія і протидія рівні та протилежні. Грецький

учений Архімед за два століття до початку нашої ери встановив за допомогою дослідів, що виштовхувальна сила дорівнює вазі витісненої тілом рідини ($F_A = mg = \rho_0 gV$). Виведемо цю формулу. Для цього помістимо тіло у формі куба з ребром h та площею грані S у рідину густиною ρ_0 (рис. 2.6).

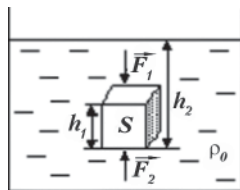


Рис. 2.6

На всі грані куба з боку рідини діють сили тиску. Сили тиску, що діють на бічні грані куба, взаємно компенсуються. На верхню грань діє напрямлена вниз сила тиску F_1 , модуль якої $F_1 = \rho_0 g h_1 S$, S — площа грані. На нижню грань діє напрямлена вгору сила тиску F_2 , модуль якої $F_2 = \rho_0 g h_2 S$. Оскільки $h_1 < h_2$, то $F_1 < F_2$, тобто рівнодійна цих обох сил напрямлена вертикально вгору і є виштовхувальною (архімедовою) силою: $\overline{F_A} = \overline{F_1} + \overline{F_2}$, а її модуль $F_A = F_2 - F_1 = \rho_0 g h_2 S - \rho_0 g h_1 S = \rho_0 g V$ або $F_A = P$, де V — об'єм куба (тобто об'єм рідини, витісненої зануреним тілом або його частиною); P — вага витісненої тілом рідини; F_A — залежить від об'єму, густини рідини та прискорення вільного падіння в довільному місці Землі.

Отже, **закон Архімеда** формулюється так: *на тіло, занурене в рідину або газ, діє виштовхувальна сила, що чисельно дорівнює вазі рідини або газу, витіснених зануреною частиною тіла, напрямлена вертикально вгору і прикладена в центрі тяжіння витісненого об'єму рідини або газу.*

Цей закон не виконується за умов невагомості та для дуже малих тіл, якщо їх молекулярна взаємодія з поверхнею води (сили поверхневого натягу) виявляється значною. Відомо, що суцільний брусок сталі тоне у воді, а лезо для гоління може плавати, коли його обережно покласти на воду. Якщо під тілом немає води, а зверху вона є, то сила Архімеда буде «топити» тіло, бо діятиме вниз. Відомий приклад такої ситуації — поведінка пластинки парафіну на дні посудини. Якщо води в проміжку парафін — скло немає, то тиск води не дає змоги пластинці піднятися вгору.

Виштовхувальна сила завжди прикладена в центрі тяжіння витісненого об'єму рідини чи газу, а не в центрі тяжіння зануреного тіла. Але в окремих випадках ці точки можуть збігатися. Наприклад, для зануреної в рідину чи газ однорідної кулі точкою прикладання виштовхувальної сили є її центр тяжіння, оскільки він збігається з центром тяжіння витісненого об'єму рідини чи газу.

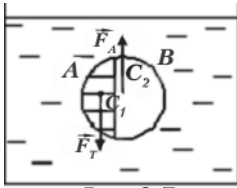


Рис. 2.7

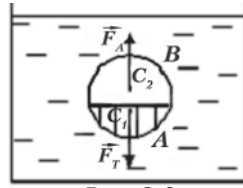


Рис. 2.8

Але якщо неоднорідну кулю (частину A якої виготовлено із свинцю, а частину B — з дерева) занурити в рідину (рис. 2.7), то сила тяжіння \vec{F}_T буде, як і до занурення, прикладена в центрі тяжіння C_1 кулі, а виштовхувальна сила \vec{F}_A — в точці C_2 , що є геометричним центром тяжіння кулі. Під дією цих сил куля повернеться і займе положення, показане на рис. 2.8.

Поведінка кулі через певний проміжок часу буде залежати від співвідношення між F_A і F_T : якщо $F_T > F_A$, то куля буде тонути; якщо $F_T < F_A$, то кулька буде спливати доти, доки виштовхувальна сила F'_A , діючи на частину кулі, яка залишилася під поверхнею рідини, не зрівноважить силу тяжіння ($F'_A = F_T$) і куля буде плавати.

Хоча силу Архімеда домовились вважати прикладеною до центра тяжіння витісненої рідини, однак насправді вона є результатом додавання безлічі поверхневих сил, прикладених до кожного елемента поверхні тіла, яке дотикається до рідини. Тому сила Архімеда має лінію дії, не маючи точки прикладання. Оскільки лінія дії проходить через центр тяжіння витісненого об'єму, то для твердих тіл її можна вважати прикладеною у вказаній точці, яку називають центром тиску або центром плавучості.

Розглянемо умови плавання тіл у рідині. На тіло густинною ρ вниз діє сила тяжіння $F_T = \rho gV$, де V — об'єм тіла, а вгору — сила Архімеда $F_A = \rho_0 gV$. Очевидно, що тіло спливе і плаватиме на поверхні рідини у тому разі, коли $F_A > F_T$ або $\rho_0 > \rho_T$. Тіло потоне і досягне дна, якщо виконуватиметься протилежна умова: $\rho_0 < \rho_T$. Окремий випадок $\rho_0 = \rho_T$ відповідає стану байдужої рівноваги тіла у рідині, коли воно зависає у довільному положенні. Це можуть робити риби з плавальним міхуром та деякі види підводних апаратів. Підводні човни то занурюються, то спливають за рахунок баласту. На воді тримаються громіздкі річкові та морські судна, виготовлені зі сталі, густина якої майже у вісім разів більша, ніж густина води. Пояснюється це тим, що зі сталі роблять тільки відносно тонкий корпус судна, а більша частина його об'єму зайнята повітрям. Середнє значен-

ня густини судна виявляється значно меншим від густини води, тому воно не тільки не тоне, але й може перевозити різні вантажі. Аналізуючи умови плавання реальних суден, треба враховувати положення, в якому вони тримаються на поверхні води. У цьому разі треба розглядати взаємне розміщення точок прикладання до судна сил \vec{F}_T і \vec{F}_A : якщо сила \vec{F}_T прикладена нижче ніж \vec{F}_A , то нахил корпусу спричиняє обертальний момент, який повертає судно у нормальне положення. Можна забезпечити майже повну стійкість судна тоді, коли вирівнювання відбувається навіть після 90° нахилу на борт (рис. 2.9).

Для перевезення вантажів з малою густиною (вони дуже підіймають угору положення центра тяжіння) будують широкі судна з незначним зануренням у воду. Для них боковий нахил зумовлює зміщення вбік точки прикладання сили Архімеда, як показано на рис. 2.10, що створює вирівнювальний обертальний момент.

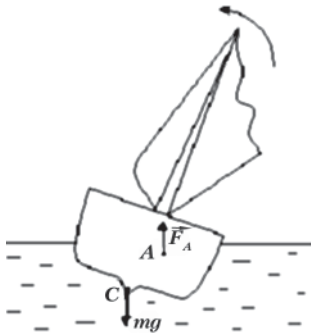


Рис. 2.9

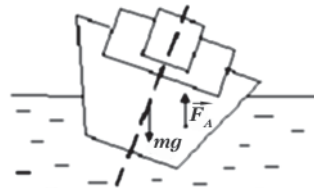


Рис. 2.10

Різниця ваги тіла в повітрі P і в рідині P_1 згідно із законом Архімеда дорівнює вазі витісненої тілом рідини в об'ємі, що дорівнює об'єму тіла V : $P - P_1 = \rho_p g V$; $V = \frac{P - P_1}{\rho_p g}$. Водночас

$$V = \frac{P}{\rho_T g}, \text{ де } \rho_T \text{ — густина матеріалу тіла; } \frac{P - P_1}{\rho_p g} = \frac{P}{\rho_T g},$$

$$\rho_T = \frac{\rho_p P}{P - P_1}.$$

Цей метод знаходження густини речовини тіла неправильної форми називають **методом гідростатичного зважування**.

Знаючи густину і об'єм тіла, можна також знайти його вагу: $P = mg = \rho_T g V$.



Рис. 2.11

Приладом, принцип дії якого ґрунтується на законі Архімеда, є ареометр сталої ваги, який плаває на різних рівнях у рідинах з різною густиною (рис. 2.11). Ареометр занурається в рідину доти, доки вага витісненої рідини не зрівняється з його вагою. Ареометр проградуйовано для вимірювання густини рідини в кілограмах на кубічний метр ($\text{кг}/\text{м}^3$). Він плаває вертикально, оскільки його колба навантажена свинцевим шротом. За допомогою ареометрів контролюють густину електроліту в акумуляторах, густину різних продуктів харчування, зокрема пива, молока, вина для виявлення наявності води.

Навчально-методичні завдання:

1 (УЗЗ). Скласти методичні рекомендації, які відносяться до навчання учнів складати опорні сигнали та конспекти. Навести приклад опорного сигналу, який Ви розробили для вивчення теми «Тиск».

2 (П). Спроекувати та підготувати розгорнутий план-конспект уроку фізики:

а) закон Паскаля; б) атмосферний тиск; в) закон Архімеда.

3 (УЗЗ). Проаналізувати чинну шкільну програму фізики в аспекті рекомендованих лабораторних робіт і демонстрацій з теми «Тиск» і розробити узагальнюючу блок-схему.

4 (П). Виготовити саморобний прилад з теми «Закон Архімеда» для проведення демонстраційного експерименту.

2.7. Практичні заняття № 9-10 (4 год.)

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ЯВИЩ

Актуалізація опорного рівня обізнаності:

- 1 (ЗЗ). *Навести приклади теплових явищ і процесів у природі.*
- 2 (ЗЗ). *Сформулювати алгоритм опису фізичних явищ для учнів 7-9 класів.*
- 3 (РГ). *Як залежить швидкість руху атомів і молекул від температури? Що таке дифузія?*
- 4 (ПВЗ). *Що таке температура з фізичної точки зору?*

План

1. *Методичні особливості вивчення уявлень про теплові явища.*
2. *Основні аспекти вивчення:*
 - а) *поняття: температура, внутрішня енергія, кількість теплоти, робота;*
 - б) *процеси: теплова рівновага, теплопередача.*
3. *Вивчення теплового балансу як наслідок закону збереження енергії в теплових процесах.*
4. *Завдання: використати шкільний підручник і придумати завдання для інтелектуальної вікторини, провести її.*
5. *Методика виконання лабораторних робіт на тепловий баланс:*
 - а) *вивчення теплового балансу при змішуванні води різної температури;*
 - б) *визначення питомої теплоємності речовини.*
6. *Особливості пояснення перебігу теплових процесів під час теплообміну: плавлення і кристалізація, випаровування і конденсація, кипіння, перетворення енергії у теплових процесах.*
7. *Вивчення принципу дії двигуна внутрішнього згорання, парової турбіни.*
8. *Методичні аспекти обґрунтування зміни агрегатного стану речовини на основі атомно-молекулярного вчення про будову речовини.*
9. *Завдання: провести науковий аналіз теми «Теплові явища».*

ТЕПЛОВІ ЯВИЩА

- Починаємо вивчати фізику

I етап

- Теорія гіпотез:
Будова речовини

II етап

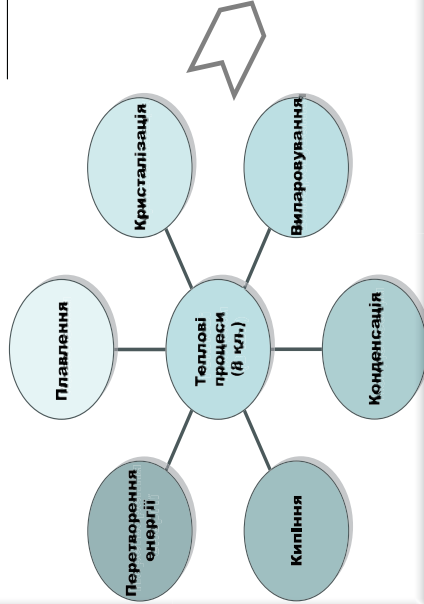
- Теорія принципів:
Теплові явища

Курс природознавства:

- ✓ Багато снігу – багато хлібу;
- ✓ Сонце не встане – сніг не розтане.

Курс природознавства "Три стани речовини": (властивості повітря, води, твердих тіл)

- Торобиці під час сильних морозів настобурчують пірч для того, щоб зберегти тепло, бо повітря позано його проводить.



Поняття: температура, внутрішня енергія, кількість теплоти, робота.

Процеси: теплова рівновага, теплопередача, тепловий баланс.

**Вивчення принципу дії
двигуна
внутрішнього згоряння,
парової турбіни**

1. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ УЯВЛЕНЬ ПРО ТЕПЛОВІ ЯВИЩА

Перед вивченням явища конвекції за допомогою дослідів створюють проблемну ситуацію на основі проблемного демонстраційного експерименту.

Перший дослід. Прогрівують зверху воду, налиту в пробірку. На дні пробірки за допомогою вантажу зміцнюють шматочок льоду. Верхній шар води закипає, а нижній залишається холодним (лід не тане).

Учні пояснюють результати досвіду, тому що їм відома погана теплопровідність води.

Другий дослід. Нагрівають пробірку знизу, а шматочок льоду поміщають на поверхню води. Вода в пробірці закипає. Лід тане.

Створюється проблемна ситуація. Починається її аналіз. Виділяються відоме і невідоме. На основі знань, отриманих учнями у вивченні явища теплопровідності, вода не повинна прогріватися, тому що вона поганий провідник теплоти. Показаний досвід і життєва практика показують, що це не так. Виникає проблемна ситуація, яка створюється за допомогою учнів: чому у підігріванні пробірки знизу закипає вся маса води, а при нагріванні зверху її верхній шар?

Школярам зрозумілий результат нагрівання пробірки з водою зверху, але абсолютно незрозумілий результат досвіду з нагріванням її знизу, так як вони ще не вивчили явища конвекції. Таким чином, на самому початку уроку створюється проблемна ситуація. Вона змушує учнів зрозуміти, що раніше набутих знань недостатньо для пояснення спостережуваного явища, тому необхідно вивчити нові явища і їх закономірності, які розглядаються в новій темі «Конвекція».

Наступну проблемну ситуацію доцільно створити для узагальнення і закріплення навчального матеріалу про теплопровідність тіл. Вирішенням проблемної ситуації підкреслюється не тільки відмінність теплопровідності різних тіл (вода, папір), але і теплопровідності одного і того ж тіла в залежності від його стану (мокрій або сухий папір).

Перший дослід. З паперу для письма роблять невелику коробку у вигляді дека. Кути її утискають канцелярськими скріпками. Встановлюють коробку на кільці штатива. Під коробку ставлять запалену спиртівку. Паперова коробка швидко згорає.

Другий дослід. Другу таку ж коробку встановлюють на кільці штатива, наливають у неї небагато води. Під коробку ставлять запалену спиртівку і нагрівають воду до кипіння. Про те, що вода в коробці закипає, учні судять через виділення великої кількості пари.

Виникає проблемна ситуація: чому порожня паперова коробка, розміщена на джерело теплоти, спалахує, а заповнена водою ні? Далі йде вирішення проблемної ситуації: паперова коробка, заповнена водою і вміщена на подум'я спиртівки, не горить тому, що папір, просочений водою стає теплопровідний і нагрівається у кипінні води приблизно до 100°C . Температура ж займання паперу значно вище.

У конвекції теплопередача здійснюється за допомогою висхідних струменів рідини чи газу, від гарячого до холодного тіла, тобто знову в результаті контакту. Однак, з життєвого досвіду учням відомо, що передача теплоти відбувається і без контакту гарячого та холодного тіл. Спираючись на цей життєвий досвід і знання про способи теплопередачі, можна створити проблемну ситуацію перед початком викладу теми «Випромінювання» наступним чином:

Перший дослід. Демонструють передачу теплоти термоскопу за допомогою теплопровідності. Пояснення фізичного змісту досвіду є посиленням для учнів.

Другий дослід, як і перший, підводить учнів до ситуації утруднення. У цьому досвіді рідина в результаті нагрівання повітря в колбі знову переміщується трубкою термоскопа. Джерело тепла знаходиться під термоскопом.

Чому крапля в термоскопі переміщується? Учні дають правильну відповідь. Далі створюють проблемну ситуацію за допомогою проблемного досвіду. Нагріту гирю або подум'я пальники ставлять в одній горизонтальній площині з термоскопом. Рідина в трубці термоскопа знову переміщується в колишньому напрямку, хоча нагрівач не стикався з термоскопом і не знаходився під ним.

Далі формулюється проблема: чому рідина в термоскопі переміщується і тоді коли вогнище розташоване на одному рівні з термоскопом? Правильну і повну відповідь учні отримають після вивчення теми «Випромінювання».

Проблемне навчання може бути вирішальним кроком для кращого засвоєння знань у навчальному процесі [14].

2. ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ:

- А) ПОНЯТТЯ: ТЕМПЕРАТУРА, ВНУТРІШНЯ ЕНЕРГІЯ, КІЛЬКІСТЬ ТЕПЛОТИ, РОБОТА;**
Б) ПРОЦЕСИ: ТЕПЛОВА РІВНОВАГА, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Розглянемо, для прикладу, методичний аспект формування поняття внутрішньої енергії.

Внутрішня енергія. Під час вивчення теплових явищ їх аналізують з точки зору зміни внутрішньої енергії: ознаки і особливості (внутрішня енергія тіла складається з кінетичної енергії поступального, обертального і коливального рухів молекул, атомів (іонів) і потенціальної енергії їх взаємодії; енергії взаємодії між атомами всередині молекул; енергії руху і взаємодії складових частин атома, а також ядра). Насамперед пояснюють, що ця енергія називається внутрішньою тому, що її величина не залежить від значення механічної енергії цього тіла, тобто від швидкості тіла і його положення відносно Землі, і, що таким чином, енергія будь-якого тіла складається з механічної і внутрішньої.

Після цього розглядається залежність величини внутрішньої енергії від температури. Нагадується, що величина кінетичної енергії будь-якого тіла, в тому числі і молекули, залежить від маси і швидкості. Учні знають, що температура залежить від швидкості молекул, а тому вона є показником зміни внутрішньої енергії. Нагадують також, що в газів молекули віддалені одна від одної, тому між ними нема взаємного притягання, потенціальна енергія взаємодії даної маси газу дорівнює нулю. Ось чому його внутрішня енергія складається лише з кінетичної енергії молекул. Тому для газів зміна внутрішньої енергії проявляється в зміні температури; при зростанні внутрішньої енергії газу зростає температура. Тут учням пояснюють, що тоді, як у газів кінетична енергія молекул набагато більша за потенціальну енергію їх взаємодії, у твердих тіл, навпаки, кінетична енергія молекул (інших частинок) набагато менша за потенціальну енергію взаємодії. Для рідин їх значення близькі одне до одного. Для твердих тіл внутрішня енергія дуже залежить від стану тіла, взаємного розташування частинок. Під час роздрібнення твердого тіла, його деформації — змінюється стан тіла і внутрішня енергія.

Важливо порівняти значення механічної енергії певного механізму з внутрішньою енергією газу. Це потрібно для підготовки учнів до засвоєння принципу дії теплових машин [5].

Внутрішню енергію важко відібрати від тіла і перетворити її в механічну, тобто використати для виконання механічної роботи; звертають увагу й на універсальність внутрішньої енергії, на те, що ми маємо величезні її запаси, ось чому треба так уважно вивчити способи перетворення її в інші види енергії.

Способи зміни внутрішньої енергії тіла. Перед тим як розглядати це питання, можна порекомендувати виконати вдома досліди на нагрівання тіл за рахунок роботи, виконаної під час тертя та удару:

1 (Нс). Покладіть на стіл монету і потріть її. Як змінилась температура монети через кілька секунд?

2 (РГ). Шматочок свинцю розплекіть молотком і відразу ж спробуйте взяти його в руки. Що ви відчуєте?

3 (ПВЗ). У чайнику з водою, який нагрівається на плиті, заткніть носик пробкою з паперу. Закрийте чайник кришкою і спостерігайте за нею під час кипіння води.

4 (ПВЗ). Накачайте велосипедну камеру насосом. Як змінюється температура насоса? Над яким тілом виконується робота?

Як приклад перетворення механічної енергії у внутрішню можна навести запалювання сірника тертям. Головка сірника виготовлена з матеріалу, що легко займається. У терті виникає невеличка іскра, яка і викликає спалах головки сірника.

Слід особливу увагу приділити роз'ясненню суті «роботи над тілом». Це потрібно для того, щоб підготувати учнів до розуміння роботи теплових машин, де газ або пара є робочим тілом. Для прикладу можна проробити такий дослід. У колбу до половини наливають води, затикають корком з отвором і щільно вставляють в отвір лійку так, щоб кінець її входив у колбу, але не торкався до води. У лійку кладуть невеличку кульку діаметром 5-8 мм і нагрівають воду. Спостерігають за кулькою, коли вода почне кипіти. Підстрибування кульки свідчить про те, що пара є робочим тілом, тобто спостерігають перетворення внутрішньої енергії в механічну роботу, інакше кажучи тіло виконує роботу.

Досить цінним з методичного погляду є дослід з підніманням води вгору нагрітим повітрям. Для досліду беруть колбу з круглим дном, наповнюють її наполовину водою і закривають корком, у який вставляють скляну трубку. Одночасно з цим готують посудину з отвором унизу і сполученою з ним гумовою трубкою. Перевернувши колбу

отвором донизу, сполучають її з посудиною гумовою трубкою і наливають воду. Для більшої наочності у посудину слід опустити дерев'яний циліндрик, який би плавав на поверхні (рис. 2.12). Верхню частину колби накривають тканиною, змоченою гарячою водою. Повітря в колбі нагрівається і, розширюючись, витісняє воду з колби. Вода гумовою трубкою перетікає в посудину. Щоб піднялася вода і, плаваючий у ній, дерев'яний циліндрик піднявся, виконується певна робота за рахунок внутрішньої енергії повітря.

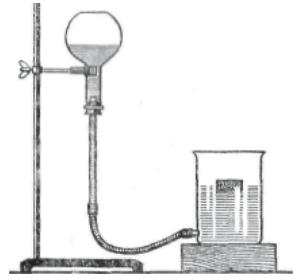


Рис. 2.12

Розглянувши окремі приклади, роблять узагальнюючий висновок, що під час роботи зовнішньої сили над тілом його внутрішня енергія збільшується, а коли тіло саме виконує роботу, то його внутрішня енергія зменшується. Разом з цим ставиться запитання, а чи можна, не виконуючи роботи, змінити внутрішню енергію тіла. Нагадуємо, що одним з основних показників зміни внутрішньої енергії даного тіла є зміна його температури. Неважко на простих прикладах (нагрівання повітря в колбі від руки, води на спиртівці, охолодження розжареної до червона дротини тощо) показати, що внутрішня енергія тіла змінюється в результаті теплопередачі.

Важливо, усвідомити, що кількість теплоти є кількісна міра внутрішньої енергії, яка передається від одного тіла до другого без виконання роботи. Якщо внутрішня енергія не змінюється, то не можна говорити про кількість теплоти.

На закінчення аналізується обидва способи зміни внутрішньої енергії. Цікаво застосувати такий прийом. Нехай один з учнів нагріває монету тертям, а другий у теплій воді. На такому досліді, яка з монет яким способом нагріта, учні переконуються, що за зовнішніми ознаками обидва способи рівноправні, але не можна сказати, яким способом змінювалась внутрішня енергія тіла [5].

НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ТЕМИ ШКФ:

1. Зміст теми у навчальній програмі.
2. Значення теми й вимоги до неї відповідно до чинних стандартів фізичної освіти, навчальної, цільової програм предмету фізики.

3. Поурочне, тематичне планування теми.
4. Методика викладання основних питань теми.
5. Особливості експерименту в темі та методика його постановки.
6. Можливості активізації пізнавальної діяльності учнів.

Навчально-методичні завдання:

1 (УЗЗ). Скласти методичні рекомендації щодо навчання учнів розв'язувати фізичні задачі на теплові явища.

2 (П). Спроекувати та підготувати розгорнутий план-конспект уроку фізики:

- а) тепловий стан тіл. Температура;
- б) внутрішня енергія та способи її зміни.

3 (УЗЗ). Проаналізувати чинну шкільну програму хімії в аспекті рекомендованих суміжних міжпредметних тем про теплові явища природи та розробити узагальнюючу блок-схему.

4 (П). Сконструювати модель теплового двигуна (комп'ютерну модель) та застосувати під час проведення фрагменту уроку за цією темою.

2.8. Практичні заняття № 11-12 (4 год.)

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ І МАГНІТНИХ ЯВИЩ

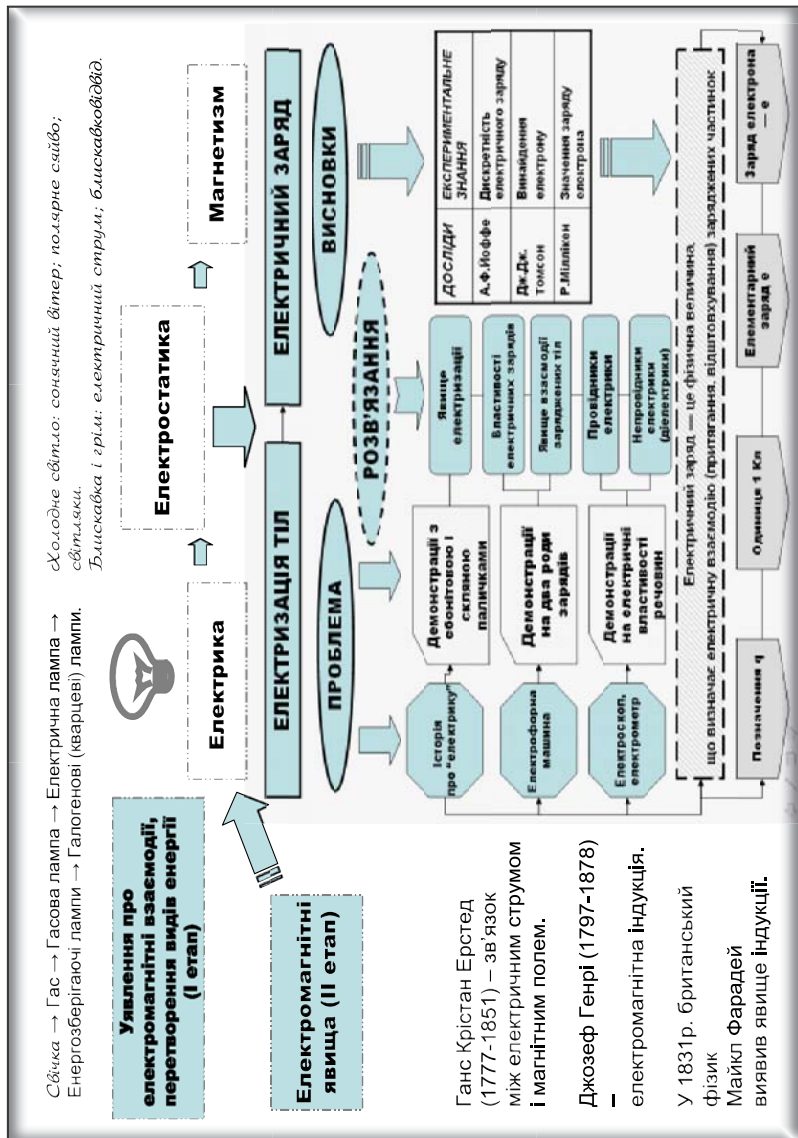
Актуалізація опорного рівня обізнаності:

- 1 (РГ). Як поводитиметься котушка зі струмом, якщо закріпити її на дощечці й опустити на поверхню води в широкій посудині?
- 2 (РГ). Чому намагнічений предмет не може мати тільки один полюс?
- 3 (РГ). Які явища лежать у основі дії двигуна постійного струму?
- 4 (РГ). Наведіть приклади електризації тіл у природі.

План

1. Методичні особливості вивчення уявлень про електростатику.
2. Методичні особливості вивчення електромагнітних явищ:
 - а) тема «Електричне поле»;
 - б) тема «Електричний струм»;
 - в) тема «Магнітне поле».
3. Методика вивчення електризації тіл у природі, електростатичної взаємодії.
4. Завдання: назвати природні електростатичні тіла.
5. Методика введення поняття електричного струму. Вивчення електричного струму в різних середовищах.
6. Введення основних характеристик електричного кола: сила струму, електрична напруга, електричний опір. Закон Ома для ділянки кола.
7. Особливості понять робота і потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца.
8. Методичні основи понять постійні магніти і електромагніти. Дослід Ерстеда.
9. Вивчення електромагнітної індукції. Досліди Фарадея. Гіпотеза Ампера.
10. Постановка та виконання лабораторних робіт на електричні і магнітні явища.
11. Завдання: описати світоглядні твердження, які формують фахові компетенції учнів.

Опорний конспект практичного заняття № 11-12



1. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ УЯВЛЕНЬ ПРО ЕЛЕКТРОСТАТИКУ

Електродинаміка — це розділ фізики, в якому розглядаються властивості та закономірності електромагнітного поля, завдяки якому здійснюється взаємодія між електрично зарядженими тілами і частинками.

Історія розвитку електродинаміки — електризація тіл під час тертя (XVII ст.); електричні заряди і їх взаємодії (XVIII ст.); явища атмосферної електрики (друга половина XVIII ст.); хімічні джерела електрики, електричний струм (кінець XVIII ст.); установлення взаємозв'язку між електричними і магнітними явищами; електромагнітна індукція; електромагнітна природа світла; відкриття електрона (XIX ст.).

Створення електродвигунів, генераторів струму, телеграфної апаратури, освітлювальних приладів, станків і машин, систем автоматичного контролю і керування, побутових приладів неможливе без застосування електричного струму. Телефон, телеграф, радіо, телебачення, відеоапаратура, комп'ютер — все це пристрої, в основу яких покладено закони електродинаміки. Послідовне їх вивчення на основі розуміння взаємозв'язків понять дозволить засвоїти основні закони електродинаміки та їх застосування в науці і техніці.

Електростатикою називають розділ електродинаміки, в якому вивчають властивості і взаємодії нерухомих (відносно інерціальної системи відліку) заряджених частинок і тіл. У цьому розділі розглядають три групи питань:

- ✓ електричний заряд, закон збереження зарядів, закон Кулона;
- ✓ електричне поле, властивості, основні характеристики: напруженість, різниця потенціалів, напрута;
- ✓ речовина в електричному полі, електроємність, енергія електричного поля.

Вивчення розділу «Електричне поле. Основи електростатики» закладає фундамент розуміння всієї електродинаміки — найскладнішої частини фізики. За недостатнього розуміння головних його понять часто спостерігається формалізм у знаннях.

Схема вивчення теми:

1. Електричний заряд → дискретність → (Закон збереження електричного заряду, Закон взаємодії зарядів).
2. Електростатичне поле → (силова та енергетична характеристики) → розрахунок полів: у вакуумі; у середо-

вищі: принцип суперпозиції; зв'язок напруженості і напруги; енергія поля; емпіричний метод.

3. Речовина в полі: провідник і діелектрик → розрахунок характеристик → зв'язок між ними.

На схемі показано три об'єкти дослідження електростатики: електричний заряд, електростатичне поле, речовина в полі.

Електричний заряд має властивість дискретності, певну величину, поверхневу густину і обов'язково утворюється лише на матеріальному об'єкті. Під час набуття тілом заряду виконується закон збереження електричного заряду замкненої системи тіл. Точкові заряджені тіла взаємодіють за законом Кулона.

Розглянемо опорний конспект вступного уроку фізики у 9 класі на тему «Електризація тіл. Електричний заряд».

Бурштин грецькою називають *електроном*. Коли бурштин притягує до себе інші тіла, то говорять, що він наелектризований, або йому надано *електричного заряду*. Від слова *електрон* походить слово електрика.

В електризації завжди беруть участь два тіла. Тут електризуються обидва тіла.

У природі існують два роди електричних зарядів: позитивні та негативні. Однойменні заряди відштовхуються, а різнойменні — притягуються.

За здатністю проводити електричні заряди речовини поділяють на провідники (метали) та ізолятори (діелектрики), а також проміжні — напівпровідники (кремній, германій, селен, фосфор; більшість оксидів, деякі сплави, мінерали).

Допоки можна зменшувати заряд? Чи існує межа поділу електричного заряду?

З метою довести, що існує межа поділу електричного заряду і встановити цю межу видатний фізик **А. Ф. Йозффе** (1880–1960) виконав досліди, в яких електризувалися дрібні порошинки цинку, видимі тільки в мікроскоп. Заряд порошинок кілька разів змінювали і щоразу його вимірювали. Досліди показали, що всі зміни заряду порошинок були в ціле число (тобто 2, 3, 4, 5 і т. д.) разів більші від певного найменшого заряду, тобто дискретні (від латинського слова *discretus* — роздільний, перервний). Оскільки електричний заряд властивий речовині, тому вчений зробив висновок, що в природі є така частинка речовини, яка має найменший заряд, що далі вже не ділиться. У 1897 р. зроблено відкриття, що дало змогу пояснити більшість

електричних явищ: англійський учений **Дж. Дж. Томсон** відкрив частинку, що є носієм найменшого (елементарного) негативного електричного заряду. Цю частинку назвали **електроном**. Значення заряду електрона вперше визначив американський учений **Р. Міллікен**. Свої досліди, подібні до дослідів А. Ф. Йоффе, він проводив з дрібними крапельками олії.

Електричний заряд — одна з основних властивостей електрона. Цей заряд не можна «забрати» з електрона. Більше того, заряд електрона не можна ні збільшити, ні зменшити. Він завжди має одне й те саме значення.

Маса електрона дорівнює $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, вона в 3700 разів менша від маси молекули Гідрогену. Маса крильця мухи приблизно в $5 \cdot 10^{22}$ разів більша, ніж маса електрона.

Електричний заряд — це фізична величина, що визначає електричну взаємодію (притягання, відштовхування) заряджених частинок.

Позначають електричний заряд малою латинською літерою **q**.

У Міжнародній системі одиниць (СІ) одиницею електричного заряду є **один кулон (1 Кл)**. Цю одиницю названо на честь французького фізика **Шарля Кулона** (1736–1806), який відкрив закон взаємодії електричних зарядів.

Один кулон — це дуже великий заряд. У дослідах з електризації тіл, про які йшлося вище, ми мали справу із зарядами в мільйони і мільярди разів менші, ніж один кулон.

Абсолютне значення (модуль) найменшого електричного заряду позначають літерою **e** і називають **елементарним зарядом**:

$$e = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 16\ \text{Кл} = 1,6 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}.$$

За визначенням заряд електрона:

$$q_e = -e = -1,6 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}.$$

Цей заряд у мільярди разів менший від заряду, що отримують у дослідах з електризації тіл тертям [8].

Пропонуємо рекомендовані запитання і завдання компетентісного характеру для первинного закріплення вступного уроку в 9 класі [82].

- 1 (РГ). Як можна наелектризувати тіло?
- 2 (РГ). Скільки тіл беруть участь у електризації і що з ними відбувається?
- 3 (РГ). Які електричні заряди існують у природі?
- 4 (ЗЗ). Який електричний заряд матиме скляна паличка, потерта об шовкову тканину?

5 (ЗЗ). Який електричний заряд матиме ебонітова паличка, потерта об вовну?

6 (РГ). Який найпростіший дослід переконує, що дане тіло наелектризоване?

7 (ПВЗ). Чому про деякі частинки говорять, що вони мають заряд?

8 (ПВЗ). Чому тіла заряджаються негативно або позитивно?

9 (РГ). Як взаємодіють між собою різнойменні заряди? Одноїменні?

10 (ПВЗ). Яка будова електроскопа? Для чого його використовують?

11 (УЗЗ). Як за допомогою зарядженого електроскопа встановити, які з предметів, виготовлених з різних речовин, є провідниками, а які — ізоляторами?

12 (ПВЗ). Чи можна електричний заряд ділити нескінченно?

13 (ЗЗ). Хто й коли відкрив електрон? Який електричний заряд має електрон? Чому дорівнює його маса?

14 (ЗЗ). Як називається одиниця заряду в СІ?

15 (РГ). Чому заряд електрона можна назвати мінімальним елементарним зарядом?

Другий вид матерії — електростатичне поле має силову \vec{E} та енергетичну характеристику j . Наразі можна здійснити розрахунок полів у вакуумі та у середовищі на основі принципу суперпозиції полів, використання зв'язку між E і j .

Якщо помістити речовини провідників і діелектриків у електростатичне поле, відбуваються певні зміни електричних властивостей тіл. Провідник набуває певної ємності, напруженість поля в середині провідника стає рівною нулю. Діелектрик — електростатичному полі поляризується і має певну діелектричну проникність ϵ . Якщо між двома зарядженими провідними пластинами помістити діелектрик, то одержимо нагромаджувач електричної енергії — конденсатор, поле якого можна вважати однорідним. Тому його використовують для розрахунку характеристик і зв'язків між ними довільного електростатичного поля.

Для емпіричних досліджень у електростатиці зручною є модель одиничного позитивного пробного заряду, що не спотворює поле заряду-джерела.

5. МЕТОДИКА ВВЕДЕННЯ ПОНЯТТЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Основні положення теми викладемо у вигляді лекції.

Взаємодія зарядів за законом Кулона є експериментально встановленим фактом. Однак математичний вираз закону взаємодії зарядів не розкриває фізичного змісту самого процесу взаємодії, не пояснює, яким чином відбувається дія заряду q_1 на заряд q_2 .

Теорія близькодії, створена на основі дослідження англійського фізика М. Фарадея, пояснює взаємодію електричних зарядів тим, що навколо кожного електричного заряду існує електричне поле — особливий вид матерії, що існує незалежно від наших знань про нього і має енергію. Електричне поле неперервне в просторі і здатне діяти на інші електричні заряди.

Електричне поле нерухомих зарядів називають **електростатичним**. Воно не змінюється з часом. Це поле створюється тільки електричними зарядами. Воно існує в просторі, що оточує ці заряди, і нерозривно з ними пов'язане. Головна властивість електричного поля — здатність діяти на внесені в нього електричні заряди з деякою силою. Тому досліджують електричні поля за допомогою пробного точкового заряду. Пробний заряд q_0 має бути малим, щоб він не спотворював помітно досліджуваного поля.

Нехай у точці O знаходиться позитивний точковий заряд q (рис. 2.13). У довільну точку поля C , створеного зарядом q_1 , і яка знаходиться на відстані r від цього заряду, помістимо пробний заряд q_0 . Модуль сили взаємодії між цими зарядами визначаємо

за законом Кулона. $F = k \frac{q_1 q_0}{\epsilon r^2}$.



Рис. 2.13

Поділивши обидві частини формули на q_0 і прирівнявши $q_1 = q$, отримуємо: $\frac{F}{q_0} = k \frac{q}{\epsilon r^2}$. Вираз правої частини формули $F = k \frac{q_1 q_0}{\epsilon r^2}$ не залежить від заряду q_0 і має сталі значення для кожної точки поля, в якій цей заряд знаходиться. Отже, відношення F/q_0 є також сталим для кожної точки поля. Величину, що виражає це відношення, називають напруженістю електричного поля: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$.

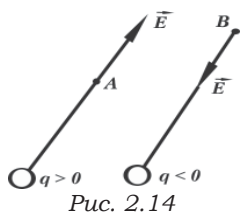


Рис. 2.14

Напруженість електричного поля

Напруженістю електричного поля називають фізичну векторну величину \vec{E} , що є силовою характеристикою електричного поля в кожній його точці і чисельно дорівнює відношенню сили, з якою поле діє на точковий заряд, поміщений у цю точку, до значення цього заряду. Напрямок напруженості збігається з напрямком електричної сили, що діє на пробний позитивний заряд у цій точці: $\vec{F} = q \vec{E}$. Вектор напруженості в будь-якій точці (A, B) електричного поля напрямлений уздовж прямої, що сполучає цю точку і заряд, від заряду, якщо $q > 0$, і до заряду, якщо $q < 0$ (рис. 2.14).

Із формул $F = k \frac{q_1 q_0}{\epsilon r^2}$ і $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$ знайдемо, що модуль напруженості електричного поля, створюваного точковим електричним зарядом, $E = k \frac{q}{\epsilon r^2}$. Одиницю напруженості електричного поля визначаємо із формули. У системі СІ: 1 В/м.

Отже, за одиницю напруженості в системі СІ — вольт на метр — взято напруженість такого однорідного електричного поля, потенціал якого вздовж лінії напруженості змінюється на 1 В на відстані 1 м. У кожній точці такого поля на заряд, що дорівнює 1 Кл, діє сила 1 Н.

Повне уявлення про розподіл поля можна дістати з рисунка, на якому зобразити вектори напруженості, а також показати неперервні лінії, дотичні до яких у кожній точці, через яку вони проходять, збігаються з вектором напруженості. Ці лінії називаються **силовими лініями** або **лініями напруженості** (рис. 2.15). Силкові лінії можна зробити видимими, якщо довгасті кристалики діелектрика, наприклад, хініну (лікві від малярії) добре перемішати у в'язкій рідині (рициновій олії) і помістити туди заряджені тіла; поблизу цих тіл кристалики «вишикуються» в ланцюжки вздовж ліній напруженості.

Силкові лінії електричного поля точкових зарядів незамкнені. Вони починаються на позитивних електричних зарядах і закінчуються на негативних. Віддалік від країв пластин силкові лінії паралельні: електричне поле однакове у всіх точках.

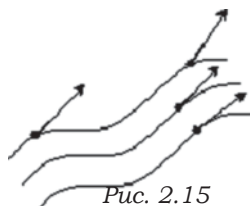


Рис. 2.15

Електричне поле, напруженість якого однакова у всіх точках простору, називають **однорідним**.

Досліди показують, якщо на електричний заряд q діють одночасно електричні поля декількох зарядів, то результуюча сила дорівнює геометричній сумі сил, що діють з боку кожного поля окремо. Ця властивість електричних полів означає, що ці поля підлягають принципу суперпозиції: якщо в заданій точці простору різні заряджені частинки створюють електричні поля напруженістю \vec{E}_1 , \vec{E}_2 , \vec{E}_3 і т.п., то результуюча напруженість поля в цій точці дорівнює геометричній сумі напруженостей полів частинок, тобто: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$.

Завдяки принципу суперпозиції для знаходження напруженості поля системи заряджених частинок у будь-якій точці A досить знати вираз для напруженості поля точкового зарядженого тіла і додати вектори за правилом паралелограма (рис. 2.16).

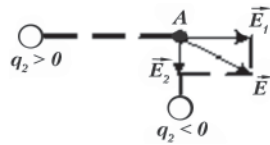


Рис. 2.16

Принцип суперпозиції (накладання) полів означає, що електричні поля під час накладання не впливають одне на одне.

Принцип суперпозиції дозволяє обчислити напруженість поля довільної системи зарядів, а не тільки точкових, зокрема і рівномірної зарядженої площини.

За рівномірного розподілу електричного заряду q по поверхні площею S поверхнева густина заряду σ є сталою і дорівнює: $\sigma = \frac{q}{S}$.

У фізиці доведено, що напруженість електричного поля нескінченної площини з поверхневою густиною заряду σ однакова в довільній точці простору і дорівнює: $\frac{F}{q_0} = k \frac{q}{\epsilon r^2}$.

Формулу застосовують для розрахунку напруженості електричного поля біля заряджених тіл у тому разі, коли форма рівномірно зарядженої поверхні близька до площини і відстань від точки, в якій визначається напруженість поля, до поверхні тіла значно менша від розмірів тіла і відстані до краю зарядженої поверхні.

6. МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВВЕДЕННЯ ЗАКОНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Розділ містить найважливіші прикладні питання: електричний струм, закон Ома для ділянки кола, опір провідників, робота і потужність постійного струму, а також відомості про сторонні сили й ЕРС, закон Ома для повного кола.

Головне поняття розділу «Закони постійного струму» — постійний електричний струм.

Схема вивчення теми:

Електричний струм → постійний електричний струм → (сили струму → опір провідника → напруга) → Закон Ома для ділянки кола → Електричні кола (послідовне і паралельне з'єднання): робота постійного струму: (потужність, Закон Джоуля-Ленца); ЕРС (Закон Ома для повного кола)).

Важливо зрозуміти, що електричний струм, зокрема в металах, це не безперервний рух електронів електричним колом від його початку (джерела) до кінця (споживача), а напрямлений «дрейф» у одному напрямі одночасно (одразу після замикання кола) всіх електронів за всім об'ємом з'єднувальних провідників. Це «пожвавлення» електронів відбувається миттєво скрізь вздовж кола через велику швидкість поширення електричного поля ($c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с), що діє на вільні електрони металу, з якого виготовлені з'єднувальні провідники.

Вивчати матеріал цього розділу потрібно починати з поняття електричного заряду, який, рухаючись напрямлено в електричному полі, сприяє проходженню струму в замкненому колі. Сила струму залежить від величини заряду, що проходить через поперечний переріз провідників у колі за одиницю часу.

Такому напрямленому рухові носіїв заряду можуть чинитися перешкоди, вплив яких виражає опір провідника. Унаслідок проходження струму на кінцях провідника виникає різниця потенціалів (напруга). Кількісне співвідношення між характеристиками електричного кола виражає закон Ома для ділянки кола.

Електричні кола складаються з послідовно з'єднаних провідників і паралельного їх з'єднання. Під час упорядкованого руху заряджених частинок у провіднику електричне поле виконує роботу. Якщо на ділянці кола не виконується механічна робота і струм не чинить хімічних дій, то відбувається тільки нагрівання провідника з виділенням кількості теплоти навколишнім тілам, яку розраховують за законом Джоуля-Ленца.

Будь-який електричний прилад, лампочка, електродвигун розраховані на використання певної енергії за одиницю часу. Тому, поряд з роботою струму важливе значення має поняття потужності струму.

Оскільки проходження струму у провідниках супроводжується виділенням енергії, то в будь-якому колі має бути якесь джерело енергії, що надсилає її в коло. У цьому джерелі, крім кулонівських сил, обов'язково мають діяти сторонні, не потенціальні сили. Дія сторонніх сил характеризується важливою фізичною величиною — ЕРС.

У замкненому колі, що складається із джерела струму із внутрішнім опором r і резистора (провідника) опором R , ЕРС дорівнює сумі спадів напруг на цих опорах. Взаємозв'язок цих характеристик кола виражає закон Ома для повного кола.

8. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПОНЬТЯ ПСТІЙНІ МАГНІТИ І ЕЛЕКТРОМАГНІТИ. ДОСЛІД ЕРСТЕДА

Розглянемо окремі конспекти уроків з вибраних тем «Магнітні явища».

*Урок. **Магнітне поле. Дослід Ерстеда***

Мета: навчальна: дати поняття про магнітне поле провідника зі струмом; *розвивальна:* розвивати розуміння зв'язку між електричними і магнітними явищами; *виховна:* формувати вміння встановлювати на прикладі магнітного поля взаємозумовлені зв'язки струму і магнітного поля.

Тип уроку: урок вивчення нового навчального матеріалу.

Вид уроку: бесіда.

Обладнання: набір приладів для демонстрації досліду Ерстеда, магнітні стрілки, залізні ошурки, прилад для демонстрації магнітного поля прямого струму, свердлик.

ХІД УРОКУ

I. Активізація пізнавальної діяльності учнів

1 (ЗЗ). Що називають електричним струмом?

2 (ЗЗ). Які дії струму ви знаєте?

3 (РГ). Які досліди демонструють дії струму?

II. Мотивація навчання

Слово учителя. Сьогодні ми починаємо глибше вивчати магнітні властивості провідника зі струмом, про що дізнаємося із наступного розділу підручника «Електромагнітні явища». (*Повідомлення теми та мети уроку.*)

III. Формування нових знань

1. Бесіда про історію виникнення вчення про магнетизм (повідомлення учня, що мав випереджаюче завдання).

— Магнетизм, як явище відомий принаймні з 5 ст. до н.е., але вивчення його сутності просувалося дуже повільно. Ще стародавні греки знали, що існує особливий мінерал — камінь із магnezії, здатний притягувати невеликі залізні предмети.

Однак, уперше властивості магніту були описані лише в 1269 році. А першою великою працею, присвяченою дослідженню магнітних явищ, є книга Вільяма Гілберта «Про магніт», що вийшла у 1600 році. Магнітні взаємодії розглядалися спочатку як зовсім не пов'язані з електричними. Хоча ще в далекі часи було помічено, що блискавка перемагнічує компаси на кораблях і намагнічує сталеві предмети.

2. Демонстрація досліду Ерстеда.

На підставі досліду роблять висновок. У просторі навколо провідника зі струмом виникають сили, які діють на рухомі заряди та магнітну стрілку. Ці сили дістали назву магнітних.

3. Розповідь про магнітне поле.

4. Вивчення властивостей магнітного поля.

✓ Спостереження розміщення магнітних стрілок навколо прямого провідника.

✓ Спостереження розміщення залізних ошурок навколо прямого провідника зі струмом.

Після демонстрації дослідів учні дають відповіді на запитання (РГ).

✓ Коли проявляється дія провідника на магнітну стрілку?

✓ Чи змінюється дія провідника зі струмом на магнітну стрілку під час зміни напрямку струму в провіднику? Як саме?

✓ Який висновок можна зробити на підставі продемонстрованих дослідів?

5. Введення поняття силових ліній магнітного поля.

6. Визначення напрямку силових ліній магнітного поля. Правило гвинта.

7. Введення умовних позначень для зображення магнітного поля струму.

IV. Застосування знань

1. Дайте відповіді на запитання (УЗЗ):

- якими відомими вам способами можна намагнітити сталевий стрижень?

- як визначити, яка з двох в'язальних спиць намагнічена?
- чи залишиться у стані спокою магнітна стрілка, якщо до неї наблизити провідник зі струмом? Відповідь обґрунтуйте;
- чи можна, використовуючи компас, визначити, чи є в провіднику струм. Відповідь поясніть.

2. Розв'яжіть задачу (ПВЗ). Як будуть розмішені силові лінії магнітного поля навколо провідника зі струмом, який має горизонтальне положення? Виконайте відповідні малюнки.

V. Рефлексія уроку (П).

- Які явища спостерігаються в провіднику яким проходить електричний струм?
- Який зв'язок існує між електричним струмом і магнітним полем?
- Як розташовуються залізні ошурки в магнітному полі прямолінійного провідника зі струмом? Чому?
- Як за допомогою досліду показати, що напрям магнітних ліній пов'язаний з напрямом струму?

Урок. **Електромагнітні явища та їх застосування**

Мета: навчальна: поглибити знання учнів про електромагнітні явища; *розвивальна:* ознайомити їх із правилом «правої руки» для визначення полюсів електромагніту; *виховна:* з'ясувати, від чого залежить сила дії магнітного поля електромагніту, ознайомити з практичним використанням електромагніту.

Тип уроку: комбінований.

Вид уроку: розповідь.

Обладнання: джерело струму, виток дроту, котушка дроту, електромагніт (розбірний), магнітна стрілка на підставці, електричний дзвінок (модель), телеграфний апарат (модель).

ХІД УРОКУ

I. Перевірка знань учнів

1. Виконання інтерактивної вправи «Бліцопитування» (РГ).

- У чому виявляється магнітна дія електричного струму?
- Як дізнатися чи є струм у проводі, не користуючись амперметром?
- Що називають магнітним полем?
- Що називають силовими лініями магнітного поля і якими вони є?
- Як визначити напрям силових ліній магнітного поля?

- Якими дослідами виявити характер силових ліній магнітного поля прямого провідника зі струмом?

2. Проведення гри «Будь уважний».

Учнім пропонуються завдання, в яких допущені помилки (неправильне розміщення силових ліній магнітного поля провідника зі струмом). Необхідно виконати завдання правильно.

II. Мотивація навчання

Слово учителя. Ми продовжуємо ознайомлюватися з електромагнітними явищами і сьогодні вивчимо властивості магнітного поля котушки зі струмом та познайомимося із застосуванням електромагнітів. (*Оголошення теми і мети уроку*).

III. Формування нових знань

1. Визначення магнітного поля та силових ліній магнітного поля: а) колового провідника зі струмом; б) котушки зі струмом.

2. Ведення правила «правої руки».

3. Розповідь про електромагніти.

4. Застосування електромагнітів: будова і дія електричного дзвінка (на діючій моделі); будова і дія телеграфного апарата (модель).

IV. Застосування знань

1. Робота з підручником: прочитати і дати відповіді на запитання (РГ).

- Якою є будова електромагнітного реле?
- Пояснити роботу реле.

2. Розв'язування експериментальної задачі.

(УЗЗ). У середину котушки електромагніту замість осердя ввести пробірку із залізними ошурками. Через котушку пропустити струм. Перевірити, чи не намагнітились ошурки за цей час. Як це перевірити? Якщо ошурки намагнітились, то як їх розмагнітити?

V. Контроль і самоперевірка знань

VI. Підсумки уроку

Урок. Постійні магніти. Магнітне поле Землі. Вплив магнітних полів на живі організми

Мета: навчальна: ознайомити учнів з магнітним полем постійних магнітів, особливостями магнітного поля Землі; *розвиваюча:* розвивати вміння спостерігати явища на до-

слідах і робити на їх основі теоретичні висновки, набувати практичних навичок у одержанні спектрів магнітних полів; *виховна*: розкрити вплив магнітних полів на живі організми.

Тип уроку: вивчення нового матеріалу.

Вид уроку: частково-пошуковий.

Обладнання: 7 комплектів для дослідження магнітної дії постійних магнітів: 2 прями і 1 підковоподібний магніти, залізні ошурки, дерев'яні, пластмасові, мідні, залізні предмети, папір, картон, скляні пластинки, атласи, глобус, карта «Корисні копалини України».

ХІД УРОКУ

I. Мотивація навчання

Слово учителя. 14 років... Закінчується дитинство, починається юність — найкраща пора людського життя. Що найбільше хвилює людину, яка робить перші кроки в доросле життя? Фізика? Хімія?

Погляньте у вікно. Яка краса... Весна! Оживає все навколо, метушиться, закохується. Закохується квітка у сонячний промінь, закохується дощик у весняний струмок. І людина — не виняток, тим більше, якщо вона така юна й гарна, як ви. Ось тоді не до фізики. Фізика тут не потрібна, вважаєте ви. І даремно. Сьогоднішній урок ми присвятимо, як це не дивно, кохання. Адже це таке сильне почуття, що й чорне каміння безсиле перед ним.

Важко обговорювати власні почуття, а ось чужі — із задоволенням. Хоча це й шкідлива звичка, але я гадаю, камінь не образиться на нас.

(Повідомлення і запис у зошиті теми уроку, ознайомлення з метою: з'ясувати, що це за камінь, який кохає, за що, чому, кого? і найцікавіше — як він виражає свої почуття?)

II. Формування знань

1. Розповідь про історичні відомості про магнетизм.

Легенда про пастуха Магнуса.

Входить пастух, наспівуючи «Ой, мамо, шики дим...». Підходить до столу і вказує дерев'яною палицею із залізним наконечником на магніт, що лежить на столі.

Пастух.

Яка цікава каменюка!

Ти подивись! Ти закохавсь?

Ану негайно відчепись.

Ото! Залізо любиш ти? *(Знімає і кладе на стіл).*

А деревом тебе візьму як?

Якась тут справді дивина:
Залізо любить — наче шати,
Та байдужа деревина. (*Озирається довокола*).
Ой! Вівці де? Всі повтікали!!! (*Йде*).

Учитель. Звали цього пастуха Магнусом, і на його честь каміння, що «полюбляє» залізо, і назвали магнітом. Інша легенда каже, що це каміння вперше було знайдено біля міста Агнеса, нині Маніса, в Туреччині. (*Запис визначення магніту*.)

ЗАДАЧА КИТАЙЦЯ. Легенди, може, правду кажуть, Але той камінь звать «Чу-ці». На це китайські книги вкажуть. Я їх тримав у цій руці! Коли не правий я, скажіть! Але задачу розв'яжіть: Цінь Шихуанді в цей палац всю зброю війська забере: несеш ти меч і — тільки клац — сім чоловік не одірве.

(*Протягує за нитку голку крізь «палац». Вона притягується до магніту, діти пояснюють побачене*).

Учитель. Ну що ж, на деякі запитання ми вже можемо відповісти:

- Що це за камінь?
- Як називали його китайці? («Чу-ці» в перекладі з китайської «Люблячий камінь».)
- Що ж «любить» цей камінь?
- А що «не любить»?
- Як магніт виражає свої «почуття»?

2. Дослідження властивостей постійних магнітів. (*Експериментальна робота*).

Найбільш поширеним методом вивчення фізичних явищ у давні часи та середні віки було спостереження. Ми спробуємо дослідити «Чу-ці», побачити те, що зуміли побачити давні китайці, греки, єгиптяни...

На ваших столах у ящиках лежать 2 прями і 1 підковоподібний магніти, залізні ошурки, дерев'яні, пластмасові, мідні, залізні предмети, папір, картон і скляні пластинки.

Вам необхідно провести досліди і дати відповіді на запитання (ПВЗ):

- Як взаємодіють однойменні і різнойменні полюси магнітів?
- Як магніт діє на різні тіла: залізо, дерево, папір, мідь, скло, пластмасу?
- Перевірте, чи проявляється дія магніту через папір, картон, скло, пластмасу.
- Замалювати в зошитах спектри магнітних полів між однойменними і різнойменними полюсами магнітів і спектр підковоподібного магніту.

(*Коротке обговорення, висновки*).

3. Магнітне поле Землі (*Робота в групах*).

1 група. Земля — величезний магніт

1. Чому Землю вважають величезним магнітом?
2. Де знаходяться магнітні полюси Землі? (*Показати на глобусі*).
3. Зобразити магнітні силові лінії планети, вказати напрям.

2 група. Магнітні аномалії

1. Що таке магнітні аномалії?
2. Показати на карті «Корисні копалини України» найбільші поклади залізної руди. (*Скористатися атласом, і картою*).
3. Назвати найбільші поклади залізної руди в Росії.

3 група. Значення магнітного поля для планети.

1. Яке значення має магнітне поле для планети?
2. Що таке магнітні бурі?
3. Що ви дізналися про магнітне поле на інших планетах?
4. Вплив магнітного поля на живі організми (*Виступ учителя біології*).

III. Застосування знань

IV. Оцінювання знань учнів

V. Підсумок уроку

— Ми впевнені, що більшість учнів зрозуміла, які властивості має цей «дивний камінь», що він «кохає», чому і як проявляє свої «почуття».

Урок добігає кінця. Звернемо особливу увагу на те, що магніт і магнітне поле настільки дивні, що вчені досі не зуміли остаточно визначитись у деяких питаннях. Можливо, ви зможете згодом це зробити.

Урок. **Магнітне поле — засвоєння**

Мета: навчальна: поглибити й розширити знання учнів про магнетизм як одну з форм існування матерії, показати вплив магнітного поля Землі на тваринний і рослинний світ, магнітне поле людини; *розвиваюча:* формувати пізнавальний інтерес учнів, розвивати вміння та навички проведення фізичного експерименту, уміння знаходити необхідну інформацію, аналізувати її та застосовувати в стандартних і нестандартних ситуаціях; *виховна:* сприяти формуванню світогляду учнів про магнітні явища, вихову-

вати дбайливе ставлення до природи і людини, прагнення пізнавати навколишній світ.

Тип уроку: урок засвоєння нових знань.

Вид уроку: урок-експериментальне дослідження.

Обладнання: проектор, котушка демонстраційна зі столиком, магнітні стрілки на підставках, штативи, плоскі та дугоподібні магніти, металеві ошурки, котушки з уміщеними в них залізним осердям, голки з нитками, джерело постійного струму, таблиці «Магнітне поле», «Застосування електромагніту», «Піраміда Хеопса».

ХІД УРОКУ

I. Вступне слово вчителя

Все відомо навколо,

Тим не менш

На Землі ще багато того,

Що гідно, повір, дивування твого, і мого.

II. Мотивація навчальної діяльності учнів

На екрані зображення давньоєгипетських пірамід (проектор).

Єгипет. Перед нами розляглося плато Гізи. Відомі єгипетські піраміди. Фараон Рамсес, у руках його символи влади Єгипту: коралова змія та жук скарабей. Що вони означають?

Повідомлення учня



Рис. 2.17. Отруйна коралова змія

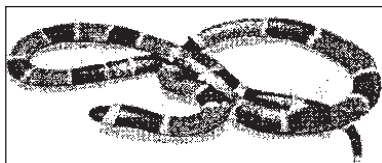


Рис. 2.18. Неотруйна королівська коралова змія — символ мудрої влади

Коралові змії мають яскраве забарвлення, щоб показати свою отруйність. Деякі неотруйні змії відчувають свою безпеку тому, що мають вигляд майже такий, як отруйні.

Африканський скарабей мешкає в пустелі, де майже не буває дощу.

Туман проходить над пустелею, й вода з туману перетворюється на

росу на тілі жука. Він випиває її, перевертаючись так, щоб краплини самі стікали до рота. Скарабей уособлював народження сонця на світанку, початок свідомості. Разом ці символи означали мудрість і розум.

Давньоєгипетську цивілізацію називали «кемет». Ця назва має багато спільного з українськими словами «кмітливий», «розумний». І це не випадково. Сучасними вченими доведено, що єгипетським пірамідам 3-6 тис. років і побудовані вони на «останцях» більш давніх пірамід, яким 10 тис. років.

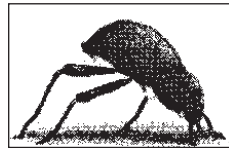


Рис. 2.19.
Скарабей

На екрані проекція розміщення давньоєгипетських пірамід (проектор).

Найбільша з них піраміда Хеопса (заввишки 149 м) знаходиться в центрі. Інші, менші за розміром, розташовані радіально щодо неї. Усі піраміди мають підземний зв'язок між собою, дворівневі канали, які з'єднуються в сепаратумі. Тоді виникає запитання: чому піраміди розташовані радіально і для чого в давнину необхідні були підземні канали?

На це запитання ми з вами спробуємо відповісти сьогодні на уроці, виконавши експериментальні дослідження й висунувши свою наукову гіпотезу.

III. Повідомлення теми й мети уроку

— Сьогодні ви дізнаєтесь явище магнетизму, яке повсюди; про омани й помилки мудреців давнини; про гіпотези й суперечки сучасних учених; про винаходи, які зроблені та які можна зробити на основі магнітних явищ.

IV. Викладання необхідної інформації

— Ми живемо у світі дивовижних природних явищ, але, як це не парадоксально, навіть з допомогою інструментів пізнання, які має сучасна наука, багато з них до кінця розшифрувати не вдалося. І найбільший інтерес протягом тисячоліть викликає магнетизм. Із магнітом ми зустрічаємось повсюди: у природі, техніці, науці, побуті. Ми звикли до магніту й навіть не підозрюємо, скільки магнітів навколо нас. Земля, на якій ми живемо, — це великий магніт. Зоря, яка дає нам життя, наше Сонце, — магніт ще більший. Увесь навколишній світ наповнений магнітними полями. Сьогодні ми з вами дізнаємось, що таке магнітне поле й проведемо його дослідження.

— Що таке електричний струм?

— Як ви вважаєте, чи впливає електричний струм на магнітну стрілку?

Нагадаємо, що магнітна стрілка (подібно компасу) має два полюси: північний (*N*) і південний (*S*). Лінія, яка з'єднує

полюси, називається її віссю. Магнітну стрілку становлять так, щоб вона могла вільно повертатися.

Інструктаж з ТБ під час роботи з електричним струмом.

V. Інтерактивна частина — дослідження магнітного поля

1. Ілюстрація досліду Х. Ерстеда (1820 р.).

Обладнання: котушка демонстраційна зі столиком, магнітні стрілки на підставках, вилка з провідником.

На екрані слайд «Магнітне поле» (проектор).

Висновок: навколо провідника зі струмом виникає магнітне поле.

Що таке магнітне поле? (*Це особливий вид матерії, який існує навколо будь-якого провідника зі струмом, навколо будь-якої рухомої зарядженої частинки або тіла.*)

Перевіримо, чи має магнітне поле напрям.

2. Ілюстрація подібного досліду.

Змінимо напрям струму — змінимо полярність ввімкнення вилки.

Висновок: напрям магнітного поля залежить від напрямку електричного струму.

3. Демонстрація досліду із котушками.

Візьміть аркуш картону, скрізь який проходить провідник. На аркуш насипте залізні ошурки й стряхніть. Кінці провідника підключіть до джерела струму. Що ви бачите?

Висновок: ошурки намагнічуються й утворюють концентричні кола. Ці лінії називають силовими лініями магнітного поля.

На екрані слайд «Лінії магнітної індукції» (проектор).

Напрямок силових ліній магнітного поля знаходять за правилом гвинта: якщо гвинт закручувати у напрямі проходження струму, то напрям обертання його ручки покаже напрям силових ліній магнітного поля. За будь-яких форм провідників зі струмом силові лінії магнітного поля не обов'язково будуть коловими, але обов'язково — замкненими кривими. За напрямом силових ліній магнітного поля взятий напрям, що показує північний полюс магнітної стрілки у кожній точці поля.

4. Дослідження магнітного поля котушки зі струмом.

A. До котушки на штативі приєднайте вилку. Підключіть струм і, взявши штабовий магніт, піднесіть його до котушки північним полюсом, потім — південним.

Що відбувається з котушкою? (N — відштовхується, і S — притягується).

Б. Змінимо напрям струму. Що спостерігаємо? Якого висновку ви прийшли? (N — притягується, S — відштовхується).

Висновки:

- Навколо котушки існує магнітне поле, яке взаємодіє з магнітом.
- Напрямок магнітних силових ліній котушки залежить від напрямку струму.

5. Проведення досліду із котушкою та струмом.

Зніміть котушку на штативі й підключіть її до струму. Піднесіть до неї лист із залізними ошурками. Що ви бачите?

Потім внесіть у котушку залізне осереддя. Що відбувається з ошурками? (*Дія магнітного поля котушки зі струмом різко збільшується під час внесення в неї залізного осереддя. Котушку з уміщеним у неї залізним осереддям називають електромагнітом.*)

Таблиця «Використання електромагнітів».

6. Питання учителя: «Діти, як би ви знайшли полюси котушки зі струмом?» (*Полюси котушки зі струмом можна знайти за допомогою магнітної стрілки. Одноіменні полюси магнітів відштовхуються, а різноіменні — притягуються.*)

7. Слово учителя. Із давнини люди знали, що деякі залізнi руди притягують до себе залізо, нікель і ряд інших речовин. Це явище назвали магнетизмом, а куски залізної руди, які мали магнітні властивості, одержали назву природних магнітів. Розглянемо магнітне поле постійних магнітів:

- а) штабовий магніт (на полюсах);
- б) навколо дугоподібного магніту;
- в) навколо двох однойменних полюсів.

Висновок: різні частини магніту не однаково притягують до себе металеві ошурки.

8. Розповідь учителя. Земля — величезний магніт. У Землі є магнітне поле. Слайд «Постійні магніти і магнітне поле» (проектор).

Зверніть увагу, що південний магнітний полюс Землі розташований на півночі, але він не збігається з північним географічним полюсом і відстає від нього приблизно на 2100 км. Північний магнітний полюс Землі знаходиться

ся поблизу південного географічного полюса, тому компас лише приблизно показує напрям на північ і південь. Дивовижність полягає в тому, що магнітне поле Землі змінюється, і це веде до переміщення полюсів. Доведенням цього є поклади вугілля на Шпицбергені й у Донбасі.

Наука, яка вивчає зміни магнітного поля Землі, називається палеомагнетизмом, що означає «давній магнетизм». Ця наука встановлює, яким було магнітне поле Землі в минулі геологічні ери, віддалені від нас сотнями мільйонів років. Ці дослідження спираються на вивчення остаточної намагніченості гірських порід, яка виникла в них у момент їх формування.

Уявіть собі цеглу або черепок глиняної посуду античної ери. Будь-яка глина має невеликі частинки магнетиту, але у звичайній глині вони розташовані хаотично, тому неопалена цегла магнітних властивостей не має. Коли ж цеглу опалити температурою 500-700°C, частинки швидше рухаються, й кожна з них, подібно до стрілки компасу, повертається в напрямку магнітного поля Землі. Цегла стає намагніченою, і, коли вона охолоджується, вектор намагніченості «завмирає» і в такому вигляді залишається до наших днів.

Де був магнітний полюс Землі в давні часи?

Наша планета пережила багато геологічних і кліматичних катаклізмів. Торкнулися вони й тваринного світу. У живій природі траплялися випадки, коли за невідомих причин вимирали або заміщали одне одного різні види тварин на територіях. Чи не пов'язані ці потрясіння зі зміною магнітного поля Землі? Це припущення може бути реальним.

Одного разу з дна моря був піднятий багатометровий стовп осадових порід. І коли почали визначати намагніченість частинок, з яких склалися ці породи, виявилось, що протягом мільйонів років магнітні полюси Землі неодноразово змінювалися. Південний полюс ставав північним, і навпаки. Причини цих дивовижних зміщень поки не зрозумілі. Але так або інакше, в періоди зміни полярності магнітного поля земна куля могла залишитися беззахисною від космічного випромінювання. Чи не воно змінювало біологічне обличчя планети?

На екрані показані зміни положення полюса, обчислені за американськими (штрихова лінія) та європейськими зразками гірських порід (проектор).

Дивовижно, але ці лінії збігаються. Саме це розходження шляхів рухів магнітного полюса призвело вчених

до думки, що всю історію існування Землі материки пересувалися один відносно одного.

Так, північний магнітний полюс, заданими європейських зразків, 700 млн. років тому знаходився біля берегів Каліфорнії. Потім він рухався на південь, далі на захід, упродовж приблизно 200-300 млн. років пересік Тихий океан та опинився біля берегів Японії. І, тільки після цього, повернув на північ.

Якщо, спираючись на ці дані, змусити існуючі материки пройти вказаний шлях їх дрейфу в протилежному напрямі, то дуги руху магнітного полюса збігатимуться, а материки зійдуться в один суперконтинент. Ця невідома земля на ім'я Гондвана хвилює не одне покоління вчених.

А скількох людей магнітне поле вводило в оману! Про це говорить історія техніки, що зберегла велику кількість дійсних і вигаданих чудес, головним «героєм» яких був магніт.

Експерименти.

Перший. Дугоподібний магніт покладіть на край стола. Візьміть тоненьку голку з ниткою й покладіть її на один із полюсів магніту. Потім обережно тягніть за нитку, поки голка не зістрибне з полюса. Так спостерігаємо цікаве явище: голка висить у повітрі. Якщо замкнути полюси магніту цвяхом, то голка впаде. Чому? *(Відбувається замикання магнітних силових ліній. Голка розмагнічується і під дією сили ваги падає).*

Другий. Підвісьте на нитках декілька голок і піднесіть до полюса магніту. Зверніть увагу, що кінці голок навколо полюса розходяться. Чому? *(Голки в магнітному полі намагнічуються. Тому на кінцях, розташованих біля полюса, утворюються різнойменні відносно магніту, але однойменні між собою полюси. Під час взаємодії вони відштовхуються).*

Слово учителя. І знову повертаємося до пірамід.

Одна з гіпотез. У давньому Єгипті піраміди будували двох видів: *Рейка* — усипальниці та *Per-Hater* — генератори енергії, які були необхідні для вироблення, перетворення, використання та передачі енергії. Ученими знайдені за лишки мулу в каналах, що з'єднують піраміди. Це говорить проте, що колись тут текла вода зниклої річки. Одним з основних джерел енергії були потоки води. Потоки води утворюють рух електричних зарядів, а навколо формується магнітне поле, яке потрібне для утворення пірамідами величезної енергії.

Енергопотоки піраміди Хеопса з'єднуються з енергопотоками сусідніх пірамід, утворюючи канално-енергетичний зв'язок між собою. Чим більша піраміда, тим потужніший енергопотік.

Сучасні вчені довели, що велика піраміда була побудована 3 600 років тому. І вже тоді стародавні люди знали про електричне й магнітне поля, вміли їх створювати та використовувати.

VI. Домашнє завдання

VII. Самооцінка учнів

VIII. Підбиття підсумків уроку

Ще не народилася і, мабуть, не народиться ніколи людина, яка б сказала: «Я знаю про магніт усе». Питання, чому магніт притягує, завжди буде хвилювати людей і народжувати прагнення до нових знань і нових відкриттів.

Навчально-методичні завдання:

1 (УЗЗ). Скласти методичні рекомендації щодо навчання учнів розв'язати фізичні задачі на електричні та магнітні явища.

2 (П). Спроекувати та підготувати розгорнутий план-конспект уроку фізики:

а) закон Кулона;

б) закон Ома для ділянки кола;

в) електромагнітна індукція. Гіпотеза Ампера.

3 (УЗЗ). Зробити науковий аналіз теми «Атомне ядро. Ядерна енергетика» та розробити узагальнюючу методичну блок-схему.

4 (П). Змоделювати комп'ютерну презентацію фрагменту евристичного уроку фізики на тему «Електризація тіл» і провести його.

2.9. Практичні заняття № 13 (2 год.)

МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ СВІТЛОВИХ ЯВИЩ

Актуалізація опорного рівня обізнаності:

- 1 (РГ). Яку роль відіграє світло в житті людини?
- 2 (РГ). Чи є Місяць джерелом світла?
- 3 (ПВЗ). Запропонуйте спосіб, як використовуючи шпильки, можна перевірити, чи є лінія, проведена на картоні, прямою.
- 4 (ПВЗ). Що вивчає волоконна оптика? Наведіть приклади використання світловодів у побуті.
- 5 (ПВЗ). Чому навколишній світ є різнокольоровим?

План

1. Методичні особливості вивчення уявлень про світлові явища.
2. Аналіз основних понять і уявлень геометричної оптики.
3. Оптичне зображення.
4. Методика введення поняття лінзи. Побудова зображень у тонкій лінзі.
5. Завдання: запропонувати способи вивчення хвильових властивостей світла для учнів основної школи, продемонструйте.

Світлові явища

- геометрична оптика,
- фотометрія,
- хвильова оптика,
- квантова оптика.

Фотометрія є розділом фізичної (не геометричної) оптики, що вивчає методи й прийоми вимірювання енергії світлового випромінювання.

Закони освітленості

Перший закон. Під час висвітлення точковим джерелом світла освітленість поверхні обернено пропорційна квадрату відстані її від джерела світла.
Другий закон. Освітленість поверхні паралельними променями залежить від кута падіння променів на цю поверхню.

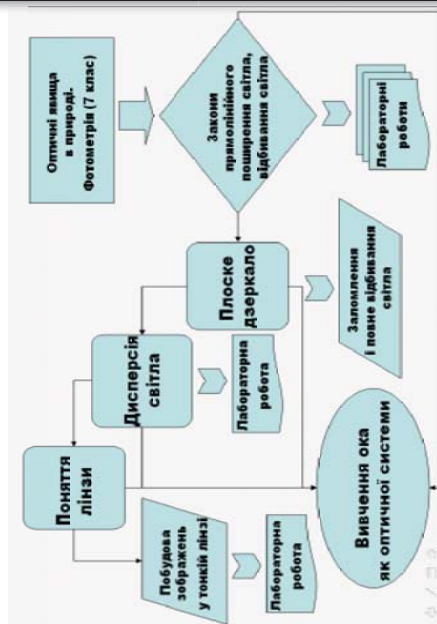
Волоконна оптика. перископ. мікроскоп електронний

1 (РГ). Чому опуклі оптичні лінзи називають запалювальними, а до вгнутих лінз ця назва не застосовна?

2 (РГ). Іноді влітку, в сонячну погоду, (хмара не закриває Сонця) з невеликої хмари йде дощ. Чому після такого дощу на листках деяких рослин утворюються темні (неначе випалені) плями?

3 (УЗЗ). Виготовити опуклу лінзу з двох стекел від годинника, проклавши на край водонепроникну замазку. Як діятиме ця лінза на пучок паралельних променів, якщо її помістити за напрямом ходу променів у акваріумі з водою?

Основи геометричної оптики



1. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ УЯВЛЕНЬ ПРО СВІТЛОВІ ЯВИЩА

У темі про світлові явища викладаються елементарні відомості з галузі геометричної оптики: а) поширення світла в оптично однорідному середовищі; б) відбивання світла на межі двох оптично різнорідних середовищ; в) заломлення світла на межі двох оптично різнорідних середовищ; г) розкладання білого світла призмою; д) елементи фотометрії. Весь інший програмний матеріал належить до наслідків з розгляду зазначених п'яти питань.

У вивченні першого питання на основі експериментальних даних встановлюється пряmlinійність поширення світла в оптично однорідному середовищі. Виходячи з цього, з'ясовуються причини виникнення тіні й півтіні, обговорюється роль отвору в одержанні оптичного зображення, пояснюється суть сонячних і місячних затемнень.

До питання про поширення світла безпосередньо прилягає питання з галузі фотометрії — енергетичного розділу оптики, у якому враховується й розраховується енергія, яку переносить світло. Тут у першу чергу звертається увага на таку фізичну величину, як освітленість, і її залежність від відстані між джерелом світла й освітлюваною поверхнею, а також від кута нахилу освітлюваної площадки стосовно світлового потоку.

Вивчення відбивання світла припускає, насамперед, одержання відповіді на питання, чому людина бачить оточуючі її неілюмінативні тіла. Розгляд закону дзеркального відбивання дає можливість з'ясувати відсутність принципової відмінності між дзеркальним і дифузійним відбиванням. На цей момент учнів знайомлять із «механізмом» утворення оптичного зображення в плоскому дзеркалі, з'ясовують зміст поняття «уявне зображення». Розглядаються приклади практичного застосування плоского дзеркала в повсякденному житті.

Заломлення світла на межі двох різнорідних оптичних середовищ вивчається на основі відомих простих дослідів. Показник заломлення світла не вводиться. Проте, отримані знання про явище мають бути базою для пояснення заломлювальної дії призми, збиральної і розсіювальної лінз. Одержання оптичного зображення за допомогою лінзи також спирається на знання про сутність заломлення світла. У вивченні цієї теми учнів знайомлять із принципом дії фотоапарата й проєкційного апарата.

Тут же розглядаються питання про будову людського ока, вади зору й можливі способи їхнього усунення й

корекції. Складні оптичні прилади (мікроскоп і телескоп) розглядаються в ознайомлювальному плані, без докладного вивчення їхньої будови.

Вивчення розкладання білого світла на складові вводиться для пояснення фарбування тіл і дії світлофільтрів. На завершення учнів можна познайомити загалом зі спектральним аналізом, що застосовується у фізичних, хімічних, астрономічних дослідженнях.

2. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ І УЯВЛЕНЬ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ОПТИКИ

Традиційно методика викладання основ геометричної оптики оперує такими досить абстрактними поняттями, як світна точка, точкове джерело світла, промінь світла, оптичне зображення.

Світловий промінь і пучок світла

Зазвичай, це або напрямок (лінія), уздовж якого поширюється світлова енергія (світло), або вісь світлового пучка. Для обох підходів характерний розгляд променя безвідносно до джерела світла, з якого він виходить, що мало узгоджується з життєвими уявленнями школярів. Можна припустити, що цей недолік компенсується демонстрацією добре відомих дослідів на кожному із приладів типу шайби Гартля (оптичний диск). Однак, у подібних приладах промені світла моделюються точно так, як і словесно описуються в підручниках — поза будь-яким зв'язком із джерелом світла.

Здається, що більш природним і зрозумілим з погляду сприйняття учнів буде таке тлумачення променя світла, відповідно до якого під променем світла розуміється напрямок поширення світла, що виходить зі світної точки. Спираючись на таке тлумачення променя світла, варто шукати адекватні способи його моделювання.

З поняттям «промінь світла» нерозривно пов'язане поняття «пучок світла». Пучок світла найчастіше розглядається як сукупність нескінченного числа променів, що припускає його дискретність, із чим, природно, не можна погодитися. В уяві, у міркуваннях реальний пучок зручно представити як сукупність гомоцентричних пучків. Нагадаємо, що під гомоцентричним пучком світла, зазвичай, розуміють пучок променів із спільним центром. Пучок, промені якого розходяться із спільного центра, називають розбіжним

гомоцентричним пучком; якщо ж промені йдуть у напрямі до центра пучка, то пучок називають збіжним гомоцентричним. Якщо гомоцентричний пучок поширюється від світної точки, що перебуває в нескінченності, то він буде паралельним.

Отже, **під пучком світла** будемо розуміти сукупність гомоцентричних пучків світла, вершини яких лежать на поверхні джерела світла (або його зображення) і спільною основою яких служить вхідна (або вихідна) зіниця оптичної системи. У найпростішому випадку (цілком придатному для школи) під зіницею оптичної системи варто розуміти оправу лінзи, дзеркала, власне, діафрагму.

Точкове джерело світла й світна точка

Насамперед відзначимо, що ці поняття нерозривно зв'язані як між собою, так і з поняттями світлового променя, світлового пучка й гомоцентричного пучка світла.

Зазвичай, джерело світла вважають точковим, якщо його розміри набагато менші відстаней, на яких оцінюється його дія. Поняття світної точки, на відміну від поняття «точкове джерело світла», вводиться у виклад матеріалу практично без яких-небудь коментарів. З методологічної й методичної точок зору, ці поняття в процесі навчання доцільно розрізняти. Відмінність полягає в тому, що світна точка стосовно точкового джерела світла є поняттям більше відстороненим, або, кажучи інакше, абстракцією більш високого порядку. Зазначимо, що використання ідеальної моделі «світна точка» поряд з ідеальною моделлю «світловий промінь» дає можливість побудувати теорію одержання оптичного зображення, ґрунтуючись на простих математичних міркуваннях.

У свою чергу, поняття «точкове джерело світла» відбиває ступінь наближення реального джерела світла до його спрощеного ідеалізованого уявлення — світної точки. Інакше кажучи, під точковим джерелом світла варто розуміти таке реальне джерело, з яким умовами якогось конкретного завдання можна оперувати «за законами світної точки». У зв'язку з вищесказаним, ототожнювати поняття «точкове джерело світла» і «світна точка» має сенс лише після процедури встановлення факту «точковості» реального джерела в конкретному завданні. Якщо розв'язання завдання не припускає такої процедури, то правильніше буде використати поняття світної точки.

3. ОПТИЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ

Якщо уявити всі поняття геометричної оптики у вигляді піраміди, то її основою будуть служити поняття світної точки, променя світла, гомоцентричного пучка світла, а у вершині буде перебувати поняття оптичного зображення.

На жаль, ні в шкільних підручниках, ні в методичній літературі питанню формування окремого поняття «оптичне зображення» належної уваги не приділяється. Воно, як і поняття «пучок світла», виводиться найчастіше з досліду, без розгляду необхідних передумов і умов формування якісного оптичного зображення. Демонстраційний експеримент фактично не розкриває механізму формування оптичного зображення. Спостерігаючи натурні досліди, учні мають можливість побачити лише готовий результат дії оптичної системи, що будує оптичне зображення, і не більше того.

Зазначимо, однак, що учні вже із самого початку вивчення теми засвоюють, що оптичне зображення — це картина, отримана в результаті проходження через оптичну систему променів, які поширюються від об'єкта й відтворюють його контури й деталі. У цьому важливо постійно підкреслювати, що оптичне зображення об'єкта буде бездоганим тільки в тому випадку, якщо кожна його точка зображується знов-таки у вигляді точки. У принципі це можливо тоді, коли хоча б частина променів, що виходять зі світної точки, після перетворення їх оптичною системою перетнеться знову в одній точці. Ця точка перетинання променів і є зображенням світної точки.

Виконаний вище короткий аналіз основних понять геометричної оптики показує, що є необхідним розв'язання таких завдань.

По-перше, з методологічної й методичної точок зору виправданою є побудова змісту теми «Світлові явища», у якій явною формою розкривався б модельний характер досліджуваних понять геометричної оптики. Генетичною базою такої побудови виступає модель світної точки й вихідного з неї гомоцентричного пучка світла. Ця модель оптимально представляє в тісному взаємозв'язку тріаду основних понять геометричної оптики («світна точка», «промінь світла», «гомоцентричний пучок світла») і є ключем до розуміння змісту матеріалу всієї теми. Цілком природно, що у такому підході до визначення змісту теми основним методом її вивчення має стати метод моделювання, перехід від емпіричного рівня вивчення основ геометричної оптики до теоретико-експериментального пророблення матеріалу теми, що відповідає діючим цілям фізичної освіти.

По-друге, є упередження характерних рис ідеальної моделі «світна точка» й вихідний з неї «гомоцентричний пучок світла» і представити їх у найбільш простій, витонченій, а тому й привабливій для учнів формі.

Практичні завдання фотометрії

Фотометрія є розділом фізичної (не геометричної) оптики, що вивчає методи й прийоми вимірювання енергії світлового випромінювання. У більш вузькому значенні під фотометрією мається на увазі сукупність методів, що дозволяють характеризувати видиме випромінювання відповідно до його дії на око людини. На фотометричні методи досліджень і розрахунків спирається світлотехніка, яка займається питаннями найбільш раціонального використання джерел світла.

Як використати природні (головним чином, світло Сонця) і штучні джерела світла для створення нормальних умов діяльності людини, для нормального зорового сприйняття нею оточуючих предметів? Як потрібно розташовувати джерело світла стосовно робочого місця, яка кількість штучних джерел світла повинна бути в цьому приміщенні, якої конструкції повинні бути ці джерела? От далеко не повне коло питань, розв'язуваних фотометрією. Можна сказати, що всі фотометричні розрахунки «починаються» від джерел світла й «закінчуються» на сітківці ока.

Проблеми фотометрії вирішуються просто в тих випадках, коли джерело випромінює енергію рівномірно в усіх напрямках. Це означає, що дія такого джерела (наприклад, розпеченої кулі малого розміру) на який-небудь приймач буде залежати тільки від відстані. Часто дія випромінювання вивчається на відстані, яка значно перевищує розміри джерела випромінювання. У цьому випадку можна вважати, що випромінювання відбувається ніби з однієї точки — центра джерела. Джерела випромінювання такого роду можна вважати точковими. Природно, джерело, яке можна вважати точковим, є завжди має бути малим. Важливе співвідношення між розмірами джерела й відстанню, на якій його досліджують або на якій воно діє. Зразком точкових джерел у земних умовах є зірки. Уважають, що випромінювання точкового джерела не залежить від напрямку й поширюється рівномірно в усіх напрямках.

Про силу світла якого-небудь джерела можна судити за ступенем освітленості ним якої-небудь поверхні або, що те ж саме, за кількістю променів, які падають на одиницю площі цієї поверхні (за аналогією з напруженою електричною

поля, джерелом якої виступає точковий електричний заряд). Якщо джерело A на деякій відстані висвітлює одиницю площі поверхні у 2, 3, 4... рази сильніше, ніж джерело B на тій самій відстані, то сила світла джерела A у 2, 3, 4... разів більша за силу світла джерела B .

Еталоном одиниці сили світла тривалий час була свічка. Спочатку це була свічка певного типу, що горіла за певних умов, утім, близька за властивостями до звичайної світної свічки. Природно, подібне джерело було досить ненадійним стандартом. Потім якийсь час стандартною одиницею сили світла служила міжнародна свічка. Вона визначалася як $1/60$ сили світла, яке дає один квадратний сантиметр «чорного тіла» у температурі плавлення платини (1755°C). Чорним тілом називається тіло, чорне в холодному стані. Коли це тіло перебуває у необхідній температурі, воно розжарене добіла. Цікаво, що чим чорніше тіло в холодному стані, тим яскравіше воно під час нагрівання і аж до розжарення.

У теперішній час одиницею сили світла є кандела, яка дорівнює силі світла в заданому напрямку джерела, що випускає монохроматичне випромінювання частотою $540 \cdot 10^{12}$ Гц, енергетична сила якого в цьому напрямку $1/683$ Вт/с.

Освітленість описує кількість світла в тій області, де світло необхідне; наприклад, кількість світла, що падає на сторінку книги. Природно, освітленість буде визначатися силою світла джерела й віддаленістю від нього. Одиницею освітленості служить люкс, що являє собою освітленість на відстані одного метра від джерела із силою світла в одну канделу. Це визначення засноване на припущенні, що джерело точкове і що розглянута поверхня перпендикулярна до прямої, яка з'єднує джерело й поверхню.

Освітленість змінюється прямо пропорційно силі світла джерела.

Закони освітленості

Перший закон. Під час висвітлення точковим джерелом світла освітленість поверхні обернено пропорційна квадрату відстані її від джерела світла.

Другий закон. Освітленість поверхні паралельними променями залежить від кута падіння променів на цю поверхню.

Які ж умови необхідні для збереження зору у читанні, іншої роботи із близькими предметами?

Якщо яскраво освітити сторінку, то нам буде легше читати її (особливо дрібний шрифт), ніж якби сторінка була освітлена слабо. Іншим фактором, що визначає легкість розгляду, є час, упродовж якого розглядається предмет. Отже, можна дійти висновку: поліпшити умови бачення, особливо через розгляд близьких предметів можливо у такий спосіб: а) достатнім збільшенням розмірів шрифту або інших розглянутих предметів, б) найбільшим контрастом між фоном і розглянутим тілом, в) досить сильною освітленістю предмета, г) збільшенням часу розгляду предмета.

У багатьох випадках важко збільшити розмір предмета й контраст між предметом і фоном. Наприклад, під час шиття часто необхідно користуватися ниткою певної товщини й тих самих кольорів, що й сама сукня. Але навіть за таких несприятливих умов можна помітно полегшити працю шиття відповідним посиленням освітленості.

У школі, де очі зазнають особливо важкого навантаження, неприпустимо, щоб контраст між друком книги й папером, на якому видрукуваний шрифт, був недостатнім, і зовсім неприпустимо, щоб шрифт був занадто малим. Мабуть, найсприятливішим фактором, що утрудняє читання в школі, є невідповідна освітленість. У таблиці наведені дані щодо освітленості, необхідної для різного роду занять.

Дуже цікавою практичною справою могла б стати перевірка інтенсивності освітленості в класних кімнатах і в інших приміщеннях, а також удома за допомогою приладу, що дає освітленість у люксах, і порівняння отриманих результатів з даними таблиці.

Вид занять	Освітленість, що рекомендується, у люксах
Читання рукопису, написаний олівцем	23
Читання тексту газети	33
Читання машинописного тексту на темно-синьому папері	76
Зняття показань зі сталевій шкали з поділками в 0,5 мм	166
Розглядання чорної нитки на фоні темної сукні	540

У порівнянні із наявною освітленістю в школах і на виробництві ці рекомендації можуть здатися надзвичайно високими. Але в порівнянні з освітленістю під тінистим деревом, що дорівнює приблизно 1000 люксам, ці освітленості дуже малі. У багатьох школах, будинках, установах освітленість набагато нижча за необхідну й значно нижча за освітленість на відкритому повітрі, до якої людське око пристосувалося протягом багатьох тисячоліть.

Розподіл світла

Правильний розподіл світла так само важливий для полегшення бачення, як і відповідна освітленість. На відкритому повітрі і в ясний день приблизно 80%, або $4/5$, світла приходиться безпосередньо від Сонця, а 20%, або $1/5$, являє розсіяне атмосферою дифузійне світло.

Відсвічування

Якщо навіть розміри предмета, сила світла, контраст між предметом, фоном і час для розглядання предмета відповідають нормам, то все-таки бачення може бути утрудненим. Це утруднення пояснюється «відсвічуванням», що не тільки погіршує бачення, але й спричиняє багато незручностей.

Відсвічування виникає в тому випадку, якщо пучок світла падає на розглянутий предмет під певним кутом. Дифузійне (розсіяне) світло ніколи не дасть відсвічування.

Як домашнє завдання можуть бути запропоновані такі питання й завдання.

1 (УЗЗ). Запропонуйте спосіб, за допомогою якого можна визначити, яке джерело світла (точкове або протяжне) міститься усередині «чорного ящика».

2 (ПВЗ). Який вплив на освітленість зробить подвоєння відстані від джерела? Потроєння? Скорочення відстані вдвічі?

3 (УЗЗ). Чи відповідає освітленість на твоєму робочому місці всім необхідним для гарного бачення умовам?

4 (УЗЗ). Яка сила світла лампи, що дає освітленість у 5 лк на відстані 10 м від лампи?

5 (УЗЗ). Яка освітленість буде на відстані 5 м від лампи із силою світла в 100 кандел? Чи достатньо такої освітленості для читання літератури?

4. МЕТОДИКА ВВЕДЕННЯ ПОНЯТТЯ ЛІНЗИ. ПОБУДОВА ЗОБРАЖЕНЬ У ТОНКІЙ ЛІНЗИ

Лінзи. Заломлення світла в лінзах. Фокуси лінзи. Фокусна відстань. Переходячи до вивчення лінз, зазначимо, що найважливішою частиною більшості оптичних приладів є лінзи. Показуємо, що кожну лінзу можна уявити як тіло, складне з плоско-паралельної пластинки і зрізаних призм, прикладених до неї своїми основами (або вершинами).

Лінзи — це тіла із скла або іншого прозорого матеріалу, обмежені сферичними поверхнями.

Даємо означення головної оптичної осі як прямої, що сполучає центри поверхонь, які обмежують лінзу, і побічної оптичної осі як прямої, що проходить через центр лінзи.

Немає потреби розповідати учням про різноманітні форми лінз. Досить показати найбільш поширені лінзи — двоопуклі, плоскоопуклі, двовгнуті. Потім переходимо до розгляду заломлення світла в лінзах. Демонструємо учням такі досліди.

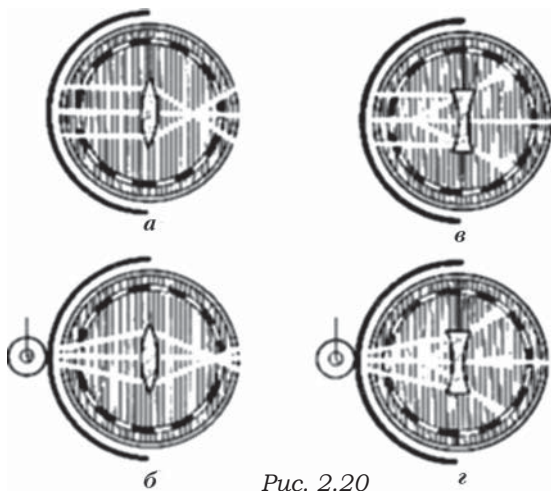


Рис. 2.20

1. *Перетворення паралельного пучка променів у збіжний після проходження його крізь двоопуклу лінзу.* На двоопуклу лінзу спрямовуємо паралельний пучок променів. Промені, пройшовши крізь лінзу, заломлюються так, що перетинаються в одній точці (рис. 2.20, а). Ця точка називається *фокусом* лінзи. Зазначаємо, що кожна лінза має два фокуси. Відстань від фокуса до лінзи називається *фокусною відстанню* лінзи.

2. *Перетворення розбіжного пучка в збіжний після проходження його крізь двоопуклу лінзу.* На оптичному диску закріплюємо двоопуклу лінзу і спрямовуємо на неї розбіжний пучок світла. Помічаємо, що всі промені, пройшовши крізь лінзу, заломлюються так, що з другого боку лінзи вони перетинаються в одній точці (рис. 2.20, б). Отже, двоопукла лінза перетворює розбіжний пучок світла в збіжний. Вершина збіжного пучка є зображенням вершини розбіжного пучка світла. З цього видно, що двоопукла лінза може дати зображення світної точки (подібно до вгнутого дзеркала). Аналогічні досліди можна виконати з плоскоопуклою лінзою.

Зазначаємо, що двоопукла і плоскоопукла лінзи перетворюють розбіжні й паралельні пучки світла в збіжні, тому їх називають *збиральними* лінзами. Збиральні лінзи посередині товстіші, ніж на краях (якщо навколишнє середовище оптично менш густе, ніж матеріал, з якого виготовлено лінзи).

Звертаємо увагу учнів на те, що збиральні лінзи можна спостерігати в природі. Так, краплі води на листях рослин після дощу мають форму лінз. Сонячне світло, проходячи крізь них, може навіть пропалити листя. Це одна з причин, чому не рекомендується поливати квіти в сонячну погоду.

3. *Перетворення розбіжного або паралельного пучків світла в розбіжний після проходження через двовгнуту лінзу.* Дослід виконуємо так. Замість двоопуклої лінзи на оптичному диску закріплюємо двовгнуту лінзу і спрямовуємо на неї паралельний пучок світла. Бачимо, що він перетворюється в розбіжний (рис. 2.20, в). Після цього пускаємо розбіжний пучок, який, пройшовши крізь лінзу, стає ще більш розбіжним (рис. 2.20, г).

Оскільки двовгнуті лінзи мають властивість перетворювати будь-які пучки світла в розбіжні, то їх називають *розсіювальними*. Розсіювальні лінзи посередині тонші, ніж на краях (лінзи повинні бути виготовлені з матеріалу, оптично густішого, ніж навколишнє середовище).

Якщо є час, то після проведення дослідів з вузькими пучками світла можна виконати такі досліди на перетворення широких суцільних пучків світла за допомогою лінз.

1. *Перетворення розбіжного пучка світла в паралельний за допомогою збиральної лінзи.* З проекційного апарата виймаємо об'єктив, а з конденсора — одну лінзу. Щоб видно було пучки світла, простір перед конденсором задимлюємо або пускаємо в повітря пару. Переміщаємо конденсор (з однією лінзою) доти, поки не утвориться паралельний пучок світла.

2. *Перетворення паралельного пучка світла в збіжний за допомогою збиральної лінзи.* У попередній установці у напрямі поширення паралельного пучка світла поміщаємо збиральну лінзу і спостерігаємо, що паралельний пучок світла, який проходить крізь збиральну лінзу, перетворюється в збіжний.

3. *Перетворення розбіжного пучка світла в збіжний за допомогою збиральної лінзи.* В установці переміщуємо конденсор і помічаємо, що розбіжний пучок світла, який виходить з джерела світла, пройшовши крізь збиральну лінзу, перетворюється в збіжний.

Замінивши в установці для дослідів 2 і 3 збиральну лінзу розсіювальною, показуємо, що після проходження крізь розсіювальну лінзу паралельний і розбіжний пучки променів перетворюються в розбіжні.

Корисно розглянути з учнями такі вправи.

1 (РГ). Чому опуклі оптичні лінзи називають запалювальними, а до вгнутих лінз ця назва незастосовна?

2 (РГ). Предмет знаходиться на відстані 25 см перед лінзою з фокусною відстанню 20 см. Визначити відстань до зображення.

3 (УЗЗ). Фокусна відстань збиральної лінзи 20 см. На якій відстані від лінзи знаходиться предмет, якщо його зображення одержали на відстані 25 см?

4 (УЗЗ). За допомогою лінзи, фокусна відстань якої 21 см, одержали зображення, що знаходиться на відстані 80 см від лінзи. На якій відстані від лінзи знаходиться предмет?

Утворення зображень за допомогою лінз

Цей матеріал пояснюємо на дослідах, для яких треба мати: 1) лінзи на підставках (фокусна відстань 10-50 см); 2) електричну лампочку в патроні на підставці з ковпачком, в якому є фігурний виріз (якщо в продажі немає такої лампочки, можна взяти звичайну стеаринову свічку); 3) екран; 4) масштабну лінійку.

Перед демонструванням зображень, які утворюються за допомогою лінзи, нагадуємо учням про властивість збиральних лінз перетворювати розбіжні пучки світла в збіжні і про те, що вершина збіжного пучка, який утворився від проходження розбіжного пучка крізь лінзу, є зображенням вершини падаючого розбіжного пучка. Ще раз нагадуємо, що кожному точці джерела світла і освітленого тіла можна розглядати як вершину розбіжного пучка світла (про це було сказано під час вивчення вгнутих дзеркал).

Розповідаємо, що коли перед лінзою помістити тіло, яке само світиться або розсіяно відбиває світло, що падає на нього, то кожний пучок променів, вершиною якого є точка тіла, надходячи на лінзу і проходячи крізь неї, заломиться і утворить з другого боку від лінзи зображення цієї точки. Отже, з другого боку від лінзи дістанемо зображення кожної точки тієї сторони тіла, яка повернута до лінзи. Сукупність зображень цих точок і є зображенням тіла.

Після такого короткого пояснення переходимо до розгляду зображень, які дає лінза. Для проведення дослідів на демонстраційному столі встановлюємо екран (якщо він напівпрозорий, то з боку учнів), за ним — лінзу (посередині стола), на столі позначаємо фокусну і подвійні фокусні відстані лінзи, за лінзою ставимо лампочку (або свічку) з ковпачком, у якому є фігурний виріз.

Якщо використовується непрозорий екран, то установку повертаємо на $150\text{-}160^\circ$ навколо лінзи; коли беремо відкрите джерело світла, то його від учнів закриваємо.

Спочатку проводимо такі досліди із збиральною лінзою.

1. Поміщаємо предмет за подвійною фокусною відстанню і встановлюємо екран так, щоб утворилось чітке зображення між фокусом і подвійним фокусом; воно дійсне, оскільки його можна спостерігати на екрані, зменшене (менше від предмета) й обернене.

2. Поміщаємо предмет на відстані, що дорівнює подвійній фокусній відстані лінзи. Переміщуючи екран, знаходимо зображення, яке також розміщене на відстані, що дорівнює подвійній фокусній відстані лінзи, але лежить з другого боку від лінзи. Розміри зображення такі самі, як і предмета; воно дійсне й обернене.

Можна сказати учням, що таким способом наближено визначають фокусну відстань лінзи. Для цього, переміщуючи екран і джерело світла (світний предмет), добиваються такого положення, щоб розмір предмета дорівнював розміру зображення, тоді половина відстані між предметом і лінзою дорівнюватиме фокусній відстані лінзи.

3. Поміщаємо предмет між фокусом і подвійною фокусною відстанню. Зображення знаходимо за подвійною фокусною відстанню. Воно буде обернене, збільшене і дійсне.

4. Предмет лежить далеко від лінзи. Утворюємо зображення, наприклад, будинку, Сонця тощо. За такого розміщення предмета відстань від лінзи до екрана приблизно дорівнює фокусній відстані лінзи, оскільки пучки, які потрапляють на лінзу, практично паралельні.

Можна показати запалювання сірника або папірця, вміщених у фокусі лінзи, якщо нею зібрати промені, які йдуть від Сонця.

5. Поміщаємо предмет між лінзою і фокусом. Показуємо, що за такого розміщення предмета зображення на екрані спостерігати не можна, а це означає, що розбіжні пучки, які виходять з окремих точок предмета, вже не перетворюються лінзою в збіжні.

Розповідаємо, що між фокусною відстанню лінзи, відстанями від лінзи до предмета і від лінзи до зображення, яке утворюється за допомогою лінзи, існує залежність:

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$, де F — фокусна відстань лінзи, d — відстань від

лінзи до предмета, f — відстань від лінзи до зображення, яке утворюється за допомогою лінзи.

Щоб учні краще засвоїли цю формулу, треба розв'язати з ними кілька задач на визначення однієї з цих величин, якщо відомі інші. Слід також проаналізувати, як змінюватиметься f від зміни d — відстані предмета від лінзи. Зокрема, слід розглянути такі випадки (рис. 2.21):

1) $d = \infty$, тоді $f = F$, тобто коли предмет лежить на нескінченності (практично — дуже далеко), то його зображення розміщене на відстані, що дорівнює фокусній відстані;

2) $d = 2F$, тоді $f = 2F$, тобто коли предмет лежить на відстані, яка дорівнює подвійній фокусній відстані, то зображення буде також на такій самій відстані, але з протилежного боку від лінзи;

3) $2F > d > F$, тоді $f > 2F$, тобто коли предмет лежить на відстані, меншій від подвійної фокусної відстані, але більшій від фокусної відстані, то зображення буде на відстані, більшій від подвійної фокусної відстані.

4) $d = F$, тоді $f = \infty$, тобто коли предмет лежить на відстані, яка дорівнює фокусній відстані, то зображення буде в нескінченності;

5) $d < F$, при наближенні предмету до лінзи отримаємо уявне зображення.

Потім на дослідах показуємо, що фокусна відстань лінзи залежить від її кривизни і від показника заломлення матеріалу, з якого лінзу виготовлено, і даємо математичний вираз цієї залежності:

$$F = \frac{1}{(n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}, \text{ де } F \text{ — фокусна}$$

відстань лінзи; n — показник заломлення речовини, з якої виготовлено лінзу; R_1, R_2 — радіуси кривизни поверхонь лінзи.

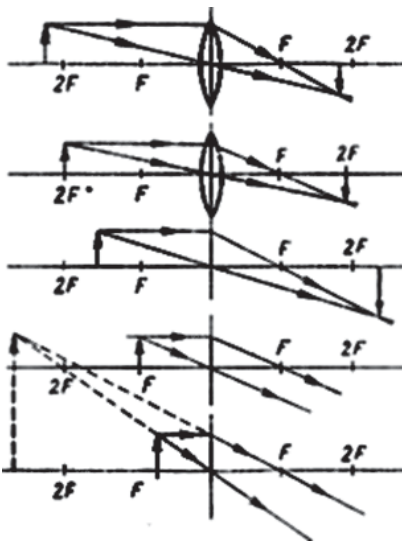


Рис. 2.21

Якщо радіуси кривизни поверхонь однакові ($R_1 = R_2 = R$), то фокусна відстань лінзи дорівнює: $F = \frac{R}{2(n-1)}$, де F — фокусна відстань лінзи; n — показник заломлення речовини, з якої виготовлено лінзу; R_1, R_2 — радіуси кривизни поверхонь лінзи.

Якщо лінза плоскоопукла (R_1 або $R_2 = \infty$), то $F = \frac{R}{n-1}$, тобто фокусна відстань плоскоопуклої лінзи в два рази більша від фокусної відстані двоопуклої лінзи, якщо радіуси кривизни їх сферичних поверхонь однакові.

Розглянувши формули лінзи, розповідаємо, що для характеристики заломлюючої здатності лінз вводиться поняття про оптичну силу лінзи як величину, обернену до фокусної відстані лінзи: $D = \frac{1}{F}$, де D — оптична сила лінзи, F — фокусна відстань лінзи.

Закріплюємо новий матеріал у вигляді самостійної роботи на картках за такими рисунками (рис. 2.22).

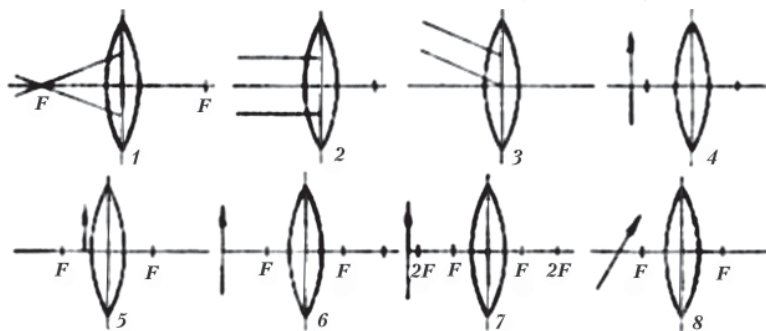


Рис. 2.22

Лабораторна робота. Спостереження дійсних зображень за допомогою збиральної лінзи. Визначення фокусної відстані і оптичної сили лінзи.

Мета. Навчальна: закріпити знання учнів з теми «Утворення зображень за допомогою лінз», уміти визначати фокусну відстань збиральної лінзи і знаходити зображення, що їх дають лінзи.

Приклади і матеріали: 1) збиральні лінзи на підставках; 2) світний предмет (електрична лампочка з ковпачком, у якому є фігурний виріз, або свічка); 3) джерело струму; 4) екран; 5) масштабна лінійка.

ХІД РОБОТИ

1. Визначити фокусну відстань лінзи. Для цього слід утворити зображення Сонця або віддаленої лампочки і виміряти відстань від лінзи до зображення. Ця відстань приблизно дорівнює фокусній відстані лінзи.

2. Встановити на одній прямій лінії світний предмет, лінзу й екран.

3. Встановити предмет на відстані, більшій від подвійної фокусної відстані лінзи. Щоб утворилось чітке зображення предмета на екрані, його слід переміщати доти, поки не утвориться чітке зображення. Яке буде при цьому зображення? Де воно буде розміщене?

4. Поміняти місцями предмет і екран, залишивши на місці лінзу. Що ви при цьому побачите? Якою властивістю променів це можна пояснити?

5. Знайти таке розміщення світного предмета, лінзи і екрана, щоб розміри предмета й зображення були однакові. Виміряти відстані від предмета до лінзи і від зображення до лінзи. Порівняти їх між собою і з фокусною відстанню лінзи.

Як можна виміряти фокусну відстань збиральної лінзи, крім способу, зазначеного в п.1?

6. Визначити фокусну відстань за формулою і порівняти це значення із значеннями, знайденими раніше.

7. Написати короткий звіт про роботу, свої висновки підтвердити числовими даними, знайденими під час її виконання.

З формули оптичної сили лінзи видно, що чим менша фокусна відстань лінзи, тим більша її оптична сила, і навпаки.

Після цього даємо означення одиниці оптичної сили лінзи — діоптрії (дптр). Розв'язуємо кілька задач на визначення оптичної сили лінзи.

Інструкцію до проведення лабораторної роботи учням роздавати не обов'язково. На початку уроку можна поставити перед ними такі завдання: 1) визначити фокусну відстань лінзи, не застосовуючи формули лінзи; 2) утворити зображення предмета (більше, однакове і менше від предмета), встановити, як розміщені ці зображення відносно предмета, лінзи і фокуса лінзи; 3) знайти фокусну відстань лінзи за формулою лінзи; 4) виконати дослід, який підтверджує оборотність променів у лінзі; 5) написати звіт про роботу із своїми висновками.

Навчально-методичні завдання:

1 (УЗЗ). Скласти методичні рекомендації для учнів як розв'язувати фізичні задачі на світлові явища.

2 (П). Спроекувати та підготувати розгорнутий план-конспект уроку фізики:

а) Фотометрія. Сила світла; б) Дисперсія світла.

3 (УЗЗ). Самостійно проаналізувати й встановити між-предметні зв'язки фізики з математикою для світлових явищ і розробити узагальнюючу методичну блок-схему.

4 (П). Створити авторський експериментальний дослід на тему «Плоске дзеркало» і провести його.

2.10. Узагальнене практичне заняття № 14 (2 год.)

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ФІЗИКИ НА ПЕРШОМУ СТУПЕНІ

Пізнавальні задачі з методики навчання фізики

№ з/п	Зміст навчального матеріалу	Кількість годин	Початковий рівень засвоєння	Підсумковий рівень засвоєння
	Методика навчання фізики на першому ступені			
1.	Структура, зміст курсу фізики основної школи	2	Нс	П
2.	Особливості методики навчання фізики в основній школі	2	ПВЗ	П
3.	Фізична величина	2	ПВЗ	П
4.	Механічний рух	4	ПВЗ	П
5.	Робота	1	ПВЗ	П
6.	Енергія	1	ПВЗ	П
7.	Тиск твердих тіл, рідин і газів	2	УЗЗ	П
8.	Теплові явища	4	ПВЗ	П
9.	Електричні явища	2	ПВЗ	П
10.	Магнітні явища	2	ПВЗ	П
11.	Світлові явища	4	ПВЗ	П

Навчально-методичні завдання компетентісно-світоглядного характеру:

- 1 (УЗЗ). Скласти методичні рекомендації щодо навчання учнів розв'язувати фізичні задачі для конкретної теми.
- 2 (П). Спроектувати та провести урок фізики (7-9 клас) згідно шкільних розділів.
- 3 (УЗЗ). Проаналізувати й встановити міжпредметні зв'язки фізики з іншими предметами першого ступеня навчання та розробити узагальнюючу методичну блок-схему.
- 4 (П). Сконструювати авторський прилад (установку, модель, комп'ютерну модель) на довільну тематику з фізики основної школи та провести з ним фрагмент евристичного уроку.
- 5 (П). Написати наукову статтю й опублікувати її за темою індивідуальної навчально-методичної роботи студента.

2.11. Питання та завдання для самоконтролю

- 1 (П). Описати особливості структури і змісту курсу фізики.
- 2 (П). Охарактеризувати особливості методики навчання фізики в основній школі.
- 3 (П). Розказати методику формування поняття фізичної величини.
- 4 (П). У чому методичний аспект формування уявлень про механічний рух?
- 5 (П). Проілюструвати на прикладі формування понять про роботу і енергію.
- 6 (П). Розказати методику вивчення теми «Тиск твердих тіл, рідин і газів».
- 7 (П). У чому зміст методики вивчення теплових явищ?
- 8 (П). Проаналізувати методику вивчення електричних і магнітних явищ.
- 9 (П). Змодельювати основні етапи вивчення світлових явищ.
- 10 (П). Узагальнити методику навчання фізики на першому ступені.
- 11 (ПВЗ). Розв'язати задачі [86]:

1 (ПВЗ). Із двох пунктів одночасно назустріч одна одній вийшли дві групи туристів, які зустрілися о 12-й годині того самого дня, після чого кожна з груп продовжила свій рух з попередньою швидкістю. Визначте, о котрій годині вийшли групи з пунктів, якщо одна з них прийшла в пункт, з якого вийшла друга група, о 16-й годині, а інша група прийшла в пункт, з якого вийшла перша, о 21-й годині. Рух обох груп вважайте прямолінійним рівномірним. Час виходу груп запишіть числом у годинах.

2 (ПВЗ). Хлопчик на санчатах спускається з вершини льодяної гори (точки А) і, проїхавши після спуску 40 м горизонтальною ділянкою ВС, зупиняється в точці С (рис. 2.23). Маса хлопчика разом із санчатами становить 60 кг. Визначте

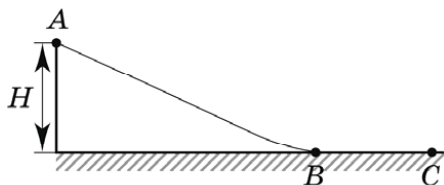


Рис. 2.23

висоту гори H (у метрах), якщо на ділянці AB силою опору руху можна знехтувати, а на горизонтальній ділянці BC сила опору руху дорівнює 60 Н. Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$.

3 (НС). Хлопчик на санчатах спускається з вершини льодяної гори (точки A) і, проїхавши після спуску 50 м горизонтальною ділянкою BC , зупиняється в точці C (див. *рис. 2.23*). Маса хлопчика разом із санчатами становить 40 кг. Визначте висоту гори H (у метрах), якщо на ділянці AB силою опору руху можна знехтувати, а на горизонтальній ділянці BC сила опору руху дорівнює 40 Н. Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$.

4 (НВ). Хлопчик на санчатах спускається з вершини льодяної гори (точки A) і, проїхавши після спуску 30 м горизонтальною ділянкою BC , зупиняється в точці C (див. *рис. 2.23*). Маса хлопчика разом із санчатами становить 50 кг. Визначте висоту гори H (у метрах), якщо на ділянці AB силою опору руху можна знехтувати, а на горизонтальній ділянці BC сила опору руху дорівнює 50 Н. Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$.

5 (ПВЗ). У металеву посудину, маса якої 200 г, влили 150 г води і опустили шматок льоду, що мав температуру 0°C . Початкова температура посудини з водою 25°C . У момент часу, коли настала теплова рівновага, температура води в металевій посудині стала дорівнювати 5°C . Визначте масу льоду (у кілограмах). Питома теплоємність металу, з якого виготовлено посудину, дорівнює $410 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, питома теплоємність води становить $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, питома теплота плавлення льоду дорівнює $3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$. Втратами тепла металеву посудину з водою знехтуйте.

6 (ПВЗ). Теплова машина за цикл здійснює роботу 25 Дж і віддає холодильнику кількість теплоти, що дорівнює 75 Дж. Визначте коефіцієнт корисної дії теплової машини (у відсотках).

7 (НС). Теплова машина за цикл здійснює роботу 30 Дж і віддає холодильнику кількість теплоти, що дорівнює 70 Дж. Визначте коефіцієнт корисної дії теплової машини (у відсотках).

8 (НВ). Теплова машина за цикл здійснює роботу 20 Дж і віддає холодильнику кількість теплоти, що дорівнює 80 Дж. Визначте коефіцієнт корисної дії теплової машини (у відсотках).

9 (ПВЗ). Визначте енергію конденсатора ємністю $C = 0,5 \text{ мкФ}$, увімкненого за схемою, зображеною на *рис. 2.24*. Електрорушійна сила джерела дорівнює 10 В, внутрішній опір джерела $r = 2 \text{ Ом}$, $R = 8 \text{ Ом}$. Відповідь запишіть у мікроджоулях.

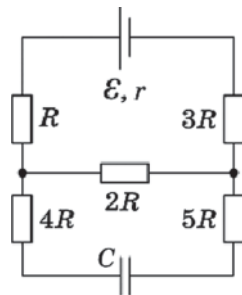


Рис. 2.24

10 (ПВЗ). У котушці, індуктивність якої дорівнює 0,8 Гн, при рівномірному зростанні сили струму виникла електрорушійна сила самоіндукції, модуль якої дорівнює 1,2 В. На скільки збільшується сила струму за 1 секунду? Відповідь запишіть в амперах.

11 (НС). У котушці, індуктивність якої дорівнює 1,5 Гн, при рівномірному зростанні сили струму виникла електрорушійна сила самоіндукції, модуль якої дорівнює 2,1 В. На скільки збільшується сила струму за 1 секунду? Відповідь запишіть в амперах.

12 (НВ). У котушці, індуктивність якої дорівнює 1,5 Гн, при рівномірному зростанні сили струму виникла електрорушійна сила самоіндукції, модуль якої дорівнює 2,7 В. На скільки збільшується сила струму за 1 секунду? Відповідь запишіть в амперах.

13 (ПВЗ). Визначте час, за який світло доходить від поверхні океану до його дна на глибину 450 м. Показник заломлення води дорівнює $4/3$. Швидкість світла у вакуумі становить $3 \cdot 10^8$ м/с. Відповідь запишіть у мікросекундах.

14 (ПВЗ). Школяр масою 50 кг, стоячи на гладенькому льоду, кидає ядро масою 5 кг під кутом 60° до горизонту зі швидкістю 8 м/с. Якої швидкості набуває школяр? Відповідь запишіть у м/с.

15 (ПВЗ). В однорідне магнітне поле з індукцією 20 мТл перпендикулярно до лінії індукції влітає електрон з кінетичною енергією 32 кеВ. Визначте радіус траєкторії руху електрона (в метрах). Елементарний електричний заряд $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, масу електрона вважайте такою, що дорівнює $9 \cdot 10^{-31}$ кг., $1 \text{ еВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.

16 (ПВЗ). Магнітний потік усередині контуру з площею поперечного перерізу 10 см^2 становить 0,2 мВб. Визначте перпендикулярну до площини контуру складову індукції магнітного поля всередині контуру (у теслах). Поле вважайте однорідним.

17 (ПВЗ). Два конденсатори з'єднані послідовно. Відомо, що максимально допустима напруга, яку можна прикласти до цієї ділянки кола дорівнює 9 В. Визначте (у вольтах), на яку напругу розраховано перший конденсатор, який має ємність 1 мкФ, якщо другий конденсатор має ємність 2 мкФ і розраховано на напругу 6 В.

18 (ПВЗ). З прогулянкового катера, що рухався за течією річки, упав у воду надувний матрац. Через 10 хви-

лин після падіння матраца була помічена його відсутність. Одразу після цього катер змінив курс на зворотний і наздогнав матрац на відстані 1 км нижче за течією від місця, де матрац упав у воду. Визначте (у кілометрах за годину) швидкість течії річки, вважаючи, що модуль швидкості руху катера в обох напрямках однаковий.

19 (ПВЗ). Візок масою 2 кг рухається рівномірно прямолінійно. На візок з висоти 0,5 м падає шматок пластиліну масою 1 кг і прилипає до нього. Визначте (у метрах за секунду) швидкість візка до взаємодії з пластиліном, коли відомо, що в процесі взаємодії зміна внутрішньої енергії становила 8 Дж. Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$.

20 (ПВЗ). Два однакові диски обертаються навколо своїх осей. Точки на краю першого диска мають у 4 рази більше доцентрове прискорення, ніж точки на краю другого диска. Знайдіть відношення лінійної швидкості руху першого диска до лінійної швидкості руху другого диска.

21 (ПВЗ). У капілярі, зануреному одним кінцем у воду, вода піднімається на висоту 15 мм. Визначте (у міліметрах), якої максимальної довжини (висоти) стовпчик води може втримати вертикальний капіляр із двома відкритими в повітрі кінцями.

22 (ПВЗ). Частота вільних електромагнітних коливань у контурі дорівнює 20 кГц. Визначте частоту, якщо конденсатор ємністю 0,2 мкФ замінити конденсатором ємністю 5 мкФ.

23 (ПВЗ). Рух тіла описується рівнянням $x = -5 + 2t + 9t^2$, де всі величини виражені в одиницях СІ. Визначте (у м/с^2) прискорення, з яким рухається тіло.

ОСНОВНА ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Атаманчук П.С. Дидактичне забезпечення семінарських занять з курсу «Методика навчання фізики» (загальні питання) : навчальний посібник / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня, Т.П. Поведа. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. — 384 с.
2. Атаманчук П.С. Збірник задач з фізики / П.С. Атаманчук, А.А. Крисько, В.В. Мендерецький ; за ред. П.С. Атаманчука. — К. : Школяр, 1996. — 304 с.
3. Атаманчук П.С. Методичні основи управління навчанням фізики : монографія / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2005. — 196 с.
4. Атаманчук П.С. Моделювання пізнавальної діяльності студентів через управлінські впливи з методики навчання фізики / П.С. Атаманчук, О.М. Семерня // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. — Вип. 17: Інноваційні технології управління компетентісно-світоглядним становленням учителя фізики, технології, астрономії. — 330 с. — С. 10-13.
5. Білий М.С. Методика викладання фізики в 6-7 класах / М.С. Білий. — К., 1971.
6. Божинова Ф.Я. Фізика. 7 клас : підручник / Ф.Я. Божинова. — Х. : Ранок, 2007. — 192 с.
7. Божинова Ф.Я. Фізика. 8 клас : підручник / Ф.Я. Божинова. — Х. : Ранок, 2008. — 256 с.
8. Буров В.А. Фронтальные экспериментальные задания по физике в 6-7 классах средней школы / Буров В.А. и др. — М. : Просвещение, 1981.
9. Воловик П.Н. Изучение световых явлений в 7 классе : пособие для учителя / П.Н. Воловик. — К. : Рад. шк., 1988. — 87 с.
10. Гайдучок Г.М. Фронтальный эксперимент з фізики в 7-11 класах середньої школи / Г.М. Гайдучок, В.Г. Нижник. — К. : Рад. шк., 1989.
11. Гельфгат І.М. Фізика. 7 клас : збірник задач / І.М. Гельфгат. — Х. : Веста ; Ранок, 2008. — 64 с.
12. Генденштейн Л.Е. Фізика, 7 клас : підручник для середніх загальноосвітніх шкіл / Л.Е. Генденштейн. — Х. : Гімназія, 2007. — 208 с.
13. Демонстрационные опыты по физике в 6-7 кл. средней школы / под. ред. А.А. Покровского. — М. : Просвещение, 1974. — 272 с.
14. Закота Л.А. Проблемне навчання фізики / Л.А. Закота, О.І. Ляшенко. — К. : Рад. школа, 1985. — 96 с.

15. Івах І.В. Вивчення теми «Криволінійний та обертальний рух» в середній школі / І.В. Івах. — К. : Рад. школа, 1963. — 62 с.
16. Коршак Є.В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту / Є.В. Коршак, Б.Ю. Миргородський. — К. : Вища школа, 1981, — 280 с.
17. Кирик Л.А. Фізика. 8 клас : плани-конспектів всіх уроків / Л.А. Кирик, Л.А. Чувтаєва. — Х. : Веста ; Ранок, 2009. — 272 с.
18. Кулешов В.С. Фронтальний експеримент з фізики у 6-7 класах / Кулешов В.С. та ін. — К. : Радянська школа, 1975. — 103 с.
19. Ляшенко А.И. Основные направления реформирования общего среднего образования: проблемы и пути их решения / А.И. Ляшенко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. — Вип. 16: Формування професійних компетентностей майбутніх учителів фізико-технічного профілю в умовах євроінтеграції. — 328 с. — С. 34-35.
20. Мендерецький В.В. Навчальний експеримент в системі підготовки вчителя фізики : монографія / В.В. Мендерецький. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний університет, редакційно-видавничий відділ, 2006. — 256 с.
21. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в основній школі : підручник для студентів вищих навчальних закладів / Атаманчук П.С., Ляшенко О.І., Мендерецький В.В., Ніколаєв О.М. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. — 292 с.
22. Методика преподавания физики в 7-8 классах средней школы / под ред. А.В. Усовой. — М. : Просвещение, 1990.
23. Ненашев І.Ю. Фізика, 8 клас : збірник задач / І.Ю. Ненашев. — Х. : Веста ; Ранок, 2009. — 176 с.
24. Песін О.І. Фізика. 7 клас : методика викладання / О.І. Песін. — Х. : Веста ; Ранок, 2007. — 192 с.
25. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів / Фізика. Астрономія (7-12 класи). — К. : Перун, 2006. — 80 с.
26. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів / Математика (5-12 класи). — К. : Перун, 2006. — 65 с.
27. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів / Географія. Економіка (6-11 класи). — К. : Перун, 2006. — 96 с.
28. Римкевич А.П. Збірник задач з фізики для 9-11 класів середньої школи / А.П. Римкевич. — 10-е вид. — К. : Рад. шк., 1991.
29. Розв'язування задач з фізики : практикум / за заг. ред. Е.В. Коршака. — К. : Вища шк., 1986. — 312 с.
30. Сиротюк В.Д. Фізика : підруч. для 9 класу загальноосвіт. навч. закл. / В.Д. Сиротюк. — К. : Зодіак-ЕКО, 2009. — 208 с.

31. http://refs.co.ua/54636-Problemnoe_obuchenie_v_prepodavanii_temy_fiziki_8_klassa_Teplovye_yavleniya.html.
32. Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1341 Про затвердження Національної рамки кваліфікацій. — Режим доступу: <http://document.ua/pro-zatverdzhennja-nacionalnoyi-ramki-kvalifikacii-doc81930.html>.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

33. Атаманчук П.С. Управління процесами становлення майбутнього вчителя / П.С. Атаманчук, О.І. Ляшенко, В.П. Атаманчук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2009. — Вип. 15: Управління якістю підготовки майбутніх учителів фізики та трудового навчання. — С. 5-10.
34. Атаманчук П.С. Управління процесом навчально-пізнавальної діяльності : монографія / П.С. Атаманчук. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інф.-вид. відділ, 1997. — 136 с.
35. Атаманчук П.С. Інноваційні технології управління навчанням фізики : монографія / П.С. Атаманчук. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інф.-вид. відділ, 1999. — 172 с.
36. Атаманчук П.С. Збірник завдань з фізики для тематичного та підсумкового контролю / П.С. Атаманчук, І.В. Оленюк. — Гусятин, 2009. — 192 с.
37. Атаманчук П.С. Дидактика фізики (основные аспекты) : монографія / П.С. Атаманчук, П.И. Самойленко. — М. : Московский государственный университет технологий и управления, РИО, 2006. — 254 с.
38. Атаманчук П.С. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів : монографія / П.С. Атаманчук, О.П. Панчук. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. — 252 с.
39. Благодаренко А.Ю. Теоретико-методичні засади навчання фізики в основній школі [Текст] : монографія / А. Благодаренко. — К. : НПУ, 2011. — 390 с.
40. Благодаренко А.Ю. Теоретико-методичні засади реалізації фізичної компоненти державного стандарту базової середньої освіти [Текст] : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Благодаренко Людмила Юріївна ; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2011.

41. Благодаренко А.Ю. Технології особистісно-орієнтованого навчання фізики [Текст] : навч.-метод. посібник для студ. пед. ун-тів (пед. ін-тів) / А. Ю. Благодаренко ; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. — К. : НПУ, 2005. — 112 с.
42. Богданов І.Т. Методична система формування фізико-технічних знань у процесі фахової підготовки майбутніх учителів фізики : монографія / І.Т. Богданов. — Донецьк : Юго-Восток, 2009. — 272 с.
43. Богданов І.Т. Теоретичні і методичні засади формування фізико-технічних знань у процесі фахової підготовки майбутніх учителів фізики : дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / І.Т. Богданов ; Національний пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2010.
44. Вільна енциклопедія «Вікіпедія» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uk.wikipe> <http://uk.wikipedia.org/dia.org/>
45. Величко С.П. Методика викладання безпеки життєдіяльності : навч. посібник для студ. вищих пед. закладів / С.П. Величко, І.А. Царенко, О.М. Царенко. — 3-є вид., перероб. і доп. — Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. — 282 с.
46. Величко С.П. Сучасні технології у фізичному експериментуванні з оптики : навчальний посібник для вчителів / С.П. Величко, О.С. Кузьменко. — Кіровоград : ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2009. — 164 с.
47. Заболотний В.Ф. Методика навчання фізики. Загальні питання (в схемах і таблицях з мультимедійними додатками) / В.Ф. Заболотний. — Вінниця : Едельвейс і К, 2009. — 112 с.
48. Заболотний В.Ф. Фізичні величини. Закони : навчальний посібник / В.Ф. Заболотний, Н.А. Мисліцька, Ю.А. Пасічник. — Тернопіль : Богдан, 2007. — 56 с.
49. Заболотний В.Ф. Вибрані питання дидактики фізики / В.Ф. Заболотний. — Вінниця : ВДПУ, 2007. — Ч.1: Загальні питання (в схемах і таблицях + мультимедійні презентації). — 92 с.
50. Заболотний В.Ф. Демонстраційні комп'ютерні моделі в системі засобів формування фізичних понять : навчальний посібник / В.Ф. Заболотний, Н.А. Мисліцька. — Вінниця : ВДПУ, 2008. — 116 с.
51. Закон «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dneprtest.dp.ua>.
52. Іваницький О.І. Інноваційні технології навчання фізики : навчальний посібник / О.І. Іваницький. — Запоріжжя : Диво, 2007. — 99 с.
53. Іваницький О.І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі : монографія / О.І. Іваницький. — Запоріжжя : Прем'єр, 2001. — 266 с.
54. Іваницький О.І. Теоретичні і методичні основи підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання : дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / О.І. Іваницький ; Національний пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2005. — 492 с.

55. Ляшенко О.І. Про концепцію тесту для виявлення здібностей абітурієнтів [Текст] / О.І. Ляшенко // Педагогіка і психологія : науково-теоретичний та інформаційний журнал. — 2010. — № 4. — С. 5-10.
56. Ляшенко О.І. Теоретично-методичні засади організації профільного навчання в старшій загальноосвітній школі [Текст] : тези доп. на загал. зборах АПН України академіка-секретаря від-ня дидактики, методики та інформ. технологій в освіті АПН України / О.І. Ляшенко // Освіта. — 2008. — № 45/46 (19-26 листоп). — С. 6.
57. Ляшенко О.І. Якість освіти як основа функціонування й розвитку сучасних систем освіти / О.І. Ляшенко // Педагогіка і психологія. — 2005. — №1 (46). — С. 5-12.
58. МАН: Підготовка науково-дослідницьких проектів : навчальний посібник / В.П. Сергієнко, М.І. Шут. — К. : Ред. загальнопед. газ., 2005. — 128 с.
59. Методика і техніка навчального фізичного експерименту в старшій школі : підручник для студентів вищих навчальних закладів / Атаманчук П.С., Ляшенко О.І., Мендерецький В.В., Ніколаєв О.М. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. — 420 с.
60. Методика навчання фізики в середній школі (загальні питання) : конспекти лекцій / за ред. В.Ф. Савченка. — Чернігів, 2003. — 100 с.
61. Методика навчання фізики у старшій школі : навчальний посібник / [В.Ф. Савченко, М.П. Бойко, М.М. Дідович та ін.] ; за ред. В.Ф. Савченка. — К. : Академія, 2011. — 296 с.
62. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика [Текст] / О.І. Ляшенко, Є.В. Коршак, В.Г. Бар'яхтар // Фізика в школах України (Основа) : науково-методичний журнал. — 2009. — № 19. — 1-19 (внесок № 49).
63. Планування та виконання науково-методичних проектів (курсова, дипломна, магістерська та дисертаційна роботи, наукова публікація) : методичні рекомендації / [укладачі: П.С. Атаманчук, Ю.В. Гнатюк, Ц.А. Криськов, А.М. Кух, В.С. Щирба]. — Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. — 28 с.
64. Садовий М.І. Становлення та розвиток фундаментальних ідей дискретності та неперервності у курсі фізики середньої школи : навчальний посібник / М.І. Садовий. — Кіровоград : Принт-Імідж, 2001. — 396 с.
65. Сергієнко В.П. Інтеграція фундаментальності та професійної спрямованості курсу загальної фізики у підготовці сучасного вчителя : монографія / В.П. Сергієнко. — К. : НПУ, 2004. — 382 с.
66. Сергієнко В.П. Розв'язування задач з фізики : навчальний посібник / В.П. Сергієнко, Л.Ю. Збаравська, Г.О. Шишкін, М.М. Чиркін. — К. : Навчально-методичний центр Міністерства аграрної політики України, 2007. — 147 с.
67. Фізика. 10 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Л.Е. Генденштейн. — Х. : Гімназія, 2008.

68. Фізика. 10 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / В.Д. Сиротюк, В.І. Баштовий. — К. : Освіта, 2010.
69. Фізика. 10 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. — К. : Генеза, 2010.
70. Фізика. 11 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. — К. ; Ірпінь, 2005.
71. Фізика. 7 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / М.І. Шут, М.Т. Мартинюк, Л.Ю. Благодаренко. — К. ; Ірпінь : Перун, 2010. — 184 с.
72. Фізика. 7 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Ф.В. Божинова, М.М. Кірюхін, О.О. Кірюхіна. — Х. : Ранок, 2007.
73. Фізика. 7 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Л.Е. Генденштейн. — Х. : Гімназія, 2007.
74. Фізика. 7 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / В.Р. Ільченко, С.Г. Куліковський, О.Г. Ільченко. — Х. : Довкілля, 2007.
75. Фізика. 8 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Ф.В. Божинова. — Х. : Ранок, 2008.
76. Фізика. 8 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Л.Е. Генденштейн. — Х. : Гімназія, 2008.
77. Фізика. 8 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / В.Д. Сиротюк. — К. : Зодіак-Еко, 2008.
78. Фізика. 8 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Є.В. Коршак. — К. : Генеза, 2008.
79. Фізика. 9 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Ф.В. Божинова, М.М. Кірюхін, О.О. Кірюхіна. — Х. : Ранок, 2009.
80. Фізика. 9 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / М.І. Шут, М.Т. Мартинюк, Л.Ю. Благодаренко. — К. ; Ірпінь, 2009.
81. Фізика. 9 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / В.Д. Сиротюк. — К. : Зодіак-Еко, 2009.
82. Фізика. 9 клас [Текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. — К. : Генеза, 2009.
83. Шут М.І. Науково-дослідна робота з фізики у середніх та вищих навчальних закладах : навч. посіб. / М.І. Шут, В.П. Сергієнко. — К. : Шкільний світ, 2004. — 128 с.
84. Шут М.І. Фізика. 7 клас : підручник для загальноосвіт. навч. закл. / М.І. Шут, М.Т. Мартинюк, Л.Ю. Благодаренко. — К. ; Ірпінь : Перун, 2010. — 184 с.
85. Шут М.І. Фізика. 9 клас : підручник для загальноосвіт. навч. закл. / М.І. Шут, М.Т. Мартинюк, Л.Ю. Благодаренко. — К. ; Ірпінь : Перун, 2010. — 184 с.
86. Експертна оцінка центру освітнього моніторингу проекту державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти. — Режим доступу: <http://centromonitor.com.ua>.

ДОДАТОК А

Таблиця 1

**Компетентісно-світоглядні показники
якості знань**

Показники якості знань учня	Контрольно-вимірювальний зразок мисленевих та психомоторних операцій — властивість пізнавальної діяльності особистості	Ключові фрази
<i>Завчені знання (ЗЗ)</i>	Властивість механічного відтворення основного обсягу навчального матеріалу.	Передайте зміст задачі у всіх деталях і повному об'ємі; Розкажіть про...; Як називається...
<i>Розуміння головного (РГ)</i>	Властивість стислого відтворення основного змісту навчального матеріалу.	Сформулюйте іншими словами; Виділіть головне з прочитаного; Відтворіть головний зміст в іншій структурі...
<i>Наслідкування (НС)</i>	Властивість аналогічного, повторювального використання операцій над навчальним матеріалом для засвоєння нових.	Спробуйте навести аналогічний до попереднього приклад...; Виявіть основну послідовність дій у продемонстрованому фізичному досліді; Повторюючи дії у попередньої задачі, розв'яжіть подібну їй...
<i>Повне володіння знаннями (ПВЗ)</i>	Властивість продуктивного та активного віддзеркалення всіх елементів навчального матеріалу в будь-якій структурі викладу.	Використовуючи... усвідомте зміст завдання (задачі) та виділіть головну ланку... Розкладіть на складові частини; Висловіть критичні зауваження; Поясніть мету застосування; Підсумуйте; Поясніть зміст; Поясніть як і чому... На свій розсуд, поясніть зміст ...; Розбийте на складові частини ..., що наявні тут, на вашу думку; Розкажіть свої критичні зауваження; Самостійно продемонструйте описане явище.
<i>Уміння застосовувати знання (УЗЗ)</i>	Властивість раціонального, творчого використання головної ланки навчального матеріалу в нові інформаційні зв'язки.	Розкладіть на складові частини; Висловіть критичні зауваження; Поясніть мету застосування; Підсумуйте; Поясніть зміст; Поясніть як і чому...
<i>Навичка (Н)</i>	Властивість автоматичного використання змісту навчального матеріалу в однотипних стандартних ситуаціях діяльності.	Використовуючи схему (алгоритм) розкажіть (розв'яжіть)...; Скориставшись розв'язком... виконайте аналогічно...; Подібно до... виконайте...

Переконання (III)	Властивість світоглядного обґрунтування змісту навчального матеріалу.	Як же бути, коли...; З точки зору...; Постановка задачі неправильна, оскільки...; Висловіте свої ідеї щодо...; Застосовуючи власні переконання щодо ..., поясніть причини...; Як, на вашу думку, можна застосувати явище ... в побуті.
----------------------	---	---

Таблиця 2

**Диференціація рівнів навчальних досягнень учнів
у пізнавальному процесі з фізики**

Параметри	Рівні навчальних досягнень				Період у часі
	Початковий	Середній	Достатній	Високий	
Пристрасність	Символіка, термінологія, окремі фізичні поняття, фрагменти розуміння суті фізичних явищ і процесів	Наслідвання		Переконання	Майбутній
Усвідомленість	Символіка, термінологія, фрагменти окремих фізичних понять	Розуміння головного	Повне володіння знаннями	Уміння застосовувати знання	Теперішній
Стереотипність	Певна обізнаність з фізичною символікою та термінологією, неправильне трактування фізичних величин і понять	Завчені знання		Навичка	Минулий

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Зміст курсу фізики основної школи	90, 92	<ul style="list-style-type: none"> • гідростатичний (парадокс Паскаля) 33 • кіт Шредінгера 31 • слабкого молодого Сонця 32 • ультрафіолетова катастрофа 33
Компетенція	8, 91	
Компетентність	8, 28, 91	
Компетентісно-світоглядні характеристики	18	
Методи теоретичного пізнання	39	Структура курсу фізики основної школи 90, 91
• Аналогія	39	Фізичний навчальний експеримент в основній школі 94
• Гіпотеза	40	Формування поняття:
• Ідеалізація	37	• взаємодія сил 138
• Моделювання	38	• механічний рух 130
• Уявний експеримент	39	• фізична величина 100, 112, 124
• Фізична теорія	40	• механічна енергія 149
Методика вивчення:		• механічна робота 149
• електричні явища	119, 179	• сила 141
• магнітні явища	120, 179	• тиск 158
• механічні явища	117	• швидкість руху тіла 133
• світлові явища	121, 203	
• теплові явища	118, 173	Фундаментальні ідеї фізики:
• тиск твердих тіл, рідин і газів	158	• збереження 42
Освітня доктрина	14	• елементарності 42
Особливості методики на- вчання фізики основної школи	98,99	• єдності фізичної картини світу 43
Парадокс:	31	• симетрії 43
• Архімеда	32	
• близнят	34	

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Архімед	32, 159, 167	Лейбніц	85
Бройль Луї	40	Ломоносов М. В.	121
Бор Нільсон	46	Майєр Роберт	155
Галілео Галілей	124, 164	Максвелл	41, 58
Гельмгольц Герман	155	Міллікен Р.	183
Гільберт	190	Ньютон Ісак	121, 139
Джоуль Джеймс	155	Паскаль Блез	33, 159, 160
Джильберт	121	Планк М.	53
Ерстед	189, 190, 198	Томсон Дж. Дж.	183
Ейнштейн	34, 121	Торрічеллі	124, 164
Йоффе А. Ф.	182	Шахмаєв Н.М.	146
Кулон Шарль	183		

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет
імені Івана Огієнка

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

АТАМАНЧУК Петро Сергійович,

*доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри методики
викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі
Кам'янець-Подільського національного університету
імені Івана Огієнка*

СЕМЕРНЯ Оксана Миколаївна,

*кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри методики
викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі
Кам'янець-Подільського національного університету
імені Івана Огієнка*

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

З МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

(ОСНОВНА ШКОЛА)

Навчальний посібник

Підписано до друку 28.01.2014 р. Гарнітура «Книжник».
Папір офсетний. Друк цифровий. Формат 60x84/16.
Умовн. друк. арк. 13,7. Обл.-вид. арк. 13,8.
Тираж 300. Зам. № 46.

ТОВ «Друкарня «Рута»,
вул. Пархоменка, 1, м. Кам'янець-Подільський, 32300.
Тел. (03849) 42250.
Свідоцтво серії ДК № 4060 від 29.04.2011 р.

Надруковано у ТОВ «Друкарня «Рута»,
вул. Пархоменка, 1, м. Кам'янець-Подільський, 32300.
Тел. (03849) 42250