

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ
УЧНІВ БАЗОВОЇ ШКОЛИ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЦІЇ
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАНЬ»

Виконав студент: 2 курсу, групи 8.0149-ф-з
спеціальності 014 Середня освіта
(шифр і назва спеціальності)
предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика)
освітньої програми Середня освіта (Фізика)
(шифр і назва предметної спеціальності)
А. В. Захаров
(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри загальної та прикладної фізики,
доцент, к.ф.-м.н. Мінаєв Ю. П.

Рецензент (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
завідувач кафедри фізики
НУ «Запорізька політехніка»,
доцент, к.пед.н. Лозовенко О. А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет математичний
Кафедра загальної та прикладної фізики
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 014 Середня освіта
Предметна спеціальність 014.08 Середня освіта (Фізика)
Освітня програма Середня освіта (Фізика)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
загальної та прикладної фізики,
проф., д.п.н.

_____ Андреев А.М.

(підпис)

« _____ » _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Захарову Артему Володимировичу

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Розвиток критичного мислення учнів базової школи на основі інтеграції
фізико-математичних знань
- керівник роботи Мінаєв Юрій Павлович, канд. фіз.-мат. наук, доцент
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом ЗНУ від « 20 » травня 2020 року № 577-с
2. Строк подання студентом роботи 18.02.2021
3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.
2. Перелік літератури.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Постановка задачі.
2. Основні теоретичні відомості.
3. Матеріали та методи дослідження.
4. Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Презентація

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21.05.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	25.10.2020	
2.	Збір вихідних даних.	30.11.2020	
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел.	04.01.2021	
4.	Розробка першого та другого розділу.	18.01.2021	
5.	Розробка третього та четвертого розділу.	25.01.2021	
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи.	10.02.2021	
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	11.03.2021	

Студент _____
(підпис)

А. В. Захаров
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Ю. П. Мінаєв
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____
(підпис)

Н. І. Тихонська
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Розвиток критичного мислення учнів базової школи на основі інтеграції фізико-математичних знань»: 82 с., 10 рис., 1 табл., 51 джерело та 1 додаток.

КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ, РОЗВИТОК, ТЕХНОЛОГІЯ, ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС, ІНТЕГРАЦІЯ ЗНАНЬ

Об'єктом дослідження став процес розвитку критичного мислення учнів базової школи.

Мета роботи полягала в обґрунтуванні доцільності застосування засобів інтеграції фізико-математичних знань задля розвитку критичного мислення учнів базової школи.

Методи дослідження – аналіз та узагальнення даних за проблемою дослідження на основі вивчення навчальних програм з фізики та математики базової школи; аналіз методичної літератури; апробація методів розвитку критичного мислення, якісний і кількісний аналіз отриманих результатів.

Практичне значення роботи полягає у розробці та впровадженні у навчальний процес базової школи методики критичного мислення учнів.

SUMMARY

Master's Qualification Thesis «Development of Critical Thinking of Elementary School Students Based on the Integration of Physical and Mathematical Knowledge»: 82 pp., 10 fig., 1 table, 51 sources and 1 appendice.

CRITICAL THINKING, DEVELOPMENT, TECHNOLOGY,
EDUCATIONAL PROCESS, KNOWLEDGE INTEGRATION

The object of the research was the process of critical thinking development of basic school students.

The Objective of the project was to substantiate the feasibility of using the means of integration of physical and mathematical knowledge for the critical thinking development of basic school students.

The Methods of research are analysis, comparison, generalization of data on the research problem based on the study of psychological, pedagogical and methodological literature; approbation of methods of development of critical thinking, qualitative and quantitative analysis of the results.

The Practical meaning of the project is the development and implement in the educational process of basic school methods of critical thinking of elementary school students.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Теоретичні засади розвитку критичного мислення	11
1.1 Використання поняття «критичне мислення» у психолого-педагогічній літературі.....	11
1.2 Методи розвитку критичного мислення.....	23
2 Методичні основи інтеграції в освітньому процесі.....	39
2.1 Проблема інтеграції навчання.....	39
2.2 Інтеграція фізико-математичних знань як чинник розвитку критичного мислення.....	45
3 Дослідження необхідності інтеграції фізико-математичних знань	55
3.1 Аналіз відповідності та узгодженості шкільних програм базової школи з фізики і математики.....	55
3.2 Використання математики як інструменту критичного мислення при розв'язуванні задач з фізики.....	63
4 Апробація методів розвитку критичного мислення на заняттях фізико-математичного гуртка.....	69
4.1 Дослідження впливу технології критичного мислення на процес засвоєння нового навчального матеріалу.....	69
4.2 Розвиток навичок критичного мислення за допомогою аналізу відеороликів з фізики.....	76
Висновки.....	81
Перелік посилань.....	83
Додаток А Аналіз необхідних математичних знань для розв'язання задач...	89

ВСТУП

Сучасні напрями розвитку української освіти зумовлені інтеграцією України у європейський і світовий освітній простір. У першу чергу увага приділяється розвитку середньої освіти як основи для успіхів у подальшому житті. Передові країни світу вже переформували освіту і зараз вдало застосовують методи особистісних освітніх підходів до навчання, крім класичних занять – всебічне дослідження навчальних проблем, формування вмінь критичного мислення, навичок отримання знань протягом всього життя. Реформування середньої освіти в Україні направлене на те, щоб виховати в школі всебічно розвинену, спроможну до критичного мислення індивідуальність, реформатора, здатного покращувати повсякденне життя.

Ідеєю змін в освіті є концепція «Нової української школи» [1]. Концепцією встановлені основні компетентності, які мають формуватися на базі освіти. Це потрібно всім людям для індивідуального розвитку, активного громадянства, соціального включення та зайнятості: спілкування рідною мовою (усне та письмове); спілкування іноземними мовами; математичні компетентності та базові компетентності з природничих наук та технологій; цифрові компетентності; здатність навчатися; соціальні та громадянські компетентності; ініціативність і підприємницькі навички; загальнокультурна грамотність та здатність до самовираження. Під час навчання у школі в учнів має бути сформоване критичне мислення, яке передбачає творчість, ініціативність, вміння розв'язувати проблеми, оцінювати ризики, приймати рішення, керувати емоціями, співпрацювати в команді.

Щоб освіта в країні досягла не тільки більш якісного рівня, а ще викликала бажання в учнів навчатися, потрібно, знаходити нові ефективні методики, вивчати цікаві розробки, переймати досвід кращих учителів. Потрібно вчити

школярів вмінням дискутувати, висловлювати думку, аналізувати, формувати свої аргументи, чути аргументи інших. Необхідно змінювати класичну методiku надання нових знань, необхідно навчати учнів мислити критично та відстоювати свої міркування.

Одним із таких змін є впровадження інтегрованих навчальних програм. Це є одним з положень нового Державного стандарту базової середньої освіти [2], затвердженого Міністерством освіти і науки України на засадах компетентнісного, діяльнісного та особистісно зорієнтованого підходів у відповідності до Концепції Нової Української школи. Стандартом визначена низка освітніх галузей: мовно-літературна, математична, природнича, соціальна і здоров'язбережувальна, громадянська та історична, технологічна, інформатична, мистецька, фізкультурна. Додано розширений опис компетентнісного потенціалу кожної освітньої галузі, що унаочнює можливість інтеграції всіх ключових компетентностей та їх реалізації через навчальний зміст кожної галузі. Змістове наповнення освітніх галузей представлено через «ядро змісту», яке окреслює коло обов'язкових для засвоєння понять, але може бути розширено на рівні інтегрованих навчальних програм або через окремі предмети. Головний акцент Державного стандарту визначає результати навчання учнів. Одним із обов'язкових результатів навчання учнів є критичне оцінювання процесу та результату розв'язування проблемних ситуацій. Одними з наскрізних у ключових компетентностях є такі вміння, як критичне та системне мислення, що проявляється у визначенні характерних ознак явищ, подій, ідей, вмінні аналізувати і оцінювати доказовість і вагу аргументів у судженнях, враховувати протилежні думки і контраргументи, відрізняти факти від їхньої інтерпретації, розрізняти спроби маніпулювання даними, використовуючи різноманітні ресурси й способи для оцінювання надійності кількісних і якісних доказів та достовірності інформаційних джерел.

Тому актуальним стає розвиток критичного мислення засобами тих навчальних предметів, які вивчаються в школі.

Об'єктом дослідження став процес розвитку критичного мислення учнів базової школи.

Предметом дослідження були методи розвитку критичного мислення учнів базової школи на основі інтеграції фізико-математичних знань.

Мета роботи полягала в обґрунтуванні доцільності застосування засобів інтеграції фізико-математичних знань задля розвитку критичного мислення учнів базової школи.

У ході роботи були поставлені й виконані такі завдання:

1. Зробити огляд та аналіз психолого-педагогічної та навчально-методичної літератури з проблематики дослідження.

2. Узагальнити та систематизувати поняття і методи розвитку критичного мислення.

3. Дослідити доцільність інтеграції фізико-математичних знань з метою розвитку критичного мислення в учнів базової школи.

4. Перевірити окремі елементи методики розвитку критичного мислення через інтеграцію фізико-математичних знань в умовах фізико-математичного гуртка для учнів базової школи.

Методи дослідження:

теоретичні – аналіз, порівняння, узагальнення даних за проблемою дослідження на основі вивчення психолого-педагогічної та методичної літератури;

емпіричні – апробація методів розвитку критичного мислення учнів базової школи засобами інтеграції фізико-математичних знань, якісний аналіз отриманих результатів.

Наукова новизна даної роботи полягає у розробці окремих елементів методики розвитку в учнів базової школи критичного мислення шляхом інтеграції фізико-математичних знань.

Практичне значення кваліфікаційної роботи визначається тим, що розроблені елементи методики розвитку критичного мислення були використані в освітньому процесі в межах фізико-математичного гуртка Запорізького обласного центру науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані».

Апробація результатів дослідження здійснювалася на засіданні секції «Методика навчання фізики та природничих наук» в рамках XIII університетської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених ЗНУ (ZNU, Zaporizhzhia National University) «Молода наука-2020»; на науково-методичному семінарі кафедри загальної та прикладної фізики 18 лютого 2021 року.

Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань, додатків. Вона містить 1 таблиці, 6 рисунків. Її обсяг складає 82 сторінки.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ

1.1 Використання поняття «критичне мислення» у психолого-педагогічній літературі

Критичне мислення як тип розумової активності індивіду представлено як психологічна, філософська, соціологічна та педагогічна проблема й звертає на себе увагу фахівців. Термін «критичне мислення» набуває все більшого поширення в психолого-педагогічній літературі. Як відомо, виникнення і поширення нового терміну спричиняється просуванням у науковому розумінні певних явищ дійсності. Що ж нового вноситься в науку згаданим вище словосполученням порівняно з існуючими вже давно термінами, які складаються зі слова «мислення» та прикметника до нього (дивергентне, конвергентне, дискурсивне, синкретичне, наукове, творче, математичне, фізичне і таке інше)? [3].

Як зазначив знаменитий психолог С. Рубінштейн, мислення – це опосередковане, засноване на розкритті зв'язків, відносин, узагальнене пізнання об'єктивної реальності [4]. Інший класик психології О. Леонтьєв зазначав, що мислення – це процес відображення дійсності; процес, за допомогою якого ми можемо опосередковано судити про те, що приховано від нашого чуттєвого сприйняття. Також він уточнював, що «коли мова йде про визначення взагалі, то треба мати на увазі, що в будь-якому визначенні – що б ми не визначали – міститься деяке висловлювання, яке не може вичерпати сутності визначення. З цієї точки зору виявляються справедливими і такі визначення, як наприклад: «мислення являє собою особливий вид діяльності» або «мислення є функція мозку суб'єкта» або «мислення є – тепер визначення пізнавальне – процес переходу від незнання до знання» [5].

В енциклопедичних виданнях України відсутнє поняття «критичне мислення». Великий тлумачний словник сучасної української мови ізольовано

один від одного описує значення «критичний» та «мислення», де термін «критичний» тлумачиться так:

«1. Стосовно до критики – який містить критику – ґрунтується на науковій перевірці правдивості, правильності чого-небудь.

2. Той, що стосується розгляду і оцінки кого-небудь чи чого-небудь із метою виявлення та усунення вад, хиб.

3. Здатний виявляти та оцінювати позитивне й негативне у кому-небудь чи чому-небудь; вимогливий».

А термін «мислення» пояснюється як «міркування, зіставлення явищ об'єктивної дійсності з відповідними висновками» [6].

Висловлення «критичне мислення» з'являється у роботах науковців не відразу, а на основі аналізу процесів мислення, які науковці класифікували за різними ознаками, як «творче», «ефективне» і т. п.

Такі розробки можна зустріти в роботах Джона Дьюї (1910), американського філософа, психолога та педагога, який належить до одних з перших засновників теперішніх засад критичного мислення. Д. Дьюї визначав, що експериментальне мислення або наукове міркування – це спільний процес аналізу і синтезу, або, висловлюючись менш технічною мовою, розпізнавання, асиміляції або ідентифікації. Він звертав увагу на те, що наукові знання і технічні можливості людства розвинулися, особливо на всіх ранніх етапах свого існування, з фундаментальних проблем життя. Анатомія і фізіологія виростили з практичних потреб підтримки здоров'я і активності; геометрія і фізика через вимоги до вимірювання землі, будівництва та виготовлення ресурсозберігаючих машин; астрономія була тісно пов'язана з навігацією, відстеженням ходу часу; ботаніка зросла з вимог медицини і агрономії; хімія була пов'язана з фарбуванням, металургією та іншими промисловими заняттями. У свою чергу, сучасна промисловість майже повністю є справою прикладної науки; рік від року сфера рутинного і грубого емпіризму звужується через перетворення наукового відкриття в промисловий винахід. Візок, телефон, електричне світло, парова машина з усіма їх революційними

наслідками для соціальних відносин і контролю – це плоди науки. Дьюї ще у 1910 році наголошував, що нагальна проблема освіти в даний момент – організувати і зв'язати ці предмети так, щоб вони стали інструментами для формування стійких і плідних інтелектуальних звичок. Типові проблеми повинні бути вирішені шляхом особистого розмірковування та експериментування, а також шляхом придбання певних масивів знань, які згодом призводять до більш спеціалізованих наукових знань [7].

Отже, одна зі сторін критичного мислення проявляється в рефлексії, сприйнятті і оцінці чужої і власної думки. Інша сторона критичного мислення має відношення до знань. Можна додати, що міркування є основою критичного мислення, наряду з аргументуванням мотивів і ретельним аналізом своїх суджень. Але критичне мислення складається не лише з навичок обдумувати, хоча вони є основним аспектом.

Як різновид мислення, висловлювання «критичне мислення» аргументовано використовується у літературі тільки у 1970-х роках. Але дослідники даного терміну фіксують його основу у працях таких мислителів, як Платон, Аристотель, Фома Аквінський, Дж. Міль, Б. Рассел та К. Поппер. Огляд психолого-педагогічних джерел дозволяє подивитися на термін «критичне мислення» з різних точок зору.

Спираючись на дослідження О. Пометун [8], можна визначити, що в період 1980-1990-х років поняття критичного мислення не було однаковим, тому що до дослідження цієї теми, яка колись визнавалась полем діяльності когнітивних психологів і філософів, долучилися психологи-біхевіористи та ін. Вони зазначали, що критичне мислення – це:

спосіб аналізувати факти, генерувати та організовувати ідеї, захищати думку, здійснювати порівняння, робити висновки, оцінювати аргументи та розв'язувати проблеми (Chance, 1986);

спосіб міркувань, що вимагає відповідного підтвердження своїх переконань і відмови від них, якщо відсутнє підтвердження (Tama, 1989);

розумне, рефлексивне мислення, яке зосереджене на ухваленні рішення про

те, у що вірити, або що робити (Norris, Ennis, 1989);

аналітичне мислення з метою оцінити (інтерпретувати) те, що прочитано (Hickey, 1990);

цілеспрямована, саморегульована система суджень, що використовуються для інтерпретації, аналізу, оцінки та формулювання висновків, а також для пояснення доказових, концептуальних, методологічних, критеріологічних чи контекстуальних міркувань, на яких сама ця система суджень заснована; критичне мислення є важливим як інструмент для дослідження (The Delphi Report, 1990);

інтелектуально дисциплінований процес, що полягає в активній та вмілій концептуалізації, застосуванні, аналізі, синтезі та/або оцінці інформації, зібраної або згенерованої спостереженнями, досвідом, рефлексією, міркуваннями або спілкуванням, яке керує переконаннями та діями (Scriven, Paul, 1992);

розумне рефлексивне мислення, сфокусоване на рішенні, пошук здорового глузду – як розсудити об'єктивно й вчинити логічно з урахуванням, як своїх переконань, так й інших думок, вміння відмовитися від власних упереджень (Walsh, Paul, 1994);

майстерне, відповідальне мислення, яке сприяє правильним судженням, оскільки:

- 1) спирається на критерії;
- 2) є самокорегуючим;
- 3) враховує контекст (Lipman, 1995);

використання таких когнітивних навичок і стратегій, які збільшують імовірність отримання бажаного результату (Halpern, 1997).

Зупинимося на формулюванні окремих елементів виразу Метью Ліпмана, американського професора, засновника інституту критичного мислення:

майстерність мислення – це володіння ефективною методологією опрацювання інформації;

відповідальність мислення – усвідомлення необхідності в обґрунтуванні позиції керуватись не лише власною думкою, а й переконливими аргументами,

прикладями із реального життя, за потреби, цитуванням чинних стандартів;

формулювання самостійних суджень є вмінням, спрямованим на творчу мисленнєву діяльність, визначення альтернатив на основі врахування особистісних або колективних пріоритетів; оскільки продукування судження є певним вмінням, то критичне мислення є вміним і майстерним мисленням;

критерії – правила або принципи, що використовуються для формулювання суджень; це положення (докази), на які опирається критично мисляча людина, оцінюючи ідеї в процесі їх аналізу;

самокоригування – передбачає використання критичного мислення у контексті звернення до власних суджень з метою їх самостійної корекції;

гнучкість у контексті – врахування особливостей ситуації, у якій відбувається процес обговорення, із можливістю зміни загальних критеріїв у кожному конкретному випадку [9].

У наш час ми маємо характеристики критичного мислення, які досліджені кількома науковими організаціями з вивчення проблеми розвитку критичного мислення [8]:

підхід до мислення, за якого особливу увагу приділено вмінню сформулювати самостійні твердження або думки й підкріпити їх аргументами (Crawford, Saul, Mathews, MaKinster, 2002);

самокероване, самодисципліноване мислення, яке прагне до міркувань на найвищому рівні та відкритості (Elder, 2007);

критичні мислителі чітко розуміють мету й питання, що розглядається; ставлять під сумнів інформацію, висновки та погляди; прагнуть бути ясними, чіткими, точними й актуальними; прагнуть зануритися вглиб проблеми, бути логічними та справедливими; регулярно застосовують інтелектуальні стандарти до елементів міркування з метою розвитку інтелектуальних здібностей (Paul, Elder, 2009);

мистецтво аналізу та оцінювання мислення з метою його постійного покращення (критичний мислитель ставить життєві питання, формулює їх правильно, збирає та оцінює відповідну інформацію, доходить до розумних

висновків, думає відкрито, та здатний до розв'язання складних проблем (JerkoVIC, 2014);

саморегульоване, самоконтрольоване й самокореговане мислення; воно вимагає самодисципліни, щоб ставити під сумнів нову інформацію та постійно аналізувати результати (Stedman, 2017).

Як сказав Річард Пол, директор з досліджень і професійного розвитку Центру критичного мислення на 27-ій щорічній міжнародній конференції з критичного мислення: «Критичне мислення, якби воно якимось чином стало загальним в світі, призвело б до створення нового і зовсім іншого світу, світу, який все більше відповідає не тільки нашим інтересам, але і необхідний для нашого виживання» [10].

У своїх дослідженнях Річард Пол визначив тридцять п'ять аспектів критичного мислення [11]:

1. Афективні: незалежність мислення; прояв і вдосконалення егоцентричних і соціоцентричних мотивів; неупередженість суджень; бачення взаємозв'язку емоцій і переконань; утримання від квапливих суджень; сміливість мислення; сумлінність мислення; наполегливість у вирішенні інтелектуальних завдань; впевненість міркувань.

2. Макрокогнітивні: узагальнення без прагнення до спрощення; зіставлення аналогічних ситуацій, додавання знання до нового контексту; розширення кута зору: розгляд питання з різних сторін, висловлювання різних аргументів, гіпотез; ясність висловлюваних положень, висновків, переконань; ясність викладу, продуманість вибору слів; розробка оціночних критеріїв: ясність базових цінностей і норм; оцінка надійності інформації; глибина мислення: виділення найбільш значущих питань; аналіз аргументів, пояснень, переконань, гіпотез; вироблення/оцінка конкретних рішень; аналіз і оцінка людських вчинків/ліній поведінки; критичний підхід до читання: розуміння суті, критична оцінка прочитаного; критичне слухання (діалог «без слів»); встановлення міжпредметних зв'язків; здатність вести «сократичну бесіду», через діалог приходити до розуміння й оцінки переконань партнера;

міркування в діалозі: порівняння різних поглядів, підходів, гіпотез; вміння вести діалектичне міркування: оцінка поглядів, підходів, гіпотез.

3. Мікрокогнітивні: зіставлення/протиставлення абстрактних понять дійсності; точність і критичність висловлювань; аналіз і оцінка висловлювань; аналіз і оцінка висновків; вміння виділити інформацію, пов'язану з даним питанням; логічність пояснень, висновків, прогнозів; оцінка доказовості висловлювання; вміння бачити суперечливість міркування; аналіз прямих і непрямих наслідків події або явища.

З точки зору Ричарда Пола критичне мислення – це мислення про мислення, тобто процес, коли людина мислить для вдосконалення свого мислення.

Р. Пол визначає критичне мислення (critical thinking) як:

1) дисципліноване, самоспрямовуюче мислення, яке втілює вищі вміння мислення, відповідного специфічного методу або області мислення;

2) мислення, яке демонструє досконале володіння інтелектуальними вміннями і здібностями;

3) мистецтво мислити про своє мисленні в процесі цього мислення, щоб поліпшити його: зробити більш ясним, правильнішим чи аргументованим [11].

Для додаткового прояснення питання про те, що таке критичне мислення, Річард Пол (1995) запропонував поділ критичного мислення на слабке і сильне. Він визначає критичне мислення в слабкому сенсі як мислення висококваліфікованого, але такого який має егоїстичну мотивацію псевдоінтелектуала, зайнятого власним благом і який серйозно не думає про етичні наслідки своїх дій. Носій такого мислення часто високоосвічений, але застосовує свої знання для несправедливих і егоїстичних цілей. З іншого боку, критичне мислення в сильному сенсі – мислення особистості, що проникає в логіку проблем з метою їх об'єктивного вивчення без егоцентричного або соціоцентричного ухилу. У цьому сенсі критичне мислення спрямоване на щиросерде подолання перешкод на шляху до істини.

Голова Фондації критичного мислення Лінда Елдер розробила власну

концепцію розвитку критичного мислення, що складається з шести етапів. У ній вона чітко описала поступовий розвиток мисленнєвих навичок та пріоритетів:

- етап перший: неусвідомлене мислення;
- етап другий: зародження мислення;
- етап третій: початкове мислення;
- етап четвертий: мислення, що розвивається;
- етап п'ятий: професійне мислення;
- етап шостий: довершене мислення [12].

Безумовно в різний час різні фахівці залишили великий вклад у суцільне розуміння критичного мислення. Дослідниками у сфері психології описано комплекс дій та процесів, що задіяні у критичному мисленні індивіду. Вони також досліджують різницю між критичним мисленням та іншими проявами мислення, такими, як інтуїтивне, творче мислення.

Також між фахівцями знаходяться такі, які розглядають у критичному мисленні чуттєву частину: бажання до глибокого аналізу задач і подій, доступність до переживань, до висловлювань опонентів, усвідомлення своїх промахів, спроможність відкинути невірну інформацію, принципи, упертість у розв'язуванні задач і відповідальність за результат. Однак наведені означення повністю не описують зміст виразу «критичне мислення», що спонукає до подальшого аналізу. Для цього звертаємось до тлумачення поняття Дайаною Халперн, що критичне мислення – це процес інтелектуальної діяльності, який базується на аналізі, порівнянні, оцінці інформації і спрямований на розв'язання проблемних завдань. Ці важливі вміння є фундаментом, а значить допоможуть відрізнити переконливі аргументи від прийомів маніпулювання, визначити надійність того чи іншого джерела інформації та обдумувати кожне завдання або прийняте рішення [13]. Критичне мислення є «спрямованим мисленням», бо направлене на здобуття кінцевого результату.

Д. Халперн визначає поняття «критичне мислення», як використання таких методів пізнання, що відрізняються контрольованістю, обґрунтованістю

та цілеспрямованістю, збільшують імовірність отримання бажаного кінцевого результату. Ці методи використовуються під час розв'язування завдань, формулювання висновків, імовірнісного оцінювання й ухвалення рішень і вимагають навичок, які обґрунтовані й ефективні для конкретної ситуації і типу завдання. Вона додатково вказує, що для критичного мислення характерна побудова логічних висновків, створення узгоджених між собою логічних моделей і ухвалення обґрунтованих рішень, що стосуються того, відхилити яку-небудь думку, погодитися з нею чи тимчасово відкласти її розгляд. Всі ці визначення мають на увазі психічну активність, яка повинна бути спрямована на розв'язування конкретного когнітивного завдання [13].

Як бачимо, розвиток здатності до критичного мислення не зводиться тільки до розвитку критичності мислення. Дайана Халперн пише, що її книга «про мислення і знання та про зв'язок між ними. Мається на увазі таке мислення, яке дозволяє нам використовувати раніше здобуті знання, щоб утворювати нові знання». А трохи далі вона наводить одне із найпростіших, але таких що передають суть ідеї, означень: «критичне мислення – це використання когнітивних технік і стратегій, які збільшують імовірність одержання бажаного кінцевого результату».

Оскільки критичне мислення націлене на одержання бажаного кінцевого результату, його ще називають спрямованим мисленням. Але слова про «збільшення імовірності» підкреслюють ту думку, що йдеться про результат, який не може бути гарантовано досягнутий за допомогою добре відпрацьованих, автоматизованих дій. Тому критичне мислення протиставляється автоматичному мисленню, яке може бути зорієнтованим на певну ціль, але практично не передбачає свідомої оцінки власних дій. Слова ж «використання когнітивних технік і стратегій» виражають упевненість у тому, що критичного мислення можна навчати [3].

Має сенс звернути увагу і на міркування Девіда Клустера: «Критичне мислення є самостійним. Тобто у процесі обговорення конкретної проблеми кожен має право індивідуально висловити свою позицію, обґрунтувати її

незалежно від думки інших учасників дискусії. Самостійність є однією з найважливіших властивостей критичного мислення. Інформація є фундаментальною платформою для критичного мислення. Знання створюють основу, з якої розпочинається процес критичного мислення» [14].

Запитання є ключовим інструментом для розвитку критичного мислення. У сучасному житті люди бояться ставити запитання, при чому дорослі бояться більше, ніж діти. Адже існує стереотип: оскільки запитую – значить не знаю, а дорослому соромно не знати. Тому часто люди обирають мовчазну позицію, щоб не сказати «щось не те». Критичне мислення вщент руйнує даний стереотип. Коли людина запитусь – це означає, що вона думає. І, як зазначає О. Пометун, можна відкрити новий для себе світ, якщо навчитися ставити правильні запитання [15].

Саме критичність виводить особистість на шлях саморозвитку. Саме завдяки критичності особистість може усвідомлювати вади свого розуму в спрямовувати зусилля на їх ліквідацію, формуючи у себе установку на розвиток такого мислення, яке останнім часом називають критичним [3].

Доцільно ще раз звернути увагу на статтю Ю. Мінаєва, де аналізується поняття «критичне мислення» з посиланням на монографію Дайани Халперн «Психологія критичного мислення» (в оригіналі – «Thought and knowledge: an introduction to critical thinking»), яка вважає, що «хоча здатність критично мислити була важлива в усі часи, тим, хто буде жити в XXI столітті, без неї просто не обійтися» [3].

Слово «критичне», яке є прикметником до слова «мислення» передбачає оцінювальний компонент. Дайана Халперн пише: «Коли ми мислимо критично, ми оцінюємо результати своїх розумових процесів – наскільки правильне прийняте нами рішення або наскільки вдало ми впоралися з поставленим завданням. Критичне мислення включає в себе оцінку самого розумового процесу – ходу міркувань, які привели до наших висновків, або тих фактів, які ми врахували при прийнятті рішення». Таким чином ми можемо вважати, що оцінювальний компонент мов би пронизує все критичне

мислення, присутній практично на кожному його етапі. Але все ж таки критичність – лише компонент критичного мислення. Один з підрозділів «Психології критичного мислення» має таку назву: «Мислити як інтуїтивний учений». Там звертається увага на те, що повсякденне мислення має багато спільного з методами дослідження, що використовуються вченими, коли вони хочуть зрозуміти сутність подій, які вивчає їхня галузь науки [3].

Як висновок проведеного дослідження використання поняття «критичне мислення» у психолого-педагогічній літературі сформульованого різними фахівцями, які аналізували процеси та поняття мислення, критичне мислення – це мислення вищого рівня, націлене на розв’язання різноманітних задач, обдумування об’єктивних факторів та оцінювання своїх навичок, що відносяться до методів їх розв’язування, окреслювання гіпотез, аналіз їхньої достовірності, одержання найкращого результату та розуміння відповідальності за цей результат.

Аналізуючи фахову літературу, можна виокремити три підходи щодо розуміння критичного мислення: філософський, психологічний та дидактичний [16]. Дослідники, які працюють у парадигмі першого з них, концентрують свою увагу на гіпотетичній людині, так би мовити, ідеальному «критичному мислителі» і намагаються визначити характеристики мислення цієї людини. У наукових працях цього напрямку розглядаються питання щодо стандартів думки та застосування правил формальної логіки. Так, М. Ліпман розрізняє звичайне мислення і критичне мислення. Перше є спрощеним, оскільки не покладається на застосування стандартів або критеріїв. Критичне ж мислення М. Ліпман описує як комплексний процес, якому притаманна самокорекція та який спирається на стандарти об’єктивності, практичності, логічності [15].

У когнітивній психології склалася інша традиція – фокусувати увагу більше на тому, як насправді людина думає, ніж на тому, як вона може або має мислити за ідеальних обставин. Психологи схильні визначати критичне мислення описуючи типи діяльності, які може виконувати людина з

розвиненим критичним мисленням [15].

Науковці-методисти, визначаючи критичне мислення, у переважній більшості спираються на праці Блума та його послідовників: вважається, що три найвищі рівні у так званій таксономії Блума (аналіз, синтез та оцінювання) являють собою критичне мислення [15].

Підсумовуючи викладене можна пов'язати поширення терміну «критичне мислення» з усвідомленням науковцями того факту, що останнім часом вимоги до мислення людей якісно змінилися. Якщо раніше навіть розумову працю часто розподіляли між людьми (генератор ідей, критик, виконавець, контролер тощо), то зараз у так званому інформаційному суспільстві в багатьох випадках кожній окремій людині треба поєднувати в собі всі ці ролі, бо проблеми які перед нею встають, так швидко змінюються, і вони такі різні, що неможна з кожного приводу скликати нараду [3].

Огляд психолого-педагогічних джерел дає змогу дійти такого висновку, що критичне мислення було прерогативою поля діяльності фахівців-психологів. Наряду з цим, у педагогічній літературі замало наведено дидактичних засобів та прийомів, які б допомогли якісно розвивати критичне мислення та які можна було би застосовувати педагогам-практикам при проведенні їхньої освітньої діяльності.

Необхідність розроблення теорії розвитку критичного мислення обумовлюється сукупністю трьох основних чинників:

по-перше, відбувається інтелектуалізація праці, відповідно основна вимога ринку праці до людини – це вміння розв'язувати творчі задачі;

по-друге, навчально-виховний процес має відповідати потребам дитини й виходити з них;

по-третє, методика навчання має відповідати основним психолого-педагогічним закономірностям, а також закономірностям нейрофізіологічної діяльності мозку, що знаходяться в основі психічного розвитку [17].

1.2 Методи розвитку критичного мислення

Критичне мислення є складним процесом, який починається з ознайомлення з інформацією, а завершується прийняттям певного рішення та складається з кількох послідовних етапів: сприйняття інформації з різних джерел; аналіз різних точок зору, вибір власної точки зору; зіставлення з іншими точками зору; добір аргументів на підтримку обраної позиції; прийняття рішення на основі доказів [18].

Критичне мислення є важливою частиною багатьох процесів, які потрібні для результативної освіти. Праві ті вчителі, що намагаються вдосконалювати свою діяльність так, щоб учні не тільки вивчали, а й синхронно зростали як особистості, які мислять критично. Вони прагнуть, щоб школярі не тільки зубрили матеріал з підручників, а й знаходили для нього власні висновки, аналізували та мали прагнення цей матеріал обговорювати з вчителем чи іншими учнями. Цей підхід прийнято розглядати як самий результативний.

При використанні протягом років на заняттях класичної моделі навчання в школярів згодом формується трафаретне мислення. Для зміни цієї тенденції потрібно навчати школярів мислити критично. Це реалізовується за допомогою модернізації будови заняття, встановлення зрозумілих цілей, покращення прийомів і методів проведення уроку, щоб в учнів критичне мислення формувалось послідовно, а не хаотично. «Тільки борючись з конкретною проблемою, відшукується власний вихід зі складної ситуації, учень дійсно думає» (Джон Дьюї).

Аби учні мали змогу розвивати критичне мислення, у школі слід системно змінити всі компоненти освітнього процесу [19]:

1. Завдання уроку.

Формування мисленневих операцій високого рівня і відповідних ціннісних орієнтацій в учнів – довіри до результатів власних розумових зусиль, інтелектуальної мужності, відкритості до різноманіття думок тощо –

має стати частиною цілепокладання уроку незалежно від навчального предмета, який учні вивчають.

2. Організація навчання.

Аби формувати критичне мислення як соціальне, слід залучати учнів до обговорення і відстоювання своїх думок в інтерактивному спілкуванні з однокласниками. А отже, структура і методика уроку набувають специфічних технологічних характеристик. Змінюється «палітра» методів і засобів навчання – вчитель має віддавати перевагу тим, що дають змогу розвивати критичне мислення учнів.

3. Контроль і корегування результатів.

Способи й методи контролю мають виявляти не лише рівень навчальних досягнень з того чи іншого навчального предмету, а й опанування учнем умінь і навичок критичного мислення. Такий контроль потрібен для подальшого їх корегування.

Рисою педагогічної технології розвитку критичного мислення є особлива будова заняття (фази). У спеціальних джерелах встановлюється, що заняття, на якому застосовується технологія розвитку критичного мислення має особливу будову та формується з трьох окремих стадій.

У посібнику А. Кроуфорд «Технології розвитку критичного мислення учнів» ці три фази називаються актуалізацією (передбаченням), побудовою (конструюванням) знання і консолідацією (Anticipation, Building Knowledge, and Consolidation) (в англійській мові перші літери цих слів створюють скорочення “ABC”, тобто «алфавіт, основа основ»). У проекті «Читання і письмо для розвитку критичного мислення» застосовується модель навчання з трьох частин, фази якої називаються: виклик, реалізація смислу и рефлексія (Evocation, Realization of Meaning, and Reflection). Ці терміни було введено Джинні Стіл и Куртом Мередітом (Jeannie Steele and Kurt Meredith, 1997). Раніше ця трьохфазна модель називалась актуалізація (передбачення), пошук інформації і рефлексія (Anticipation, Information Search, and Reflection) у праці (Estes and Vaughn, 1986) [20].

Розглянемо їх:

Фаза актуалізації.

Насамперед зазначимо – кожний урок починається з фази актуалізації (передбачення), під час якої педагог спрямовує учнів на те, щоб вони думали над темою, яку починають вивчати і задавали питання. Фаза актуалізації має на меті:

- актуалізувати (оживити) у пам'яті учнів вже наявні знання;
- неформальним шляхом оцінити те, що вони вже знають (у тому числі їхні помилкові уявлення чи ідеї);
- встановити цілі навчання;
- зосередити увагу учнів на темі;
- представити контекст для того, щоб вони зрозуміли нові ідеї [20].

Методичні прийоми, які можна використовувати для стадії «актуалізації»: парна мозкова атака, групова мозкова атака, ключові терміни, переплутані логічні ланцюги, кластер, таблиця «Знаю – хочу дізнатися – дізнався» [21].

Фаза побудови знань. Після такого початку уроку вчитель підводить учнів до постановки питань, пошуку, осмислення матеріалу, відповідей на попередні питання, визначення нових питань і намагання відповісти на них. Ми називаємо цю другу або середню фазу уроку фазою побудови знань. Ця фаза відбувається в основній частині уроку й має на меті:

- порівняти очікування учнів з тим, що вивчається;
- переглянути очікування й висловити нові;
- виявити основні моменти;
- відстежити процеси мислення /перебіг думок учнів;
- зробити висновки і узагальнення щодо матеріалу;
- поєднати зміст уроку з особистим досвідом учнів;
- поставити запитання до вивченого на уроці матеріалу [20].

Методичні прийоми для стадії «осмислення»: система маркування тексту, взаємоопитування, взаємонавчання, самостійні висновки, спроба

сформулювати визначення, поняття (даний прийом дозволяє усвідомлено запам'ятати), виділення ключових слів і ознак, складання логічного ланцюжка, кластер, уривки з літературних творів (активний засіб для розвитку мислення учнів), знайомство з приладами, робота з графіками, таблицями [21].

Фаза консолідації. Коли учні зрозуміли ідеї уроку, до того, як урок буде закінчено, необхідно переходити до наступної фази. Вчителю треба, щоб учні відрефлексували те, про що дізналися і запитали себе, що це означає для них, як це змінює їхні попередні уявлення, зрештою як вони зможуть це використовувати. Ця третя фаза уроку називається фазою консолідації. Ця фаза має на меті:

- узагальнити основні ідеї;
- інтерпретувати визначені ідеї;
- обмінятися думками;
- виявити особисте ставлення;
- апробувати ці ідеї;
- оцінити, як йде процес навчання;
- задати додаткові запитання [20].

Методичні прийоми для стадії «рефлексія»: повернення до ключових кластерів, логічний ланцюжок (мета – визначення ступеня розуміння учнями логіки досліджуваних явищ через встановлення причинно-наслідкових зв'язків) [21].

Після уроку учні мають уявляти доцільність отриманих знань; як отриманні знання допоможуть їм у подальшому навчанні та житті; як отриманні навички допоможуть їм приймати необхідні рішення, вирішувати проблеми, які будуть виникати на їхньому життєвому шляху.

Якщо подивитися на описані вище фази з точки зору традиційного уроку, то очевидно, що вони не представляють виняткової новизни для учителя. Вони майже завжди присутні, тільки називаються по-іншому. Замість «виклику» звичніше для учителя звучить: вступ у проблему або актуалізація опорних знань і вмінь учнів, мотивація навчання. А «осмислення» є частиною

уроку, що присвячена вивченню нового матеріалу. Третя стадія на традиційному уроці – це закріплення матеріалу, перевірка його засвоєння учнями. Однак глибинна і сутність цих етапів є іншою. Також елементи новизни містяться в методах, прийомах і технологіях, які застосовуються на уроці розвитку критичного мислення [22].

Ці фази успішно трансформовані сучасними педагогами у п'ять основних етапів уроку критичного мислення [22]:

Перший етап уроку – розминка.

Найчастіше урок починається з розминки, яка заміняє так званий організаційний момент. Головна функція розминки – створення сприятливого психологічного клімату на уроці, ситуації успіху. Теплий психологічний клімат сприяє творчості на уроці, кращому засвоєнню учнями навчального матеріалу, психологічному розвантаженню учнів, підвищенню авторитету вчителя.

Розминка може бути використана:

для знайомства учасників навчання один з одним;

для об'єднання тих, хто навчається разом;

для активізації емоційної, розумової діяльності, зосередження на конкретному навчальному предметі на початку кожного заняття.

Під час розминки пропонується частіше використовувати такі методичні прийоми як:

1) радість класу – емоційний відгук на навколишній світ, на успіх учня;

2) лінія горизонту – успіх підхоплюється, пропонуються завдання вищого рівня, відсовуючи лінію успіху;

3) авансування – найменший успіх представляється як дуже важливий результат.

Другий етап уроку – обґрунтування навчання.

Етап передбачає постановку мети уроку, розвиток внутрішньої мотивації до вивчення конкретної теми та предмета в цілому.

Навчальний матеріал засвоюється краще та швидше, якщо учні

розуміють його конкретну практичну значущість для кожного з них, чітко знають, що вимагатиметься від них на уроці. Вчитель має створити умови для «відкриття», самостійного здобування знань, тоді за цих умов підвищується роль учня на уроці.

Третій етап уроку – актуалізація опорних знань і вмінь.

Кожен урок розпочинається з етапу актуалізації, під час якої вчитель пропонує учням завдання, що сприяють тому, щоб вони відтворили в пам'яті наявні у них уявлення, знання, вміння, провели їх інвентаризацію, роздумували і задавали запитання з теми, яку починають вивчати.

На цьому етапі відбувається кілька важливих моментів. По-перше, учні активно пригадують все те, що вони знають з теми. Це їх змушує перевіряти свої власні знання та продумувати до дрібниць тему, над якою вони починають працювати. Важливість такого первинного занурення в тему буде краще видно на двох наступних етапах. По-друге, навчання – це об'єднання невідомого з відомим. Актуалізація передбачає діагностику знань і вмінь з теми. Те, що людина знає, визначає те, що вона може дізнатися. Інформація, яку учні не пов'язують з уже відомою, втрачається дуже швидко. Тому завдання вчителя – пробудити, викликати інтерес, схвилювати, спровокувати учнів пригадати те, що вони знають із цієї теми, щось, що пов'язане з навчальним матеріалом, створює контекст для сприйняття нових ідей. Ефективними є методичні прийоми «Вірю – не вірю», «Закінчи фразу» тощо. На цьому етапі учні встановлюють рівень власних знань та вмінь, а учитель сприяє формуванню в учнів самоспрямованості на вивчення нової теми. Навчальний процес учитель має організувати так, аби учні вільно виявляли факти, розглядали варіанти розв'язання проблеми, а наприкінці дійшли до підкріпленого фактами осмислення власної позиції щодо поставлених запитань.

Четвертий етап уроку – осмислення нового матеріалу.

Цей етап найголовніший, оскільки учень сам отримує та аналізує нову інформацію. На цьому етапі учні виконують такі розумові дії:

сприймання нової інформації;

розуміння: здатність викласти інформації своїми словами;

застосування: вміння побачити можливість застосувати певну ідею;

аналіз: вміння знайти причини і наслідки, складові частини комплексної ідеї;

синтез: вміння поєднати кілька ідей в одну нову, створити нову версію ідеї;

оцінка: вміння робити висновки щодо адекватності певної інформації або джерела для пояснення якогось явища.

Учень знайомиться з новою інформацією, аналізує, визначає особисте її розуміння, а вчитель має найменший вплив на учня. Етап передбачає розвиток вміння працювати з інформацією, працювати самостійно, виділяти головне, суттєве, формування компетентностей учня з предмета. Під час дослідження навчального матеріалу вчитель має особливу увагу приділяти аналізу інформації з точки зору достовірності джерел, з яких вона надходить. Крім того, інформацію можна аналізувати з огляду на упередження, забобони – як самого учня, так і інших учнів. Усе це створює підґрунтя для вироблення в учнів власних суджень і, як результат – розвитку критичного мислення.

Засвоєння нових знань завжди передбачає наявність кількох «хвиль». Потрібно кілька «підходів» учнів до одного й того самого змісту, щоб дати їм можливість «розжувати» його. До того ж, такі підходи повинні бути різноманітними, такими, що не повторюють початковий етап сприйняття. Наприклад, засвоєння теорії, потім виконання вправ і прикладів, які поступово ускладнюються. Кожен спосіб опрацювання матеріалу учнями формує їхнє розуміння змісту. Іноді сам спосіб є більш важливим, ніж зміст інформації.

Тільки таким чином можна забезпечити критичне мислення учня. Коли навчання пасивне, учень «існує» у цьому процесі без питань, без інтересу, без зацікавленості в його результатах. Коли навчання активне, учень постійно знаходиться у стані пошуку, він хоче отримати відповідь на питання, має потребу в інформації, щоб вирішити проблему або міркує разом з іншими над способом виконання завдання. На цьому етапі учні за допомогою вчителя:

порівнюють свої очікування з тим, що їм реально пропонують вивчити; експериментують, пробувають зробити що-небудь з того, чому вчать, на практиці, виходячи з наявних уявлень, знань, умінь, незалежно від того, чи є вони достатніми;

аналізують отриманий досвід;

переглядають свої очікування і висловлюють нові;

виявляють головне, осмислюють теоретичні ідеї, концепції;

відстежують хід власних думок;

роблять умовиводи про матеріал;

пов'язують зміст уроку з особистим досвідом.

На етапі осмислення, коли учень вступає в контакт з новою інформацією або ідеями, він вчиться відслідковувати своє розуміння нового й не ігнорувати прогалини у ньому, а записувати у вигляді запитань те, що не зрозумів, для з'ясування в майбутньому. Учня варто час від часу пропонувати висловлюватися, як вони розуміють предметний матеріал, про те, що їм зрозуміло, а що – ні. Необхідно поступово навчити дітей такому самоаналізу.

Формування та закріплення учнями нових знань і способів діяльності на цьому етапі уроку має відбуватися за допомогою різноманітних методів і прийомів організацій активної самостійної роботи. Обов'язковими є два елементи – індивідуальний пошук учнів і обмін ідеями у групах чи загальному колі, причому особистий пошук мусить неодмінно передувати обміну думками.

П'ятий етап уроку – рефлексія. Під рефлексією психологи розуміють самоаналіз, роздуми про те, що людина знає, відчуває, про що думає. Рефлексія на уроці – це розмірковування про те, як здійснювався процес набуття нових знань, як нове приєднувалося до вже відомого, яку особисту цінність має набута інформація. Рефлексуючі, учень навчається аналізувати та оцінювати власну діяльність, діяльність однокласників, результати навчальної роботи, проектувати майбутню навчальну дію. В учня у комплексі розвиваються всі пізнавальні процеси, закладені природою: відчуття, уява,

сприймання, пам'ять. Учень стає власником ідей, інформації, знань, отримує можливість використання та обміну знаннями з іншими учнями, дає оцінку та самооцінку діяльності. Етап передбачає усвідомлення того, що було зроблено на уроці, демонстрацію знань та того, як можна застосувати знання, можливість замислитись над підвищенням якості роботи, визначення необхідності корекції. Обов'язковою рисою етапу рефлексії є постановка запитань. Учні ставлять запитання і відповідають на запитання, здійснюють контроль і самоконтроль, корекцію знань, отриманих на уроці. Той, хто вміє мислити, – вміє ставити запитання та відповідати на них! Рефлексія є одним із особливо значущих етапів уроку розвитку критичного мислення. Під час підбиття підсумків уроку рефлексія розглядається як процес, зворотній до початку уроку, що надає учням можливість озирнутися на події, що відбувалися, зіставити мету з досягнутими результатами, спланувати необхідну корекцію. Під час рефлексії прояснюється зміст зробленого і підбиваються підсумки знань, що повинні бути засвоєні, і встановлюється зв'язок між тим, що вже відомо, і тим, що знадобиться чи вивчатиметься в майбутньому.

Важливою складовою критичного мислення є мотивація учнів до навчання. Рефлексія після заняття призводить до виникнення у школярів мотивації вищого рівня – внутрішньої мотивації, на відміну від початку уроку, коли вона є зовнішньою, ініційованою вчителем. Адже ситуація, що виникає на занятті, допомагає школярам побачити власні успіхи і прорахунки. Внутрішня мотивація сильніша за мотивацію зовнішню. Це усвідомлене прагнення до успіху, бажання виправити помилки, пошук адекватних методів і прийомів. Рівень рефлексії завжди впливає на рівень мотивації.

Маючи справу з розвитком критичного мислення, необхідно розуміти, що сформувати критичне мислення у школярів відразу практично нереально. Навички критичного мислення з'являються еволюційно, вони є наслідком систематичної ретельної праці педагога й школяра, з заняття до заняття, з дня в день.

Перелік методів, які можна використовувати для розвитку критичного мислення, достатньо великий. Добирати їх учителю слід з огляду на мету, завдання, зміст уроку. Крім того, слід зважати на особливості цих методів, адже на певних етапах уроку вони є ефективнішими, а отже, доречнішими. Учитель має опонувати якомога більше методів розвитку критичного мислення і бути обізнаним з особливостями їх ефективного застосування. Найпоширеніші методи розвитку критичного мислення подано у схемі (рисунок 1.1) [19].



Рисунок 1.1 – Методи розвитку критичного мислення

Розглянемо деякі когнітивні технології розвитку критичного мислення:

1. Залучення учнів до діяльності з пошуку відповіді на різноманітні питання та складання різних типів питань. Використанням вчителем на уроці запитань різних типів є важливою психолого-педагогічною умовою розвитку критичного мислення [23].

Прості (буквальні) запитання – запитання, відповідаючи на які, потрібно назвати деякі факти, згадати і видати інформацію. Їх часто використовують при традиційних формах контролю. Вони, зазвичай, розраховані на механічне

пригадування, учневі достатньо мати знання обмеженого фрагменту певної сфери знань, щоб успішно відповісти.

Уточнюючі запитання, зазвичай, позбавлені «пізнавального ядра». Учні з першого разу приймають план дій, перепитують, уточнюють, не розуміють смислу діяльності тощо. (Чи так це? А так можна? Як потрібно?) Часто такі запитання починаються зі слів: «Отже, ти говориш, що..?», «Якщо я правильно зрозумів, то..?», «Я можу помилитися, але, здається...», що надають учням можливість зворотного зв'язку щодо сказаного. Іноді їх ставлять, щоб отримати інформацію, відсутню у повідомленні.

Інтерпретаційні (пояснювальні) запитання. Такі запитання починається зі слова «Чому?». Запитання на витлумачення розраховані на пошук зв'язків між ідеями, фактами, визначеннями та цінностями. Орієнтовні запитання на витлумачення: «Чому, на вашу думку..?» Або: «У чому, по-вашому, причина того, що..?».

Творчі запитання. Якщо в запитанні є частка «б», елемент умовності, прогнозу, то ми називаємо його творчим. «Що змінилося б у світі, якби.....?». Ці запитання заохочують до створення нових сценаріїв, наприклад: «Що могли б, на вашу думку, зробити ці двоє персонажів?» Або: «Яким міг би бути інший шлях долання труднощів, що нас спіткали?», «Як працює трактор?», «Звідки взялась електрика?».

Оцінювальні запитання. Запитання на оцінку – вимагають від учня вироблення суджень на зразок: добре чи погано, правильно чи неправильно, згідно з визначеними учнями стандартами. Подібні запитання пропонують інтегрувати нову інформацію до особистої системи переконань і виробити відповідні судження. Це передбачає складні процеси розуміння та інтеграції, що надають процесу навчання особистісного характеру, а учневі – можливість висловити власні думки та принципи. Також ці запитання передбачають винесення оцінки якості набутої інформації або в окремих випадках власної поведінки щодо нової інформації.

Практичні запитання. Якщо запитання спрямоване на встановлення

взаємозв'язку між теорією і практикою, ми називаємо його практичним. «А як би ви повелися на місці героя?» Запитання на застосування знань дають учням можливість розв'язувати або далі досліджувати проблемні ситуації, що містяться в текстах для читання або під час навчання [23].

Залучення учнів до такого виду діяльності вимагає від вчителя теж постановки і відповіді на питання, які допоможуть йому зрозуміти доцільність запланованих заходів [24]. Зокрема, він може себе запитати:

З якою метою я планую той чи інший вид роботи на уроці?

Що учні зрозуміють, коли прочитають підібраний мною текст?

Що я хотів би, щоб вони з'ясували в процесі читання тексту?

Чи готові учні до сприйняття цього тексту?

Яким досвідом вони збагатяться після прочитання тексту?

2. Підсилена лекція [24]

На початку лекції вчитель пропонує учням пригадати, що їм відомо з теми, яку сьогодні вони будуть розглядати на занятті. В процесі лекції список відомих фактів, ідей поповнюється; знання уточнюються розширюються, поглиблюються. Під час цієї роботи учні залучаються до порівняння того, що знали, і того, про що дізналися; ведуть активний пошук самостійних думок.

3. «Куточки» [24].

Вчитель пропонує учням зайняти певну позицію відносно того матеріалу, який вивчається. Обравши позицію, учень фіксує на папері докази на користь своєї позиції. Після закінчення цього етапу формуються групи прихильників обраної точки зору. Під час спільної роботи учні добирають переконливі аргументи на захист цієї точки зору. Від кожної групи виступає старший (спікер). Як підсумок кожен учень записує в зошит всі точки зору і основні аргументи та робить власний висновок щодо остаточного погляду на проблему.

4. Проведення дискусій, диспутів [24].

З метою створення сприятливих умов для дискусій, в процесі яких відбувається розвиток критичного мислення, на обговорення треба виносити

питання суперечливого характеру.

Питання для дискусій повинні відповідати наступним вимогам:

інформація, якої стосується диспут, повинна відповідати рівню знань, отриманих учнями на уроках фізики;

питання повинно носити практичний характер та вимагати продуктивного рівня мислення;

питання повинно містити проблемність, тобто не мати заздалегідь з'ясованих правил рішення.

5. Рецензування [24,].

Рецензування можна організувати у вигляді оцінки учнями усних реферативних відповідей своїх однокласників, ходу рішення задачі біля дошки, відповіді на питання з домашніх завдань, пояснення ходу експерименту чи демонстрації.

6. Таблиця «З – Х – Д» [25].

Цей прийом графічної організації матеріалу допоможе зібрати вже наявну по темі інформацію, розширити і систематизувати знання по досліджуваному питанню. Таблиця заповнюється вчителем на дошці, учні ведуть подібні записи в зошиті, заносючи в свої таблиці впершу чергу факти з власного досвіду. Доповнюють їх тими версіями і фактами, що прозвучали в класі, які, з їх точки зору, заслуговують на увагу.

7. Кластер [25].

Кластери «грона» – це виділення смислових одиниць тексту і графічне їх оформлення в певному порядку у вигляді «грона». Кластери можуть стати як провідним прийомом на стадії виклику, рефлексії, так і стратегією уроку в цілому.

«Грона» – графічний прийом систематизації матеріалу. Правила дуже прості. Малюємо модель Сонячної системи: зірку, планети і їх супутники. Зірка в центрі – це наша тема, навколо неї планети – великі смислові одиниці. З'єднуємо їх прямою лінією із зіркою. У кожній планеті – супутники, у них – свої супутники. Система кластерів охоплює більшу кількість інформації, ніж

ви отримуєте при звичайній письмовій роботі.

8. Технологія «Мозковий штурм» [22]

Відома інтерактивна технологія колективного обговорення, що широко використовується для вироблення кількох вирішень конкретної проблеми. Мозковий штурм спонукає учнів проявляти уяву та творчість, дає можливість їм вільно висловлювати свої думки. Мета «Мозкового штурму» чи «мозкової атаки» в тому, щоб зібрати якомога більше ідей щодо проблеми від усіх учнів протягом обмеженого періоду часу.

9. Технологія недостатньої інформації. [21]

Учням спеціально слід давати не всю інформацію, потрібну для вирішення поставленого навчального завдання. Інформацію, якої не вистачає, учні мають отримати в учителя або з підручника, інших джерел інформації.

10. Стратегія «Задача – проблема» або «Задача – помилка» [21]

Стратегія «Задача – проблема» або «Задача – помилка» провокує учнів на активну пізнавальну діяльність, критичне осмислення теоретичного і практичного матеріалу. Повідомлення учителя, що у запропонованих вирішених задачах допущені найтипівіші помилки, зацікавлює учнів. На вимогу вчителя перевірити всі перетворення, учні активно включаються в роботу. Критичне мислення формується завдяки вихованню у учнів самостійності до прийняття рішень.

Зафіксуємо декілька умов, виконання яких учителем дуже важливе на уроках з використанням технології розвитку критичного мислення [21]:

1. Знання, які повідомляються, не повинні подаватися як незаперечні. Для успішного освітнього процесу необхідно створювати ситуації відкритого зіткнення власних сумнівів і протиріч із сумнівами і суперечностями інших. Важливо, щоб ці протиріччя виникали в діалозі між вчителем та учнями, між самими учнями з урахуванням їх інтересів, думок, поглядів і позицій. Те, що педагоги традиційно вважали помилками в мисленні учнів, має сприйматися як етап процесу просування до знань, як проблема на даному етапі навчання, як привід для обмірковування і можливість для розвитку. Це сприяє появі у

дитини бажання вчитися і разом з учителем вирішувати проблеми, які виникли.

2. Виклад педагогом готової інформації практично виключається з освітнього процесу. Монолог вчителя зазвичай застосовується в дуже малих «дозах» і лише якщо: необхідно налаштувати учнів на вивчення нового матеріалу; учні не можуть самостійно вирішити проблему у зв'язку з недостатністю інформації. У такому разі вчитель викладає лише деякі основні положення, організовуючи їх активне обговорення.

3. Вчитель виступає як організатор процесу навчання, консультант, фасилітатор, який ніколи не «замикає» освітній процес на собі. Головними у процесі навчання стають зв'язки між учнями, їх взаємодія і співпраця. Результати навчання досягаються взаємними зусиллями учасників навчання, вчитель і учні беруть на себе взаємну відповідальність за досягнуті результати [21].

Ми розглянули не всі педагогічні технології, котрі можна використовувати на заняттях для розвитку критичного мислення школярів. Самі прийоми можна і потрібно використовувати в міру необхідності для досягнення конкретних цілей. А ось загальні ідеї: пріоритет думки кожного учня, важливість кожного судження, неавторитарність вчителя, опора нових знань на наявний досвід – не можуть існувати окремо і використовуватися час від часу [25].

Маючи справу з розвитком критичного мислення, необхідно розуміти, що сформувати критичне мислення у учнів відразу практично нереально. Навички критичного мислення з'являються еволюційно, вони є наслідком систематичної ретельної праці педагога й школяра, з заняття до заняття, з дня в день.

Практика засвоєння певного матеріалу може формуватися поступово. Одним з ключових кроків є включення упорядкованих правок в будову освіти.

Як один із шляхів системних змін занять застосовують впровадження на їх базі інтеграції навчального матеріалу з кількох дисциплін, що стосуються

спільної теми або створення інтегрованих курсів. Такий крок допоможе розвитку ясності погляду, мислення і емоційної зацікавленості школярів за допомогою використання оригінального матеріалу, що сприятиме з різних точок зору дослідити факт, поняття, сформувані цілісне уявлення, досягнути навичок критичного мислення.

2 МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕС

2.1 Проблема інтеграції навчання

В теперішній час питання інтеграції відіграє одну з основних ролей у зв'язку з актуальністю здобуття профільної освіти, тому часто підіймається тема про необхідність впровадження в закладах освіти інтегрованих курсів.

Сьогодні наука потребує використання сукупних знань в різних її галузях. Всі області теперішньої науки щільно переплетені одна з одною, це вказує на те, що різні дисципліни у школах не можуть викладатися відокремлено. Тому набуває великого значення міжпредметна інтеграція, як інструмент вдосконалення розумових особистісних навичок школярів. Внаслідок цього стає важливим інтегративне ставлення до змісту окремих дисциплін у навчальних закладах, яке допоможе створенню упорядкованих знань, ясному розумінню учнями загальних для окремих дисциплін уявлень і створення актуального, критичного, інтегративного погляду, який повинна мати кожна особистість для належного функціонування в сучасній повсякденності.

Впровадження інтегрованого навчання в наш час є дуже важливим, тому що це дає змогу вдало здійснити сучасні освітні плани: допомагає викладачу разом зі школярами легше освоїти великий за об'ємом учбовий матеріал, здобути закріплення точних, зрозумілих міжпредметних понять, обійти повторення у вивченні ряду визначень.

Крім того, для успішної інтеграції в соціум і адаптації в ньому випускнику сучасної школи необхідні практико-орієнтовані знання. Після завершення базової середньої освіти учень повинен усвідомлювати, які ціннісні орієнтири лежать в основі його вчинків, спиратися на сильні риси свого характеру, відчувати відповідальність за результати своєї діяльності. Тому тут особливої актуальності набуває використання у педагогічному

процесі методів і методичних прийомів, що дозволяють сформувати в учнів навички самостійного активного пошуку, збору та аналізу необхідної інформації, вміння висувати гіпотези, робити висновки [26].

Введення сучасних освітніх технологій, а саме інтеграції знань на заняттях – це фундамент покращення критичного мислення школярів: приваблива, не однотипна, особистісна діяльність, що спонукає учнів до зацікавленості освітою і підштовхує їх до чуттєвого, пристрасного розумового вдосконалення. Це сприяє не лише вивченню окремого об'єму інформації, а також допомагає вдосконалити індивідуальні навички.

Інтеграція – це створення цілісної єдності, утвореної із безліч елементів з новою якістю.

Інтеграція означає стан пов'язаних окремих диференційованих частин і функцій системи, організму в цілому, а також процес, що веде до такого стана [27].

Відомі педагоги Я. А. Каменський, К. Д. Ушинський та інші виділяли особливу важливість міжпредметних взаємозв'язків для відображення цілісної картини світу в уявленнях школярів, для створення структурованої системи знань і правильного світорозуміння, наголошували на необхідності узагальненого системного пізнання та повноти пізнавального процесу [26].

В Енциклопедії освітніх технологій в розділі «Педагогічні технології на основі дидактичного удосконалення» Г. К. Селевко пише, що традиційний зміст шкільної освіти (особливо природничо-наукової) роздроблений і далекий від реалізації ідей сінергетики, яка «дозволяла б найбільш повно проілюструвати єдність всього суцього, побудувати єдину процесуальну модель світу ... в якій все – нежива і жива природа, життя і творчість людини, суспільство і культура – взаємопов'язано і підпорядковане єдиному вселенському закону» [26].

Існують різні підходи до організації інтегрованого навчання [28]:

мультидисциплінарний: учитель орієнтується на певні навчальні предмети. Він інтегрує навчальний зміст з кількох предметів і при цьому не

порушує цілісність самих навчальних дисциплін; інтеграція навчального матеріалу відбувається навколо певної теми;

міждисциплінарний: взаємопроникнення навчального матеріалу з різних навчальних предметів є глибшим (наприклад, вивчення навчального матеріалу кількох освітніх галузей може відбуватися в межах одного інтегрованого курсу), освітні галузі ідентифікуються, але їх обриси не є такими чіткими як при мультидисциплінарному підході;

трансдисциплінарний: вчителі розробляють навчальну програму на основі запитів учнів або сплановують навчання на основі проєктів; при такому підході вчителі формують наскрізні навички в реальному контексті, адже учні вирішують реальну проблему.

Незважаючи на деякі відмінності, три підходи мають на меті формування цілісної картини світу дитини. На основі цих підходів, Державного стандарту [3] й освітніх програм, учитель може розробити інтегровану навчальну програму або використати подані ідеї для організації інтегрованого навчання у своєму класі [28].

Математичні та природничо-наукові предмети більш за все потребують впровадження інтеграції в хід заняття, бо конкретно ці дисципліни направлені на створення монолітних розумінь про оточуючу реальність, про взаємодію між явищами на базі передових уявлень і принципів.

Якщо звернутися до висловлення Альберта Ейнштейна «Освіта – це те, що залишається, якщо забути все, чого вчили в школі», то можна зробити висновок, що природні науки дійсно дають освіту, оскільки ці науки стали дисциплінами, що формують світогляд, гармонійно вписують людину в навколишнє середовище, прищеплюють екологічне мислення та сприяють підвищенню морального рівня. Фізика, географія, хімія, біологія зараз мають не тільки природно-науковий характер, вони не просто дають природних наукових знань, а сприяють вихованню освіченої людини [27].

Впровадження інтеграції в школі зумовлена наступними станом навчання:

школярі опановують уривчастими відомостями. В учнів виникає клочкообразное уявлення про світ і його закони, в яких не все пов'язано і залежно та багато існує саме по собі. Таке позасистемне знання псує мислення і спотворює ставлення до світу і самому собі;

школярі не вміють пов'язувати тільки що вивчене, з пройденим раніше, використовувати на уроках знання з інших предметів;

вузька спеціалізація і внутрішньошкільна диференціація призводить до розірваного знання, відчуженого від людини. Разом із засвоєнням готового диференційованого знання учні засвоюють і репродуктивний характер мислення;

в свою чергу, вчителі також не можуть правильно, грамотно застосувати знання з інших предметів по ряду причин: знання із суміжних дисциплін забуті або невідомі в силу своєї новизни; немає нової інформації про досягнення в інших науках; немає методичних навичок, досвіду в реалізації зв'язків між предметами [27].

При знайомстві з дослідженнями з проблеми інтеграції можна виділити кілька можливих моделей інтеграції:

1. Створення курсу, що об'єднує кілька предметів з однієї освітньої галузі. При цьому питома вага змісту різних предметів однакова, а їх взаємопроникнення виводить зміст на якісно новий рівень.

2. Об'єднання навчальних предметів з однієї освітньої галузі або блоку на базі переважно однієї дисципліни.

3. Поєднання різних, але близьких освітніх областей, які виступають на рівних, а також предметів близьких освітніх областей, де один з них зберігає специфіку, а інші виступають в якості допоміжної основи.

4. Вариативна частина навчального процесу передбачає створення інтегрованих курсів, в яких об'єднуються предмети з віддалених освітніх областей.

5. Можлива інтеграція, при якій подальша тема впливає з попередньої [27].

Реалізація інтеграції дає:

1. Системність знань.
2. Знання стають узагальненими, вміння і знання сприяють комплексному застосуванню, синтезу, переносу ідей і методів з однієї науки в іншу, що лежить в основі творчого переходу до наукової діяльності людини в сучасних умовах.
3. Посилюється світоглядна спрямованість.
4. Більш ефективно формуються переконання і формується всебічний розвиток особистості в галузі природничих наук.
5. Сприяє оптимізації та інтенсифікації навчальної та педагогічної діяльності [27].

Функції педагогічної інтеграції:

1. Методологічна функція. Можна виділити три аспекти методологічної функції педагогічної інтеграції: евристичний, світоглядно-аксіологічний, інструментальний:

евристичний аспект пов'язаний зі здатністю педагогічної інтеграції, служить вихідною базою для розробки нових педагогічних концепцій;

світоглядно-аксіологічний аспект проявляється, перш за все, в тому, що педагогічна інтеграція служить засобом інтелектуально-духовного збагачення учасників педагогічного процесу;

інструментальний аспект методологічної функції педагогічної інтеграції висловлює її здатність виступати в ролі інструменту:

а) пізнання і перетворення педагогічної науки: сьогодні внаслідок бурхливого розвитку інтеграційних процесів вона перетворюється в одну з провідних наукових констеляцій, що визначає подальший рух науки в цілому, що обумовлюється заняттям педагогікою центральних позицій у структурі сучасного людинознавства;

б) пізнання і перетворення освітньої практики, що знаходить підтвердження в інтенсифікації процесів розробки і актуалізації інтеграційних технологій;

в) забезпечення спадкоємності нового і старого, теоретичного знання і практичного досвіду.

2. Розвиваюча функція.

Розвиток відбувається шляхом диференціації цілого, виділення в ньому функцій, актів поведінки і їх нової інтеграції, об'єднання в нове ціле. Диференціація призводить до виникнення нових дій – перцептивних, мнемічних, розумових та ін., до множення, збагачення і вдосконалення психічної діяльності; інтеграція – до впорядкування, субординації і ієрархізації їх результатів. Інтеграція служить засобом формування нових психічних утворень, нової структури діяльності.

Проблемне навчання з метою розвитку критичного мислення, яке в силу своєї гетерогенності, альтернативності, стохастичності, інсайтності і непередбачуваності, основою має пошукову навчально-пізнавальну діяльність. У ньому мають місце такі показники, як формування нових знань: висунення гіпотез, постановка нових питань та ін. Використовуючи інтегративно-педагогічну термінологію, можна сказати: у ході проблемного навчання з метою розвитку критичного мислення здійснюється справжня інтеграція, бо тут ми маємо справу не з накладанням знань одне на одне, не з їх простим нарощуванням, а з їх трансформацією і появою на цій основі психологічних новоутворень у людини. При вирішенні найпростішої проблемної ситуації, учень змушений залучати знання самого різного походження, виконати різноманітні види розумової діяльності. У проблемному навчанні з метою розвитку критичного мислення учень має справу не з готовим набором однотипних показників, а з пошуковою моделлю, що містить безліч різноякісних даних, право відбору та синтезу яких надається самим учням.

3. Технологічна функція.

Її зміст включає: стиснення, ущільнення інформації та часу; усунення дублювання та встановлення наступності в розвитку знань і умінь; розчинення і взаємопроникнення знань і умінь одних дисциплін в інші; систематизація понять, фактів, умінь і навичок, заперечення

деякої частини засвоєваних знань, умінь у становленні узагальнених інтеграційних властивостей, встановлення субординації та координації.

Таким чином, на основі сказаного можна зробити висновок, що з виділених і описаних інваріантних функцій педагогічної інтеграції – методологічної, розвиваючої та технологічної – центральне місце займає розвиваюча функція, що має поширення на всі сфери освітньої теорії і практики, включаючи сам предмет виховання людини.

У той же час це не скасовує негативні можливості інтеграції. Наприклад, її здатності до руйнування в процесі створення інтеграційних курсів усталених традиційних систем навчання [27].

Варто врахувати застереження С. Гончаренка та І. Козловської, що «найболючішою є проблема ізольованості вивчення окремих дисциплін та протилежна їй тенденція інтегрувати все підряд, що призводить до повної відміни предметного навчання». В інтегрованих курсах є небезпека, коли їх перетворюють у мозаїку формально об'єднаних за зовнішніми ознаками різнорідних знань [29].

Звідси виникає потреба в розробці умов, що забезпечують позитивний вплив інтеграції на всі складові педагогічного (науково-педагогічного) процесу і, перш за все на саму людину – предмета і мети педагогіки в цілому і педагогічної інтеграції зокрема. Найважливішим серед такого роду умов може стати відмова від використання в ході проведення педагогічної інтеграції критеріїв, менш значущих в порівнянні з критеріями, що лежать в основі цілісного розвитку людської особистості [27].

2.2 Інтеграція фізико-математичних знань як чинник розвитку критичного мислення

В сучасності є безперечною потреба не лише організації в процесі навчання взаємодій між математикою та фізикою, а й допомога у

вдосконаленні умінь критичного мислення. Значна частина прийомів критичного мислення, які використовуються під час вивчення і застосування фізики, базується на математичних знаннях. Усвідомлення цього факту приводить до думки про необхідність налагодження дієвої міжпредметної основи для розвитку критичного мислення вже на рівні середньої школи.

Інтеграція фізико-математичних знань – один з дієвих способів викладання, тому що знання, які стосуються дисципліни «математика» необхідні у засвоєнні матеріалу у фізиці. Математика забезпечує фізику необхідними прийомами загального і конкретного формулювання та відображення взаємодій між явищами. Засвоєння тем однієї дисципліни допомагає засвоїти зміст процесу, явищ під час засвоєнні другої дисципліни.

Для кращого розуміння фізичного матеріалу в ході навчання потрібно координувати набуття у учнів математичних навичок і викладати цей матеріал своєчасно, застосовуючи об'єднані задачі на заняттях математики і фізики.

Класичні системи навчання на цих заняттях у сьогоdnішній час необхідно змінювати та модернізувати шляхом інтеграції математики та фізики. Очевидно, для цього треба навчити дітей спостерігати і описувати предмети і явища реального світу, відзначаючи при цьому і фізичні властивості цих предметів, з огляду на просторові і тимчасові характеристики.

Зазвичай у школі викладання природничо-наукових дисциплін ведеться таким чином, що вивчаються курси не узгоджені між собою, часом по-різному трактують одні й ті ж явища природи, не формують єдиного підходу до вивчення природничих наук. Однак ці науки нерозривні, так як вивчають (кожна своїм шляхом) практично одні і ті ж явища природи, а педагогам належить сформулювати у дітей цілісне уявлення про навколишній світ, про взаємний зв'язок природних процесів і явищ [27].

Розглянемо ретельніше інтеграцію математики і фізики. Математика в наш час являє собою невід'ємний інструмент вивчення фізики. Там де використовувалося виключно емпіричне дослідження, зараз додаються точні числові закони та формуються математичні стандарти фізичних процесів.

В сучасній фізиці цінність математичного підходу як інструмента є головною. Математика вже довгий час відіграє роль мови спілкування для фізики. Математика у сучасній фізиці не є просто знаряддям для розрахунків; без математики неможливе достатньо повне розуміння властивостей мікросвіту. На сучасному етапі математика дозволила залучити нові можливості пізнання, зокрема математичне моделювання різноманітних процесів. Фізика також забезпечує математику практично необмеженим навчальним матеріалом, аналіз якого вимагає різнобічного застосування математичних методів. Тому змістовні зв'язки фізики і математики доцільно трансформувати в міжпредметні зв'язки, що реалізуються на уроках в методах навчання.

Математичні прийоми у фізиці вчитель використовує вельми часто [30]:
для вираження законів в загальній і точній формі;
для виведення тих чи інших закономірностей з деяких теоретичних передумов;
для перетворень виведених формул в інші;
при різноманітних розрахунках і вирішенні завдань.

Математична мова при вивченні фізики неминуча як засіб вираження законів, найкоротшого вираження законів, для теоретичного обґрунтування ряду основних положень. Математикою вчителю широко доводиться користуватися при вирішенні фізичних завдань. З самого початку вивчення курсу фізики учні привчаються до користування математичними символами і до літерних формул. Після вивчення певного курсу математики учні без труднощів сприймають, що математична формула служить для більш короткої, стислій записи співвідношення між фізичними величинами, а потім і для більш зручного проведення обчислень. Звичайно, вчителю доводиться привчати учнів вкладати в математичні позначення реальний зміст фізичного сенсу. Багато складних завдань з фізики можна вирішити не одним способом. І учні повинні самі вибрати спосіб вирішення завдання. Математика дає інструмент для вибору цього способу вирішення, а розвиток критичного

мислення – навички прийняття правильних рішень [30].

Якщо в ході освіти синхронізувати викладання фізичних знань з відповідним математичним матеріалом і проходити цей матеріал використовуючи модель загальних задач на заняттях математики і фізики, такий підхід сприятиме до здобуття більш добротних знань. Проходження математичного матеріалу має бути впершу чергу націлено на необхідності в фізиці. Школярі мають проходити математичний матеріал так і тоді, коли він буде актуальний на заняттях з фізики.

Серед всього об'єму матеріалу, що надається для вивчення школярам, важливе значення має математика, що дає змогу більш якісно і зрозуміло засвоювати багато інших наук. Але в наш час все ще недостатньо загальних програм навіть в таких близьких за суттю навчальних дисциплінах як математика і фізика.

Спеціальні дослідження доводять, що несвоєчасне засвоєння математичних понять, потрібних для нормального вивчення шкільного курсу фізики, призводить до того, що учні, які успішно виконують математичні вправи, виявляються нездатними до виконання аналогічних за своєю математичною суттю вправ з фізичним змістом. Усвідомлення необхідності математичної підтримки курсу фізики спонукає до створення відповідних посібників [31].

Проблема математичної складової навчального матеріалу з фізики складається не тільки у несвоєчасному засвоєнні школярами потрібних для знайомства фізикою знань, багато серйозних тем або зовсім не проходяться, або їм відводиться недостатньо часу.

Існуючі програми з фізики і математики недосконалі в плані послідовності викладання. Не враховується те, що деякі питання потрібно вивчити на уроках математики, а потім застосовувати на уроках фізики. Ще гірше, коли вивчаючи ту чи іншу тему на уроках математики, учитель не говорить про застосування її в фізиці. Учні самі не можуть знайти застосування отриманих знань на уроках математики до уроків фізики,

особливо при вирішенні завдань [32].

На уроках математики вирішується цілий ряд питань, які тісно переплітаються з законами, що описують фізичні явища. Самостійно зіставити, зв'язати окремі теми двох таких важких предметів, як математика і фізика, навіть для сильних учнів дуже складно. Завдання вчителя допомогти їм в цьому [27].

Існуючий розрив в послідовності викладання фізики та математики можна ліквідувати, якщо здійснювати навчання учнів цих двох дисциплін, починаючи з 7 класу за інтегрованою програмою (хоча б в обсязі основної школи) [32].

Заняття, що проводяться на базі інтеграції, вдосконалюють можливості школярів, спонукають до вивчення всесвіту, вдосконалюють розсудливе мислення, навички спілкування. Такий підхід, що об'єднує застосування прийомів розвитку критичного мислення та міжпредметних зв'язків, виховує спеціаліста здатного до конкуренції в інтегрованому інформаційному довір'язі сьогоденної спільноти.

Вчителям, які аналізують послідовність викладання споріднених тем фізики та математики, доводиться використовувати елементи інтеграції, а точніше ліквідації недоліків програм [27].

На уроках математики, починаючи з 5 класу розповідати учням про фізику, яку вони почнуть вивчати тільки через 2 роки; вирішувати фізичні завдання; а на уроках фізики звертати увагу на основні теми математики, необхідні для вивчення і розуміння фізичних тем.

Так в 5 класі особливу увагу приділяти таким темам: «Буквені вирази», «Формули», «Одиниці довжини, площі та об'єму», «Десяткові дроби» і відпрацьовувати навички в перекладі одиниць довжини, площі та об'єму.

У 6 класі при вивченні найважливіших тем «Пропорція. Пряма і зворотна пропорційні залежності» розбирати ряд фізичних формул, тому що всі формули фізики пов'язані саме цими залежностями.

У темах «Координатна площина», «Графіки», використовувати систему

координат з різними позначеннями осей.

У 7 класі з перших уроків фізики учні стикаються з векторною величиною (вектора в математиці вивчаються в кінці 8кл), тому доводиться давати інтегрований урок про поняття вектора і вводити поняття сили.

При виконанні лабораторних робіт для подолання труднощів по знаходженню абсолютної і відносної похибок, згадувати і використовувати «метод середнього арифметичного».

У 8 класі інтегрувати «Співвідношення між сторонами і кутами в прямокутному трикутнику» в геометрії і «Проекції вектора на координатні осі» в фізиці.

9 клас «Квадратична функція і прямолінійний нерівномірний рух» може розглядатися як єдина тема в математиці і фізиці.

«Площі простих фігур в математиці», «Визначення роботи у фізиці» та ін., цей взаємозв'язок можна продовжувати далі [27].

Цілеспрямовані та змістовні інтегровані заняття встановлюють міцні зв'язки між навчальними дисциплінами, вносять новизну в традиційну систему навчання, допомагають учням зрозуміти важливість вивчення основ наук як єдиної системи консолідованих знань [29].

Встановлення наочного взаємозв'язку двох предметів в одному класі сприяє розвитку інтересу до предметів, розширення кругозору дітей, розвитку узагальнених знань і цілісного уявлення про навколишній світ, що має привести до підвищення якості навчання [27].

Для інтеграції знань можна використовувати такі засоби і форми навчання:

- інтегрований курс,
- інтегрований урок,
- інтегративне завдання,
- міжпредметна проблемна ситуація,
- міжпредметні зв'язки,
- міжпредметні проекти.

Інтегрований курс (елективний, курси за вибором) передпрофільного навчання в 9 класі, розробивши курс «Фізика і екологія» і «Фізика і медицина» – автономні наукові дисципліни зі своїм специфічним предметом вивчення, які включають в себе елементи різних дисциплін, але в комплексі, і на якісно іншому рівні [27].

Інтегрований урок. Інтегровані уроки з фізики та математики – особливий тип уроку, що об'єднує в собі навчання одночасно з двох дисциплін при вивченні одного поняття, теми або явища. До використання інтегрованого уроку намагаюся вдаватися частіше і головним чином в наступних випадках:

при виявленні дублювання одного і того ж матеріалу в навчальних програмах і підручниках;

при ліміті часу на вивчення теми і бажання скористатися готовим змістом з паралельної дисципліни;

при вивченні міжнаукових і узагальнених категорій (рух, час, розвиток, величина і ін.), законів, принципів, що охоплюють різні аспекти людського життя і діяльності;

при виявленні протиріч в описі і трактуванні одних і тих же явищ, подій, фактів у різних науках;

при демонстрації більш широкого поля прояву досліджуваного явища, що виходить за рамки досліджуваного предмета;

при створенні проблемної, розвиваючої методики навчання предмету [27].

Переваги багатопредметного інтегрованого уроку перед традиційним монопредметним очевидні:

на такому уроці можна створити більш сприятливі умови для розвитку самих різних інтелектуальних вмінь учнів;

через нього можна вийти на формування більш широкого синергетичного мислення, навчити застосування теоретичних знань в практичному житті, в конкретних життєвих, професійних і наукових ситуаціях;

інтегративні уроки наближають процес навчання до життя, натуралізують його, оживляють духом часу, наповнюють смислами;

інтегровані уроки допомагають учням знайти і осмислити єдині закономірності різних наук [27].

Інтегровані заняття не мають загрузати учнів емоційно, вони не мають бути сукупністю не зв'язаних понять, а мають спрямовуватися до зрозумілої цілі. Через це потрібно заздалегідь відпрацювати план навчання і відокремити такі задачі, що будуть пов'язані за суттю або значенням використання. Тому перед тим як провести інтегроване заняття необхідно готуватися не тільки викладачу, а й школярам.

Розробивши план навчання на рік та матеріал навчальних програм, викладач аналізує доступні спроможності для впровадження інтегрованих занять. Далі необхідно встановити час засвоєння необхідних понять, бо інтегровані теми в усіх задіяних дисциплінах мають бути у річному плані навчання розставлені поряд за часом. Це необхідність для впровадження якісних інтегрованих уроків. Взявши це до уваги, розробляється список інтегрованих занять та необхідних тем до предметів, що поєднуються.

Інтегроване заняття не націлено на вирішення якомога більшої кількості задач, а має розв'язувати їх комплексно. Через це самою важливою фазою підготовки до заняття є встановлення його задач. Виходячи з цього, важливим є передбачення розвитку критичного мислення, як навчальної, розвивальної та виховної цілі індивідуально для всіх залучених дисциплін.

Важливо ще підкреслити, що спроможності до інтеграції в освіті тісно пов'язані з прагненням та навичками викладача поєднувати матеріали з окремих дисциплін так, щоб вони гармонічно та якісно взаємодіяли.

Окрім інтегрованих уроків цілком реально у роботі будь-якого вчителя застосовувати такі види інтеграції як:

Інтегративне завдання – різновид навчального завдання. Його особливість полягає в синтезі знань і умінь з різних наук, різних навчальних дисциплін, тем, проблем, в об'єднанні їх навколо і заради вирішення одного

питання, однієї проблеми, заради пізнання одного об'єкта або предмета. Як правило, інтегративні завдання розробляються як міжпредметні, або зв'язують теорію і особистий досвід учнів.

Міжпредметна проблемна ситуація – спровокований (створений) учителем стан інтелектуального утруднення учня, коли він виявляє, що для вирішення поставленого перед ним завдання йому недостатньо наявних предметних знань і умінь, і усвідомлює необхідність їх і міжпредметної інтеграції.

Виділяють кілька видів і способів створення на уроці міжпредметних проблемних ситуацій:

1. Ситуації несподіванки створюються при ознайомленні учнів з матеріалом, що викликає подив, що вражає своєю незвичайністю.

2. Ситуації конфлікту, що виникають при наявності протиріччя між:

а) теоретично можливим способом вирішення завдання, знайденим учнями на основі своїх знань міжпредметного характеру, і неможливістю його практичного здійснення;

б) практично досягнутим результатом (відомим фактом) і недостатністю тільки предметних знань для його теоретичного обґрунтування;

в) життєвим досвідом учнів, їх побутовими поняттями і уявленнями і науковими знаннями.

3. Ситуації спростування, які створюються, коли учням на основі всебічного (внутрішнього і між предметного) аналізу пропонують довести неспроможність будь-якого припущення, ідеї, виведення, проекту та ін.

4. Ситуації припущення, що створюються, коли передбачення існування якогось явища або закону, теорії, розходиться з отриманими раніше знаннями (внутрішньо предметного і міжпредметного характеру), або ж потрібно довести справедливність будь-якого припущення.

5. Ситуації невизначеності, що виникають, коли учням пред'являють завдання з недостатніми або надлишковими даними для отримання однозначної відповіді.

Міжпредметні зв'язки – пов'язані поля різних навчальних предметів. Вони взаємно враховують загальне між предметами, як в змісті, так і в організації освітнього процесу.

Міжпредметні зв'язки передбачають взаємну узгодженість змісту освіти з різних навчальних предметів, побудову і відбір матеріалу, які визначаються як загальними цілями освіти, так і оптимальним урахуванням навчально-виховних завдань, зумовлених специфікою кожного навчального предмета.

Міжпредметні проекти можуть виступати в ролі інтегруючих чинників освіти, допомагаючи долати традиційну дрібність і уривчастість нашої освіти [27].

Інтеграція сприяє розвитку критичного мислення, оскільки створюють необхідність аналізувати, порівнювати, робити висновки. Педагог не навчає, виховує та розвиває, а співпрацює з учнями, навчаючись і самовдосконалюючись разом з ними. Тільки таким чином можливо досягти мети – розвинути критичне мислення в особистості школяра, готової до життя у світі, що постійно змінюється, здатної до навчання та самовдосконалення, до прийняття ефективних рішень.

Використання під час інтегрованих уроків методів і прийомів розвитку критичного мислення один із шляхів модернізації і вдосконалення освітнього процесу. Вони спрямовані на те, щоб учні не боялися висловлювати власну думку, аргументували її, що в свою чергу сприяє розвитку критичного мислення [33].

3 ДОСЛІДЖЕННЯ НЕОБХІДНОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАНЬ

3.1 Аналіз відповідності та узгодженості шкільних програм базової школи з фізики і математики

Головним при вивченні фізики є створення єдиного уявлення про фізику як науку, яка вивчає навколишній світ. Фізика без математики не була б наукою.

Математика є тим інструментом критичного мислення, який у фізиці особливо використовується. Для того, щоб при вивченні предмету учнями застосовувалося критичне мислення дуже велике значення має математика.

Критичне мислення важливе при вивченні будь яких предметів, наприклад, історії, літератури тощо. Але якщо ми починаємо брати конкретну галузь, а саме фізику, то тут головним інструментом критичного мислення стає математика. Володіння математичними прийомами нам дає можливість краще розібратися з фізикою і критично мислити в галузі фізики.

Учням треба дати зрозуміти, що будь-яка фізична закономірність стає законом тільки в тому випадку, якщо вона втілена в математичну формулу.

З метою розібратися, які математичні знання необхідні для розв'язання фізичних задач були розглянуті підручники з фізики базової середньої школи:

- Фізика для 7 класу за редакцією В. Г. Бар'яхтара, 2015 року [34];
- Фізика для 8 класу за редакцією В. Г. Бар'яхтара, 2016 року [35];
- Фізика для 9 класу за редакцією В. Г. Бар'яхтара, 2017 року [36].

Таблиця 3.1 – Необхідна математика для вивчення курсу фізики базової школи

7 клас	8 клас	9 клас
- пропорції;	- графічний спосіб	- перетворення

Продовження таблиці 3.1

7 клас	8 клас	9 клас
<ul style="list-style-type: none"> - пряма та обернена пропорційність; - координати на прямій; - модуль числа; - лінійні функції та їх графіки; - вектори, додавання векторів; - стандартний вид числа; - циліндр, коло, куля; - перетворення одиниць вимірювання величин; - десяткові дроби; - відсотки, знаходження відсотків від числа; - похибки, округлення чисел; - лінійні рівняння з однією змінною; - дія з кутами; - розкладання многочлена на множники; - винесення спільного множника за дужки 	<ul style="list-style-type: none"> рішення рівнянь; - числові нерівності; - модуль векторів; напрямлення векторів; - дії з одночленами та многочленами; - перетворення одиниць вимірювання величин; - лінійні рівняння з однією змінною; - лінійні функції та їх графіки; - відсотки, знаходження відсотків від числа; - стандартний вид числа; - модуль числа; - система рівнянь; - властивості степеня, степінь із цілим від'ємним показником; - дія з кутами; - дроби. 	<ul style="list-style-type: none"> подібності; - паралельне перенесення; - осьова симетрія; - тригонометричні функції; - властивості трикутників; - перетворення одиниць вимірювання величин; - лінійні рівняння з однією змінною; - стандартний вид числа; - пропорції; - дія з кутами; - дроби; - властивості степеня, степінь із цілим від'ємним показником; - квадратні рівняння; - квадратична функція, її графік і властивості; - квадратні корені; - система рівнянь; - вектори.

Одночасно проводився аналіз відповідності програми з математики потребам фізики (Додаток А).

Як ми бачимо, з одного боку є математика яку вже пройшли до того моменту, коли вона потрібна в курсі фізики, але також ми бачимо моменти, коли необхідні математичні знання ще не викладаються.

Міжпредметні зв'язки розвивають логічне і критичне мислення, допомагають розвитку творчих здібностей. Математика дає фізиці прийоми і засоби загального і точного вираження фізичних залежностей між величинами. Дуже багато елементів математичних знань можуть удосконалювати викладання фізики на всіх рівнях знайомства з нею, роблячи її виклад більш ясным і доступним для учнів.

Програми вивчення фізики повинні складатися так, щоб вони враховували знання учнів і з математики. Вірно і зворотне твердження. На сьогоднішній день явно виражена часова неузгодженість проходження навчального матеріалу з фізики та математики. Наприклад, візьмемо тему «Вектори» в геометрії і тему «Кінематика», досліджувану в фізиці дев'ятого класу, а також тему «Швидкість» та тему «Сила» в курсі фізики сьомого класу. Відразу відзначимо, що при вивченні понять сили і швидкості учні сьомого класу отримують інформацію про векторні величини. Тільки практично більш ніж через рік навчання, на початку дев'ятого класу, в темі «Кінематика» учень знайомиться з основами векторної алгебри, йому доводиться вчитися складати і віднімати вектори значно раніше, ніж на уроках геометрії.

Крім розглянутої вище тимчасової невідповідності, присутня і понятійна неузгодженість шкільних програм з фізики і математики. В цих дисциплінах різняться понятійні трактування в підручниках, а також по-різному трактуються і позначаються окремі терміни.

Знову порівняємо тему «Вектори» в геометрії, теми «Швидкість», «Сила» в курсі фізики сьомого класу і тему «Кінематика» в курсі фізики дев'ятого класу.

В курсі фізики сьомого класу векторні величини визначалися як фізичні величини, які мають напрямок, а не тільки величину. Довчившись до дев'ятого класу, учні в курсі геометрії отримували інформацію про переміщення. Там же розглядається операція паралельного перенесення, як окремий випадок переміщення. Однак ні саме переміщення, ні операція паралельного перенесення абсолютно не асоціюються в свідомості учнів з поняттям вектора, яке вводиться в курсі фізики.

Незважаючи на те, що на перший погляд у фізиці і математиці вектори трактуються як різні об'єкти, вони мають загальні властивості, які і характеризують їх векторну природу. Кожним математичним або фізичним об'єктам, званим векторами, притаманні особливі операції їх складання і віднімання, а також операції множення вектора на число, вектора на вектор скалярно або векторно.

Також, вивчаючи на уроках фізики магнітне поле, ми дізнаємося, що воно характеризується вектором індукції. Магнітне поле діє лише на рухомі заряджені частинки. Це означає, що три вектори (швидкість, сила і вектор індукції магнітного поля) мають бути пов'язані, вектор сили спрямований перпендикулярно і до вектора швидкості, і до вектора індукції магнітного поля, а при обчисленні модуля сили потрібно добуток модулів швидкості та вектора індукції магнітного поля помножити не лише на абсолютне значення заряду частинки, а ще й на синус кута між вектором швидкості та вектором індукції. Нічого подібного на уроках математики не проходять і проходити у школі взагалі не будуть [37].

Ці невідповідності програм і повинні усуватися шляхом інтеграції фізики і математики.

Як ми вже вказували, одним з основних понять геометрії дев'ятого класу, є поняття векторів і дій над ними. До початку вивчення теми «Закони взаємодії і руху тіл» учні вже повинні мати знання векторної алгебри.

Вчителя фізики повинні враховувати пройдений матеріал в курсі геометрії, слід показувати неідентичність, хоча і спорідненість термінів «проекції вектора» в курсі фізики і «координати вектора» в курсі математики.

На заняттях фізико-математичного гуртка при рішенні завдань розділу «Взаємодія тіл. Сила» звертається увага, що зазвичай у шкільних задачах на рівновагу тіл розглядаються такі випадки, коли прикладені до тіла сили знаходяться в одній площині. Сили вважають векторними величинами, а моменти сил скалярними. Під час розв'язування таких задач виконують креслення, на яких показують лінії дій сил і так звані плечі сил (перпендикуляри, які опускають з певної точки тіла на лінії дій сил). При цьому всі відрізки і лінії, які необхідно побудувати, знаходяться в одній площині. Для підрахунку моменту певної сили знаходять добуток модуля сили на довжину плеча, а потім приписують знак (плюс або мінус) у залежності від того, у який бік ця сила намагається розвернути тіло (за або проти годинникової стрілки). Звичка лише до таких задач, у яких усі сили, що мають ненульове плече, діють в одній площині, може призвести до безпорадності навіть у побуті, коли виникає необхідність прикріпити щось до стіни або стелі у себе вдома, чи перенести на інше місце якийсь важкий предмет [37].

Для прикладу розберемо задачу зі «Збірнику різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики» [38].

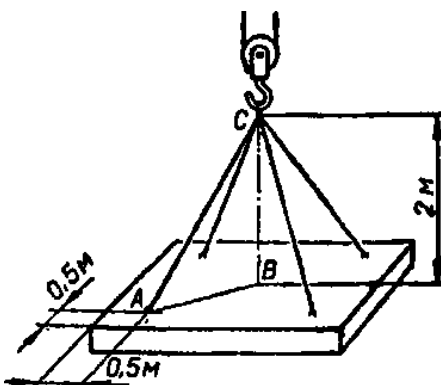


Рисунок 3.1 – Графічне зображення умови задачі

Умова задачі:

Залізобетонну плиту розмірами $2 \text{ м} \times 2 \text{ м} \times 0,1 \text{ м}$, що прикріплена до гаку чотирма тросами, піднімають рівномірно краном. Визначте силу натягу в кожному тросі, якщо густина залізобетону 2500 кг/м^3 .

Коментар до умови задачі:

Для того, щоб плита знаходилась у стані рівноваги в горизонтальному положенні, мають виконуватись такі умови:

$$m\vec{g} + \sum_1^4 \vec{F}_i = \vec{0} \text{ та } \sum_1^4 \vec{M}_i = \vec{0}.$$

Тут вважається, що моменти сил підраховуються відносно точки В. Чи достатньо цих векторних рівнянь, щоб однозначно знайти сили? Мабуть, автор задачі додатково вважав, що троси натягнуті однаково. Але ця додаткова умова не виконується автоматично. Для виконання умов рівноваги, не обов'язково, щоб усі чотири троси були натягнуті однаково. Необхідно лише, щоб $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_3|$, $|\vec{F}_2| = |\vec{F}_4|$, а крім того, щоб сума проекцій на вісь СВ сил, прикладених до плити з боку тросів, компенсувала проекцію сили тяжіння [37].

Даний приклад демонструє те, що критичний підхід до аналізу умов фізичних задач може мотивувати учнів до поглибленого вивчення навчального матеріалу.

Учитель фізики повинен орієнтуватися у змісті шкільної програми з математики, прийнятій в ній термінології і подачі навчального матеріалу для того, щоб володіти на уроках загальною «математичною» мовою. Прикладом може служити наступне: одним з основних понять алгебри сьомого класу служить поняття функціональної залежності, для нього вводиться запис: $y = f(x)$. Семикласники вчаться заданням функції табличним способом, формулою та графіком. В курсі фізики того ж класу слід на основі цього ширше застосовувати

побудову графіків функцій, використовувати знання про функціональні залежності, про складання і віднімання векторів. Це робить роботу по систематизації знань учнів з узагальнення цього матеріалу актуальною і корисною. Поняття функціональної залежності – одне з провідних в математиці і дуже часто використовується на уроках фізики.

Перше знайомство з графіками учні отримують на уроках математики в шостому класі. При цьому вони вчаться будувати графіки руху пішохода, поїзда, температури (за таблицею), знаходити за графіком значення однієї змінної, якщо задано значення іншої змінної. Яскравим прикладом пропедевтики фізичних знань є завдання по визначенню швидкості або відстані в певний момент шляху або порівняння фізичних показників пересування двох об'єктів.

Як вже було зазначено, на уроках фізики учні при роботі з побудовою графіків розвивають уявлення про функції, застосовуючи математичні знання. Слід лише звернути увагу на те, що при кресленні графіків залежностей необхідно позначати координатні осі символами тих фізичних величин, залежність між якими досліджується, а не традиційними математичними символами.

Для кращого розуміння функціональних залежностей дуже великі можливості містяться в матеріалі фізики та алгебри сьомого класу. Тема «Рух і сили» в курсі фізики випереджає за часом тему «Функція» в алгебрі, тому в ході її розгляду на уроках математики необхідно використовувати набір знань, отриманих на уроках фізики.

У сьомому класі на уроках математики вводиться поняття лінійної функції, прямої і обернено пропорційної залежностей. Фізичні завдання на визначення маси тіла по його об'єму і щільності, сили тиску по площі опори і тиску дозволять показати практичну цінність даного матеріалу. При роботі з графіком швидкості прямолінійного рівноприскореного руху підкреслюється, що ця залежність швидкості від часу є лінійною. Отже, наскільки учні засвоїли цей матеріал при

вивченні математики, настільки залежить успішність його засвоєння в курсі фізики.

Зі шкільного курсу фізики чимало випадків, коли графічний метод опису фізичних процесів і явищ дозволяє не тільки більш цілісно і наочно показати хід процесів і явищ, а іноді і визначати ряд невідомих фізичних характеристик і математичних відносин між фізичними величинами. Дуже важливо формулювання законів супроводжувати видом графічної залежності. У цьому плані саме вміння будувати графіки є дуже важливим. Покажемо це на конкретному прикладі прямолінійного рівноприскореного руху:

Дан графік залежності швидкості тіла від часу. Рух прямолінійний (рисунок 3.2).

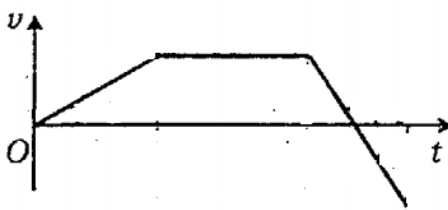


Рисунок 3.2 – Графік залежності швидкості тіла від часу

Побудувати графік залежності прискорення від часу. Початкова координата тіла дорівнює 0 [39].

Розв'язання:

При $t \in [0; t_1]$ швидкість змінюється за лінійним законом

$$v(t) = v_0 + a_1 t,$$

де $v_0 = 0$ і $a_1 = tg\alpha_1 = const > 0$.

Відповідно, рух являється рівнозмінним.

При $t \in [t_1; t_2]$ $v_1 = const$ (рівномірний рух) і $a_1 = 0$.

При $t \in [t_2; t_4]$ залежність швидкості від часу лінійна. Якщо за початок відліку часу прийняти момент часу t_2 , то ця залежність може бути представлена у вигляді

$$v(t) = v_1 + a_3 t,$$

де $a_3 = \operatorname{tg} \alpha_3 = \operatorname{const} < 0$ (тому що $\alpha_3 > \pi/2$).

Залежність $a(t)$ зображена на рисунку 3.3.

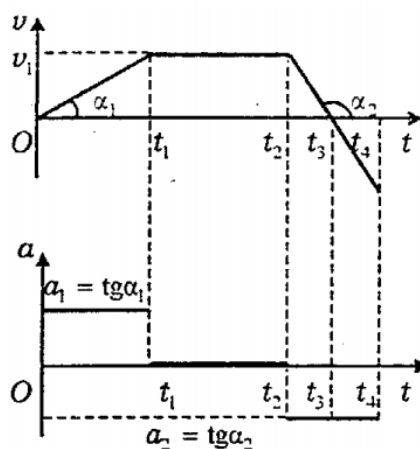


Рисунок 3.3 – Графічне зображення розв’язання задачі

3.2 Використання математики як інструменту критичного мислення в розв’язанні задач з фізики

В вирішенні проблеми, коли необхідних математичних знань для вивчення фізичних тем недостатньо, учням допоможе вміння мислити критично. Тому що як ми вже знаємо, одним з визначень критичного мислення є вміння використовувати наявні знання для вирішення нових задач.

Для прикладу звернемося до задач запропонованих для вирішення у темі радіоактивності з підручника фізики 9 класу базової середньої школи, 2017 року [36].

Задача 1.

Період піврозпаду радіоактивного Карбону-14 становить 5700 років. У скільки разів зменшиться кількість атомів Карбону – 14 у сосні, яку зрубали 17100 років тому?

Задача 2.

Визначте період піврозпаду радіонукліду, якщо за інтервал часу 1,2 с. кількість ядер, що розпалися, складає 75% їхньої початкової кількості.

Зрозуміло, що ці задачі можливо розв'язати за допомогою формули радіоактивного розпаду

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

де N – кількість ядер радіонукліда, що залишилися у зразку через час t ;

N_0 – початкова кількість ядер;

T – період піврозпаду;

t – час розпаду.

Розв'язання задачі 1:

$$\frac{N_0}{N} = 2^{\frac{t}{T_{1/2}}},$$

$$\frac{N_0}{N} = 2^{\frac{17100}{5700}} = 2^3 = 8.$$

Відповідь: кількість атомів Карбону -14 зменшилось у 8 разів.

Розв'язання задачі 2:

$$N_0 - 0,75N_0 = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}},$$

$$0,25 = 2^{-\frac{t}{T}},$$

$$2^{\frac{t}{T}} = 4 = 2^2,$$

$$\frac{t}{T} = 2,$$

$$T = \frac{t}{2} = \frac{1,2}{2} = 0,6.$$

Відповідь: Період піврозпаду радіонукліду 0,6 с.

Але при вивченні теми «Радіоактивність» у 9 класі формула радіоактивного розпаду не наводиться. Тому учням доводиться шукати способи вирішення задач в рамках існуючих знань, тобто мислити критично.

Наведемо можливі варіанти таких рішень.

Розв'язання задачі 1:

Дивлячись на умови задачі зрозуміло, що за 17100 років пройшло три періоду піврозпаду ($17100 / 5100 = 3$). Розібравшись з цим не складно зрозуміти в скільки разів зменшиться кількість ядер $2 \cdot 2 \cdot 2 = 2^3 = 8$.

Розв'язання задачі 2:

Зробивши елементарні математичні розрахунки зрозуміло, що залишилося 25% ядер. Якщо ми знаємо, що за один піврозпад кількість ядер зменшується вдвічі, то не складно здогадатися, що 25% залишиться після двох періодів піврозпаду. Тобто за 1.2 с відбулося два піврозпаду, а це вказує на те, що один піврозпад триває 0,6 с.

На цих прикладах добре видно, що критичний аналіз змісту умов фізичних задач допомагає знайти рішення використовуючи прості математичні міркування

без застосування формул, майже усно.

У наступних двох задачах при стандартному підході до вирішення виникає необхідність диференціювати рівняння для знаходження мінімуму тієї чи іншої фізичної величини. Але, використовуючи просте співвідношення, що існує між середньою арифметичною і середньої геометричної двох величин

$$\frac{a+b}{2} \geq \sqrt{ab}, \quad (3.1)$$

школярі можуть відразу прийти до відповіді, уникаючи диференціювання і складних математичних викладок. При цьому в згаданій вище нерівності (3.1) ліва частина приймає мінімальне значення при $a = b$.

Задача 3.

Частинка, покинувши джерело, пролітає з постійною швидкістю відстань L , а потім гальмує з прискоренням a . При якій швидкості частинки час руху від її вильоту до зупинки буде найменшим? [40]

Розв'язання задачі 3:

Час руху частинки до зупинки дорівнює:

$$t = \frac{L}{v} + \frac{v}{a} \quad (3.2)$$

При стандартному підході для визначення мінімального значення часу учням треба буде або вирішувати квадратне рівняння відносно v , що отримується з відношення (3.2), а потім за допомогою різних міркувань прийти до відповіді, або диференціювати рівняння (3.2) відносно v , і прирівнюючи отриманий вираз до нуля, знайти t_{min} . Задачу можна вирішити простіше. Згідно з вищезазначеною нерівністю (3.1), маємо

$$t = \frac{L}{v} + \frac{v}{a} \geq 2 \sqrt{\frac{L}{a}}$$

Час t буде мінімальним при $\frac{L}{v} = \frac{v}{a}$, звідки $v = \sqrt{a \cdot L}$.

Задача 4.

Стержень довжиною L може обертатися навколо своєї нерухомої осі O . На відстані b від точки O підвішений вантаж масою m . Стержень перебуває в рівновазі під дією сили F , яка спрямована вгору (рис. 3.4). Маса одного метра стержня дорівнює γ . Визначити, при якому значенні L величина сили F буде мінімальною. Знайти мінімальне значення сили F [41].

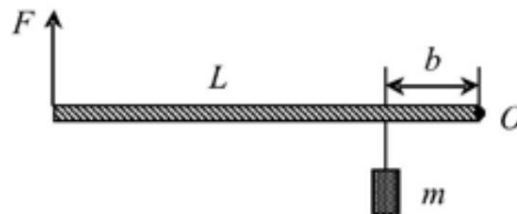


Рисунок 3.4 – Умови задачі 4

Розв'язання задачі 4:

Враховуючи, що маса стержня дорівнює $\gamma \cdot L$, а його сила тяжіння прикладена в його центрі, напишемо умову рівноваги стержня:

$$F \cdot L = mgb + \gamma L \cdot g \frac{L}{2} \quad \text{або} \quad F = \frac{mgb}{L} + \frac{\gamma Lg}{2}. \quad (3.3)$$

За аналогією рішення попередньої задачі, сила F прийме мінімальне значення за умови

$$\frac{mgb}{L} = \frac{\gamma Lg}{2}.$$

Звідки

$$L = \sqrt{\frac{2mb}{\gamma}}. \quad (3.4)$$

Для знаходження F_{\min} підставимо вираз (3.4) в формулу (3.3). Отримаємо

$$F_{\min} = g\sqrt{2mb\gamma}.$$

4 АПРОБАЦІЯ МЕТОДІВ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ НА ЗАНЯТТЯХ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ГУРТКА

4.1 Дослідження впливу технології критичного мислення на процес засвоєння нового навчального матеріалу

В процесі збору матеріалу для кваліфікаційної роботи, я відвідував заняття фізико-математичного гуртка Запорізького обласного центру науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані», які проводить кандидат фізико-математичних наук Ю. П. Мінаєв, доцент кафедри загальної та прикладної фізики Запорізького національного університету.

На одному із занять при вивченні теми «Математичний маятник» розглядаючи конструкцію маятника виникло питання «Від чого залежить період коливань T ?».

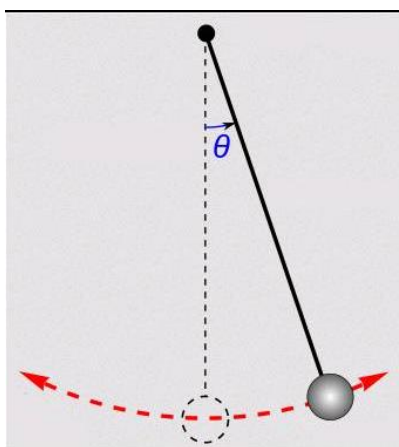


Рисунок 4.1 – Математичний маятник

Учнями були зроблені припущення, що період коливань T залежить:

- від маси тягарця (m),
- від довжини нитки (l),

– від прискорення вільного падіння (g).

Для розв'язання учням було запропоновано діяти методом розмірностей:

Спочатку встановити розмірності величин що маємо, де

$$[T] - \text{с},$$

$$[m] - \text{кг},$$

$$[l] - \text{м},$$

$$[g] - \text{м/с}^2.$$

Також коливання можуть залежити від амплітуди. Для математичного маятника зручною величиною, що характеризує розташування тягарця є кут Θ . Кут величина безрозмірна. Тому в нас може буде ще якась функція, яка залежить від максимального кута Θ_m .

Запишемо залежність за допомогою наступного виразу:

$$T = f(\Theta_m) \cdot l^\alpha \cdot g^\beta \cdot m^\gamma. \quad (4.1)$$

Користуючись цими даними, підставляючи у вираз (4.1) розмірності встановлюємо, що

$$1) \text{ м}^{\alpha+\beta} = \text{м}^0$$

$$\alpha + \beta = 0$$

$$\alpha = -\beta$$

$$2) \text{ кг}^\gamma = \text{кг}^0;$$

$$\gamma = 0$$

$$3) \text{ с}^{-2\beta} = \text{с}^1.$$

$$-2\beta = 1$$

Отримаємо: $\alpha = \frac{1}{2}$; $\beta = -\frac{1}{2}$; $\gamma = 0$.

Використовуючи знайдені показники степенів, ми отримали таку формулу:

$$T = f(\Theta_m) \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (4.2)$$

Звертаємо увагу на те, що отримана формула (4.2) збігається з класичною формулою періоду коливань математичного маятника, яку ми можемо бачити у підручниках.

Важливо, що отримана формула (4.2) нами встановлена винятково з міркувань розмірності. Це демонструє те, що за допомогою математики, маючи навички критичного мислення, в випадках, коли учні не знають, або не пам'ятають формули, з'являється можливість виводити необхідні залежності.

Значний ефект дає аналіз навчального матеріалу у підручниках. Так учень, який має навички критичного мислення, при вивченні теми «Радіоактивність» з підручника фізики 9 класу базової середньої школи, 2017 року [36] зверне увагу на формулу

$$\lambda = \frac{0,69}{T_{1/2}}; [\lambda]=1 \text{ с}^{-1}. \quad (4.3)$$

Виникає питання, що позначає число 0,69 у формулі сталої радіоактивного розпаду радіонукліда (4.3) і звідки воно береться?

В пошуках відповіді на заняттях фізико-математичного гуртка Запорізького обласного центру науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані» ми звертаємося до подібної теми у підручнику з фізики 11 класу (академічний рівень), 2011 року [42]. В даному підручнику також не пояснюється зміст числа 0,69.

Досліджуємо це питання далі, звертаючись до наступного підручника з фізики 11 класу (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.), 2019 року [43].

В цьому підручнику співвідношення сталої радіоактивного розпаду виражено формулою:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}; [\lambda] = 1 \text{ c}^{-1}. \quad (4.4)$$

Звертаємо увагу, що в цей раз у формулі сталої радіоактивного розпаду (4.4) замість числа 0,69 з'являється $\ln 2$. Тепер стає зрозумілим математичний зміст числа 0,69.

Крім того, тільки у цьому підручнику приводиться розрахунок основного закону радіоактивного розпаду:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}},$$

де N – кількість ядер радіонукліда, що залишились у зразку через час t ;

N_0 – початкова кількість ядер;

$T_{1/2}$ – період піврозпаду;

t – час розпаду.

Для того, щоб розібратися в питанні: «Яке відношення має число 0.69 до радіоактивного розпаду?», по-перше, потрібно звернутися до теми «Похідні показникової функції» з курсу алгебри:

$$(a^x)' = a^x \ln a.$$

По-друге, відповідно до основного закону радіоактивного розпаду

$$N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}. \quad (4.5)$$

В цій формулі t – змінна величина, N_0 – const.

Для того, щоб дізнатися швидкість розпаду треба взяти похідну, тобто

$$\frac{dN}{dt} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \cdot \ln 2 \left(-\frac{1}{T}\right) = -N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \cdot \frac{\ln 2}{T}, \quad (4.6)$$

де « \rightarrow » вказує, що кількість ядер, що не розпалися, зменшується.

Якщо частину рівняння $-N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ з виразу (4.6) замінимо на $N(t)$ з формули (4.5), то отримаємо

$$\frac{dN}{dt} = -N(t) \frac{\ln 2}{T}. \quad (4.7)$$

Далі, в пошуках матеріалу на тему радіоактивності ми звертаємося до курсу загальної фізики, том 3 «Оптика, атомная фізика, фізика атомного ядра и елементарних частиц» І. В. Савельєва [44].

Для кожного радіоактивного ядра є певна вірогідність λ того, що воно зазнає перетворення за одиницю часу. Відповідно, радіоактивна речовина містить N атомів, то кількість атомів dN , яке зазнає перетворення за час dt , буде дорівнювати [44]:

$$dN = -\lambda N \cdot dt. \quad (4.8)$$

Коли нам кажуть, що є стала радіоактивного розпаду λ , мається на увазі, що

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N, \quad (4.9)$$

тобто, швидкість радіоактивного розпаду $\frac{dN}{dt}$ пропорційна кількості ядер, що не розпалися N . Це доводить те, що ядра розпадаються незалежно. Якщо ми порівняємо залежність (4.9) з формулою активності радіоактивного джерела

$$A = \lambda N,$$

де N – кількість атомів радіонукліда в зразку на даний час;

λ – стала радіоактивного розпаду радіонукліда,

то побачимо, що вони відрізняються знаком.

$\frac{dN}{dt}$ – величина від'ємна, тому що це зміна кількості ядер, які не розпалися,

а A – це швидкість росту ядер, які розпалися. Відповідно:

$$A = \frac{d}{dt}(N_0 - N),$$

де $(N_0 - N)$ – кількість ядер, що розпалися.

Якщо порівняти формулу (4.7) з формулою (4.8), то

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \quad (4.10)$$

Це демонструє відповідність формули (4.10) з формулами які ми бачили у підручниках 9 та 11 класів, де замість $\ln 2$, було дано наближене значення 0,69.

У фізиці ще є теми, де використовуються подібні показникові функції:

1) Закон Бугера – Ламберта: якщо досліджувана речовина однорідна, а паралельний світловий потік падає перпендикулярно до її поверхні, то інтенсивність світла I , що пройшло крізь шар речовини товщиною d , дорівнює

$$I = I_0 \cdot e^{-kd},$$

де I_0 – інтенсивність світла, яке падає на речовину,

k – монохроматичний коефіцієнт поглинання.

Коефіцієнт k залежить від довжини хвилі світла, оскільки ефективний переріз поглинання залежить від електронних конфігурацій атомів і молекул, а також від імовірностей переходів між їх енергетичними рівнями [45].

2) Закон розподілу молекул газу з висотою в полі тяжіння:

$$n = n_0 \cdot e^{-\frac{\Delta U}{kT}},$$

де n та n_0 – концентрації молекул газу відповідно на висоті h та h_0 ,

ΔU – різниця потенціальних енергій молекули на висотах h і h_0 в полі тяжіння,

k – постійна Больцмана,

T – термодинамічна температура [46].

3) Розрядка конденсатора через резистор з опором R :

$$q = q_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}},$$

де C – ємність конденсатора,

q , q_0 – заряд конденсатора [47].

4) Ціолковський в ряді своїх робіт надає важливого значення рівнозмітному прямолінійному руху ракети, коли

$$M = M_0 \cdot e^{-at},$$

де M_0 – стартова маса ракети,

a - постійна величина, що характеризує витрати маси в часі [48].

В пошуках відповіді на питання «звідки береться число 0,69?» критичне мислення учня призводить до того, що за допомогою математичних знань він робить кроки, які призводять його до знайомства з новими важливими математичними темами. Крім того, ці навички допомагають зрозуміти, що подібні закономірності працюють і в інших фізичних явищах, що дозволяє краще зрозуміти цілісну картину фізичного світу.

Ефект буде кращим, якщо подібні шляхи пізнання учні будуть робити самостійно. Можливим це робить певний рівень навичок критичного мислення.

Практика застосування чужих алгоритмів діє не довго, тому що коли учні не придумали самі для себе правила, а їм ці правила вже формулюють в готовому вигляді і тренують просто повторювати, то це робиться без проблем короткий час, а потім з'являються нові правила, а старі вже забуваються, тому що ви їх отримали в готовому вигляді.

4.2 Розвиток навичок критичного мислення за допомогою аналізу відеороликів з фізики

Сучасна реальність введення дистанційного навчання вносить корективи в організацію освітнього процесу. Частина навчального матеріалу учням доводиться опрацьовувати самостійно. Для цього часто доводиться шукати матеріал і відповіді на питання в інтернет ресурсах. Але виникає проблема якості і достовірності цієї інформації. Чим краще учні будуть володіти навичками

мислити критично, тим легше їм буде фільтрувати, обробляти та використовувати необхідну інформацію з різноманітних джерел. Доречи, ці навички стануть у нагоді і вчителям, а вчителя, які володіють навичками критичного мислення, зможуть навчити цьому учнів і зробити процес вивчення фізики продуктивнішим і цікавим.

Наприклад, на платформі YouTube розміщується багато роликів на різноманітні фізичні теми різної якості, які створюють як кваліфіковані фахівці, так і не професійні автори. Інформація з інтернету, в якій допущені помилки або неточності, можуть стати у нагоді і бути використані в освітньому процесі.

На заняттях фізико-математичного гуртка Запорізького обласного центру науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані» учням було надано завдання критично проаналізувати відеоролик на тему «Коливальний рух. Амплітуда коливань. Період коливань. Маятники» в якому були допущені помилки та неточності.

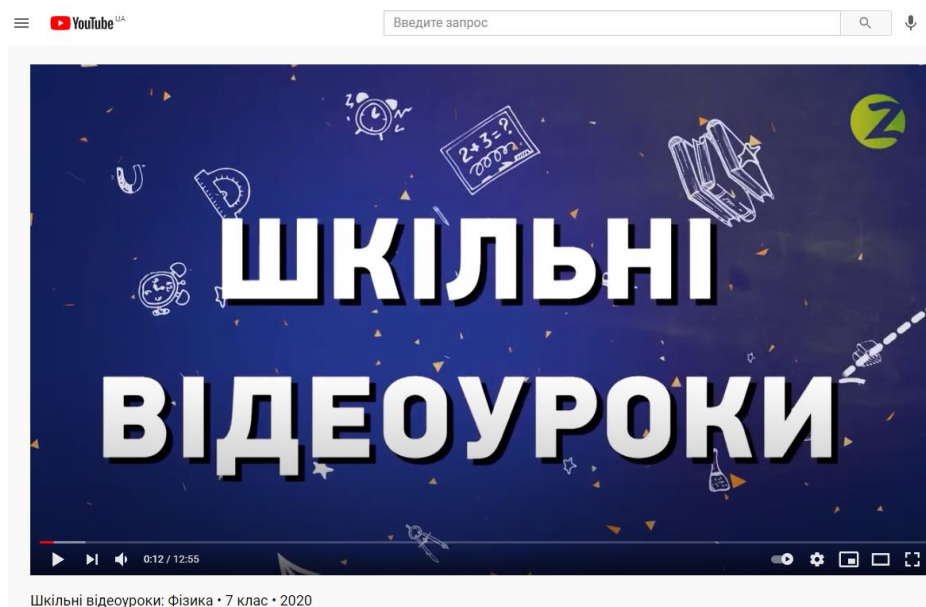


Рисунок 4.1 – Шкільні відеоуроки: Фізика 7 клас, 2020 [49]

В процесі підготовки такого завдання для критичного аналізу учням довелося ретельно ознайомитися з навчальним матеріалом підручника, порівняти з інформацією у відеоролику, знайти для порівняння додатковий матеріал відсутній у підручнику, систематизувати свої висновки.

Паралельно з цим, в свою чергу, к заняттю мною був підготовлений відеоролик, який складався з фрагментів даного уроку, саме в яких були допущені помилки та неточності. Ці фрагменти супроводжувалися моїми аудіокоментарями та підкріплялися наочністю і посиланнями, завдяки яким, за бажанням, можна було переконатися в достовірності коментарів.

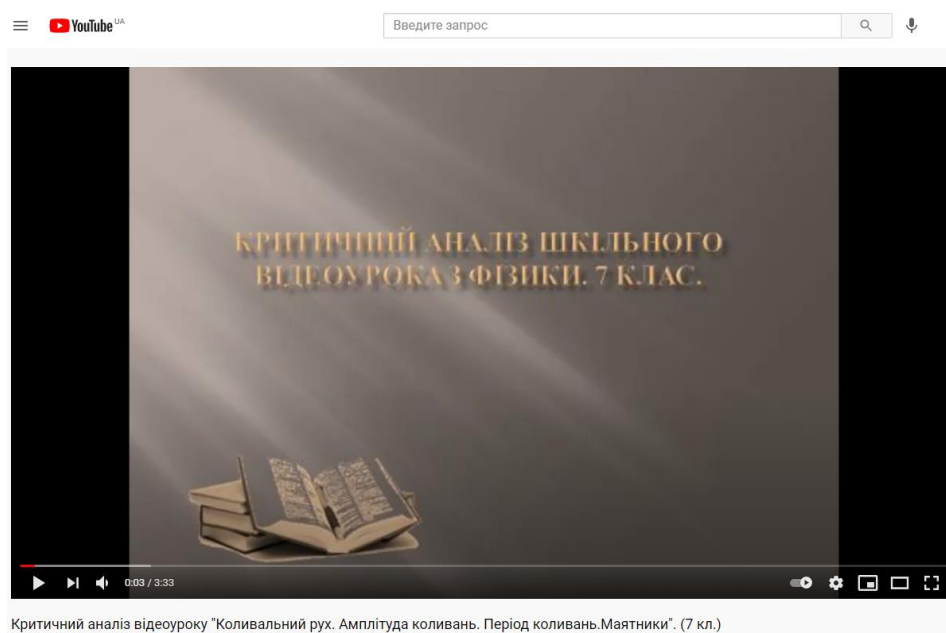


Рисунок 4.2 – Критичний аналіз відеоуроку «Коливальний рух. Амплітуда коливань. Період коливань. Маятники» (7 кл.) [50]

Зауваження, які підготували учні, були ретельно обговорені та проаналізовані. Після чого, був продемонстрований підготовлений ролик, завдяки якому учні змогли порівняти свої зауваження з представленими і

оцінити, які важливі моменти цієї теми вони пропустили. Ці моменти також були ретельно розібрані.

Така форма вивчення нової теми мала якісний ефект, визвала зацікавленість до подальшого вивчення фізики, а деяких учнів спонукало до проведення самостійного експерименту.

Підготовлений мною ролик с коментарями можна використовувати і надалі в педагогічній практиці як дидактичний матеріал при вивченні теми «Коливальний рух». Такі ролики можна не тільки використовувати на уроках, а і застосовувати як додатковий матеріал в підтримку учням під час самостійного вивчення тем.

Мною також були розроблені подібні відеоролики критичного аналізу з інших тем фізики: аналіз задач відеоуроку «Фізика. Спектральний аналіз. Фотон. Принцип дії лазера».

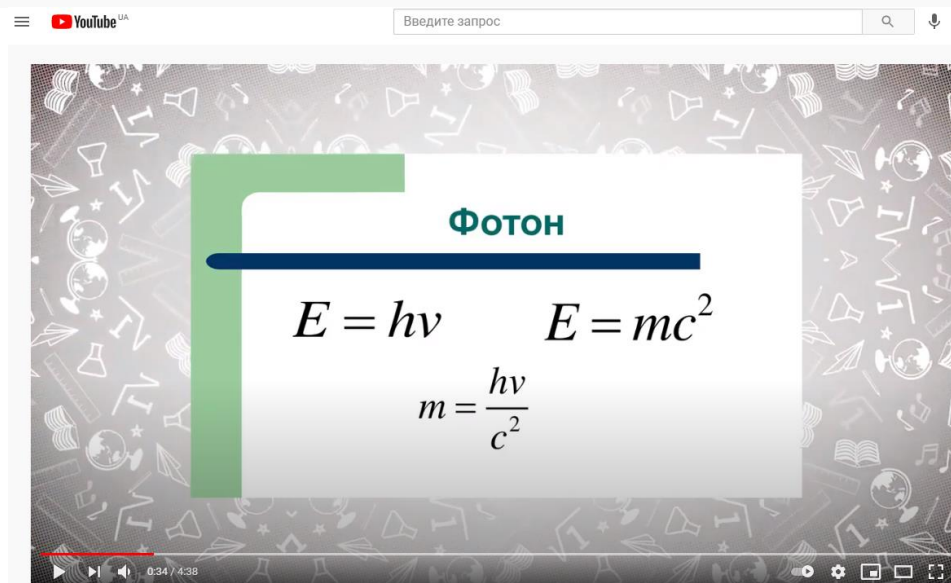


Рисунок 4.3 – Аналіз задач відеоуроку «Фізика. Спектральний аналіз. Фотон. Принцип дії лазера» [51]

та критичний аналіз онлайн-уроку з фізики на тему «Квантові властивості світла. Квантові постулати Бора»

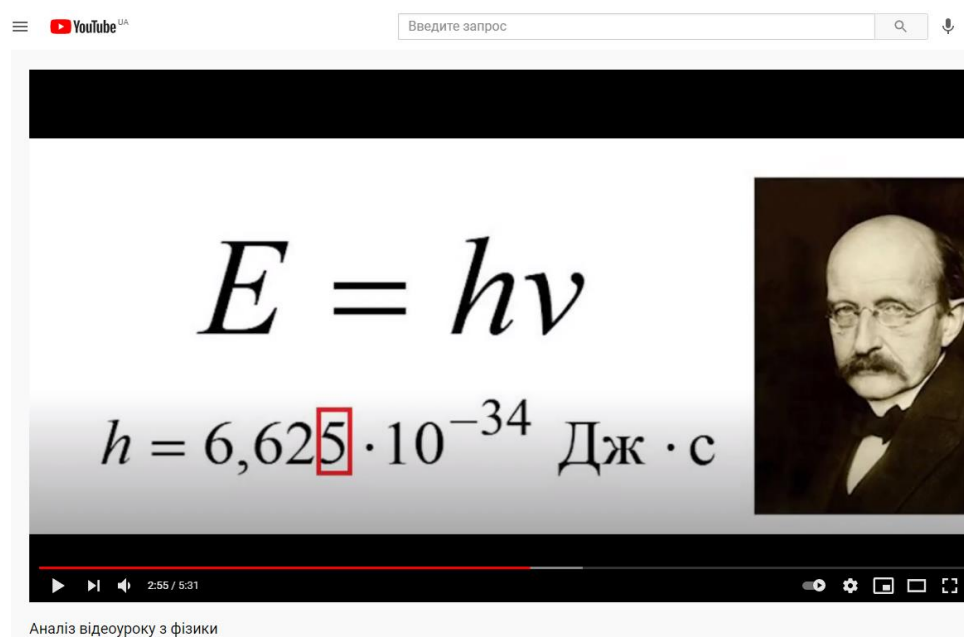


Рисунок 4.4 – Аналіз відеоуроку з фізики [52]

Подібний підхід до організації навчання допоможе учням не тільки ретельніше розібратися у конкретних темах, а і натренувати навички мислити критично, які стануть у нагоді в опрацюванні будь якої інформації, в тому числі при роботі з інтернет ресурсами.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі досліджено необхідність розвитку критичного мислення учнів базової школи на основі інтеграції фізико-математичних знань. Узагальнення результатів роботи є підставою для таких висновків:

1. Аналіз світової та вітчизняної психолого-педагогічної літератури в питанні використання критичного мислення свідчить про наявність багаторічних досліджень і спроб розробити механізм розвитку критичного мислення. Це демонструє зацікавленість дослідників і підтверджує актуальність обраної теми. Як висновок проведеного дослідження, критичне мислення – це мислення вищого рівня, націлене на розв'язання різноманітних задач, обдумування об'єктивних факторів та оцінювання своїх навичок, що відносяться до методів їх розв'язування, окреслювання гіпотез, аналіз їхньої достовірності, одержання найкращого результату та розуміння відповідальності за цей результат. Критичне мислення є важливою частиною багатьох процесів, які потрібні для результативної освіти.

2. Сьогодні існує потреба використання сукупних знань в різних її галузях. Всі області життя щільно переплетені одна з одною, це вказує на те, що різні дисципліни у школах не можуть викладатися відокремлено. Тому набуває великого значення міжпредметна інтеграція, як інструмент вдосконалення розумових особистісних навичок школярів.

3. Під час проведеного дослідження були з'ясовані особливості викладання фізики у базовій середній школі і невирішені проблеми інтеграції фізико-математичних знань. У кваліфікаційній роботі на основі аналізу підручників базової середньої школи обґрунтована необхідність використання математичних знань, як основного інструменту вивчення фізики; з'ясована часова неузгодженість шкільних програм з фізики і математики; продемонстровано переваги критичного мислення, як шляху використання

наявних знань в розв'язанні фізичних задач в порівнянні з традиційними способами.

4. На практиці під час занять зі школярами 7-9 класу були використані методи розвитку критичного мислення на основі інтеграції фізико-математичних знань, за допомогою яких були не тільки розв'язані задачі, а і з'являлось в учнів прагнення здобуття додаткових знань, підвищувалась зацікавленість новим матеріалом. Також було використано, розроблений в рамках кваліфікаційної роботи, спосіб розвитку критичного мислення за допомогою критичного аналізу відеороликів з фізики, який мотивував учнів більш ретельно поглиблюватися у матеріал теми та викликав додатковий інтерес навчальним процесом.

Практичне значення запропонованих у кваліфікаційній роботі способів розвитку критичного мислення на основі інтеграції фізико-математичних знань в процесі викладання фізики підтверджується активізацією самостійної діяльності учнів в отриманні навчальної та додаткової інформації, яка необхідна для оцінки та аргументації своєї позиції в процесі навчання фізики, та створення для учнів умов для придбання та реалізації досвіду критичного мислення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гриневич Л. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 р. № 988-р. URL : <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 12.07.2020).
2. Державний стандарт базової середньої освіти. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#n16> (дата звернення: 28.10.2020).
3. Мінаєв Ю. П. Технологія розвитку критичного мислення при навчанні природничо-математичних дисциплін // *Збірник наукових праць «Педагогічні науки»*. Херсон : Видавництво ХДПУ, 2002. Випуск 32. Ч.ІІ. С. 85-90.
4. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии: в 2 т. Т. 1. Москва : Педагогика, 1989. с. 485. URL : http://elib.gnpbu.ru/text/rubinshteyn_osnovy-obschey-psihologii_t1_1989/go,360;fs,1/ (дата звернення: 20.09.2020).
5. Леонтьев А. Н. Лекции по общей психологии: Учеб. пособие для вузов по спец. «Психология. М.: Смысл, 2000. 509 с. URL : <https://bookap.info/clasik/leontyev/g137.shtm>
6. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. Київ; Ірпінь, Україна : ВТФ «Перун», 2005. 1728 с.
7. Dewey John. How we think. Publication date, 1910. URL : <https://www.gutenberg.org/files/37423/37423-h/37423-h.htm> (дата звернення: 13.07.2020).
8. Пометун О. С. Критичне мислення як педагогічний феномен // *Український педагогічний журнал. Педагогічні інновації: ідеї, реалії*,

перспективи. № 2, 2018. с.89-98. URL : http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ukrpj_2018_2_14.pdf (дата звернення: 18.07.2020).

9. Lipman M. Critical thinking-what can it be? In A. Ornstein & L. Behar (Eds.) *Contemporary issues in curriculum*. Boston, MA: Allyn & Bacon. 1995. С. 145-152.

10. Пол Р. Критичне мислення в усіх областях знань і переконань. URL : <http://www.criticalthinking.org/pages/critical-thinking-in-every-domain-of-knowledge-and-belief/698> (дата звернення: 08.09.2020).

11. Paul, Richard W. *Critical Thinking: What Every Person Needs to Survive in a Rapidly Changing World*. Rohnert Park, CA: Center for Critical Thinking and Moral Critique, Sonoma State Univ., 1990. URL : <https://uhimik.ru/kriticheskoe-mishlenie-chto-neobhodimo-kajdomu-dlya-vijivaniya/index.html> (дата звернення: 08.09.2020).

12. Белей С. Етапи розвитку критичного мислення. URL : <http://uchoose.info/etapy-rozvytku-krytychnogo-myslennya/> (дата звернення: 28.10.2020).

13. Халперн Д. *Психология критического мышления*. СПб: Питер, 2000. URL : <https://www.rulit.me/books/psihologiya-kriticheskogo-myshleniya-read-6295-1.html> (дата звернення: 28.10.2020).

14. Клустер Д. «Что такое критическое мышление?» *Критическое мышление и новые виды грамотности*. Москва. ЦГЛ, 2005. С. 5–13.

15. Пометун О. І., Сущенко І. М. *Основи критичного мислення*. Дніпро: ЛІРА, 2016. 156 с.

16. Даценко І. П., Лозовенко О. А., Мінаєв Ю. П. Критичне і понятійне мислення: чи не є це різними назвами для вищого рівня розвитку мислення? URL : http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znprk_ped_2016_22_43.pdf (дата звернення: 11.08.2020).

17. Терно. С. Критичне мислення – середньовічна відсталість? Наукові праці історичного факультету Запорізького національного університету. Вип.

XXXVII. 2013. С. 301-306.

18. Чуба О. Формування критичного мислення як психолого-педагогічна проблема сучасності // *Педагогіка і психологія професійної освіти*. 2013. № 3. с. 205

19. Пометун О. Як розвивати критичне мислення в учнів (з прикладом уроку), 2017. URL : <https://nus.org.ua/articles/krytychne-myslennya-2/> (дата звернення: 11.08.2020).

20. Алан Кроуфорд, Е. Венди Саул, Самуел Метьюз, Джеймс Макінстер Технології розвитку критичного мислення учнів. / Наук. ред., передм. О.І.Пометун. Переклад публікації проекту «Читання і письмо для критичного мислення», 2006. 303 с. URL : https://www.criticalthinking.expert/book-criticalthinking/FREE_tehnolog%D1%96%D1%97_rozvitku_kritichnogo_mislennja_uchn%D1%96v.pdf (дата звернення: 11.08.2020).

21. Козира В. М. Технологія розвитку критичного мислення у навчальному процесі. Навчально-методичний посібник для вчителів. Тернопіль : ТОКІППО, 2017. 60 с.

22. Пометун О., Пироженко Л. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: наук.-метод.посібн. / За ред. О. І. Пометун. К. : Видавництво А. С. К., 2004. 192 с.

23. Луців С. Педагогічні умови формування критичного мислення учнів початкових класів на уроках української мови // *Педагогіка. Актуальні питання гуманітарних наук*. 2016. Вип. 16. с. 352

24. Шарко В. Сучасний урок фізики: технологічний аспект: посібник для вчителів і студентів. Херсон: Олді-Плюс, 2004. 140 с.

25. Заир-Бек С. И. Развитие критического мышления на уроке: пособие для учителей общеобразоват. Учреждений. 2-е изд., дораб. М.: Просвещение, 2011. 223 с.

26. Родионова О. Л., Горев П. М. Интеграция математических и

естественнонаучных знаний в учебных проектах учащихся профильной школы.
URL : https://www.covenok.ru/files/tiny_file/rodionova,gorev.pdf (дата звернення: 15.10.2020).

27. Завойкина С. А. Интеграция школьных предметов. Моё видение проблемы, 2017. URL : <https://multiurok.ru/files/intieghratsiia-shkol-nykh-priedmiotov-moio-vidieni.html> (дата звернення: 15.10.2020).

28. Інтегроване навчання. Глосарій. Онлайн-курс. [Електронний ресурс]. URL : https://edera.gitbook.io/glossary/integraciya/intehrovane_navchannia (дата звернення: 30.07.2020).

29. Садовий М. І., Вовкотруб В. П., Трифонова О. М. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навчальний посібник [для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл.]. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 252 с. URL : <https://ldf-kr.at.ua/doc/rozrobki/vibr-pitanya-MVF.pdf> (дата звернення: 02.11.2020).

30. Казанкина С. Г., Орлова М. М. Интеграция математики и физики при решении задач по теме «Кинематика», 2017. URL : <https://portalpedagoga.ru/servisy/publik/publ?id=26416> (дата звернення: 11.11.2020).

31. Марченко О. А., Мінаєв Ю. П. Знайомство з рядом Тейлора і розвиток критичного мислення // *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Випуск 60. Частина 2. Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2005. С.77-84.

32. Юрченко В. Ф. Интеграция математики и физики в процессе их совместного преподавания одним учителем. [Електронний ресурс]. URL : <https://urok.1sept.ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/100517/> (дата звернення: 02.11.2020).

33. Мариненко Л. Л. Інтегроване навчання як засіб розвитку критичного мислення молодших школярів, 2020. URL : <https://vseosvita.ua/library/statta-integrovane-navcanna-ak-zasib-rozvitku-kriticnogo-mislenna-molodsih-skolariv->

314579.html (дата звернення: 09.11.2020).

34. Фізика : підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. / за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків : «Ранок», 2015. 256 с.

35. Фізика : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. / за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків : «Ранок», 2016. 240 с.

36. Фізика : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. / за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків : «Ранок», 2017. 272 с.

37. Лобода Ю. А. Де ховається у шкільній фізичній лабораторії векторний добуток векторів? /кер. Мінаєв Ю.П., Доренська Н. А. Запоріжжя, 2019. 20 с.

38. Гельфгат І. М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики: Збірник задач / за редакцією І. М. Гельфгат. Харків, «Гімназія», 2015. 80 с.

39. Колесников В. А. Физика. Теория и методы решения конкурсных задач. Часть 1. Пособие для поступающих в вузы. М.; Учебный центр «Ориентир». «Светоч Л», 1998. С.217.

40. И. И. Воробьев И. И., П. И. Зубков П. И., Г. А. Кутузова Г. А. и др. Задачи по физике: учеб. пособие / под ред. О. Я. Савченко 3-е изд., испр. и доп. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 1999. 370 с.

41. Цатурян А. М. Применение математических знаний учащихся при решении физических задач в процессе завершающего повторения учебного материала // *Сибирский педагогический журнал*. 2012. № 3. с. 231-236.

42. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О. Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень : підручник для загальноосвіт. навч. закл. Харків : Ранок, 2011. 320 с.

43. Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О., Божинова Ф. Я., Кірюхіна О. О. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтєва В. М.) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. Харків : Ранок, 2019. 272 с.

44. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. Москва.: Наука, Гл. ред. физ-мат. лит., 1970. 537с.

45. Браун Д., Флойд А., Сейнзбери М. Спектроскопия органических веществ. Москва. : Мир, 1992. 300 с.

46. Кучерук І. М. Горбачук І. Т., Луцик П. П. Загальний курс фізики: навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти. Т. 1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. / за ред. І. М. Кучерука. Київ : Техніка, 1999. 536 с.

47. Бабецкий В. И. Третьякова В. И. Прикладная физика. Механика. Электромагнетизм: учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2018. 335 с.

48. Космодемьянский А. А. К вопросу о приоритете К. Э. Циолковского // *XVII научные чтения памяти К. Э. Циолковского*: Труды XVII чтений К. Э. Циолковского. Секция: «Исследование научного творчества К. Э. Циолковского и история авиации и космонавтики. М.: ИИЕиТ АН СССР. 1983. С. 82-90.

49. Шкільні відеоуроки: Фізика 7 клас, 2020. [Електронний ресурс]. URL : <http://surl.li/kgkk> (дата звернення: 09.12.2020).

50. Критичний аналіз відеоуроку «Коливальний рух. Амплітуда коливань. Період коливань. Маятники» (7 кл.). [Електронний ресурс]. URL : <http://surl.li/kgkl> (дата звернення: 09.12.2020).

51. Аналіз задач відеоуроку «11 клас. Фізика. Спектральний аналіз. Фотон. Принцип дії лазера». [Електронний ресурс] URL : <http://surl.li/kgkn> (дата звернення: 09.11.2020).

52. Аналіз відеоуроку з фізики. [Електронний ресурс]. URL : <http://surl.li/kgkp> (дата звернення: 09.11.2020).

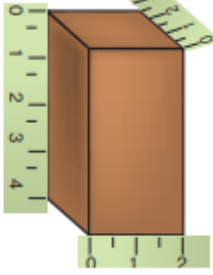
ДОДАТОК А

Аналіз необхідних математичних знань для розв'язання задач

Таблиця А.1 – Аналіз необхідних математичних знань для розв'язання задач з [34].

Теми фізики (7 клас)	Необхідна математика <i>(теми; у якому класі вивчаються)</i>
1	2
Розділ 1. Фізика як природнича наука	
§ 2. Будова речовини. Молекули. Атоми.	
<p>4. Подайте у стандартному вигляді числа: 10 000 000; 5000; 2500; 400.</p> <p>5. Обчисліть, скільки приблизно молекул можна розмістити вздовж відрізка завдовжки 0,5 мм. Вважайте, що діаметр молекули дорівнює 0,000 000 0001 м.</p> <p>6. Площа плівки, утвореної на поверхні води краплею олії об'ємом 0,005 мм³, не може бути більшою за 50 см². Який висновок щодо розміру молекул олії випливає з цього факту?</p>	<p>Стандартний вид числа (8кл.)</p> <p>Циліндр. Конус. Куля. (6кл.)</p>
§ 4. Фізичні величини. Вимірювання фізичних величин	
<p>1. Подайте в метрах такі значення фізичних величин: 145 мм; 1,5 км; 2 км 32 м.</p> <p>4. Запишіть за допомогою кратних або частинних одиниць такі значення: 0,000 0075 м — діаметр червоних кров'яних тілець; 5 900 000 000 000 м — радіус орбіти планети-карлика Плутон; 6 400 000 м — радіус планети Земля.</p> <p>5. Баскетбольний майданчик, на якому проводять офіційні змагання, повинен мати довжину 28 м і ширину 15 м. Визначте площу баскетбольного майданчика. Відповідь подайте також у дм² і см².</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.)</p>

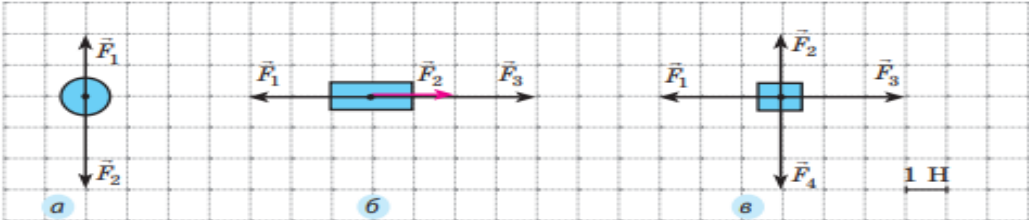
Продовження таблиці А.1

1	2
§ 5. Похибки й оцінювання точності вимірювання	
<p>2. За допомогою лінійки (див. <u>рисунок</u>) виміряли довжину l, ширину d і висоту h бруска.</p> <p>1) Запишіть результати вимірювань.</p> <p>* 2) Визначте відносну похибку вимірювання кожного ребра бруска.</p> <p>3) Результат вимірювання якого ребра є точнішим?</p>	 <p>Десяткові дроби. Відсотки. Знаходження відсотків від числа (5 кл.). Похибки. Округлення чисел 3. Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.)</p>
<p>3. Під час спокійних вдиху та видиху через легені дорослої людини проходить приблизно $0,5 \text{ дм}^3$ повітря. Скільки разів людині потрібно вдихнути та видихнути, щоб через її легені пройшло повітря, об'єм якого дорівнює 5500 см^3? (Приблизно стільки становить об'єм футбольного м'яча.)</p> <p>4. «Улюблене» число математиків — число «пі». Нагадаємо, що це число дорівнює відношенню довжини кола до його діаметра і подається нескінченним дробом. Наведемо значення числа «пі» з точністю до дев'ятого знака після коми: $\pi = 3,141592653$. Округліть значення числа «пі»: а) до цілих; б) десятих; в) сотих; г) тисячних; д) десятитисячних.</p>	
Розділ 2. Механічний рух	
§ 8; 9 Рівномірний рух. Швидкість руху. § 11. Нерівномірний рух. Середня швидкість нерівномірного руху	
<p>2. Судно йде рівномірно зі швидкістю $7,5 \text{ м/с}$. Який шлях подолає судно за 2 години?</p> <p>3. Хлопчик, рухаючись із незмінною швидкістю, подолав відстань від свого будинку до шкільного стадіону за $1,5 \text{ хв}$. На зворотний шлях він витратив 70 с. Куди хлопчик рухався швидше — до стадіону чи додому? У скільки разів швидше?</p> <p>5. Під час змагань з бігу перший учень пробіг 10 хв зі швидкістю 12 км/год, другий — 5 км за півгодини, третій — 4 км зі швидкістю $12,5 \text{ км/год}$. Хто з учнів рухався найшвидше? Хто подолав найбільшу відстань? Хто біг довше за всіх?</p>	<p>Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дроби (5кл.)</p>

Продовження таблиці А.1

1	2
<p>6. Потяг їде зі швидкістю 20 м/с, а назустріч йому по сусідній колії рухається другий потяг — зі швидкістю 36 км/год. Скільки часу потяги будуть проїжджати один повз одного, якщо довжина першого потяга — 900 м, а другого — 600 м?</p>	
<p>§ 10. Графіки рівномірного руху</p>	
<p>2. Ягуар, наздоганяючи здобич, може короткий час рухатися зі швидкістю 25 м/с. Побудуйте графік швидкості руху ягуара за 5 с спостереження. Покажіть на графіку шлях, який долає ягуар за цей час, і визначте цей шлях.</p> <p>4. Розгляньте графік польоту орла (рис. 3) і визначте: а) який шлях подолав орел за час спостереження; б) скільки часу орел відпочивав; в) яку відстань подолав орел за перші 25 с спостереження. Побудуйте графік швидкості руху орла.</p>	<p>Графіки (6.7 кл.)</p>
<p>§ 13. Коливальний рух. амплітуда, період і частота коливань</p>	
<p>6. Поплавок, що коливається на воді, піднімається та пірнає 6 разів за 3 секунди. Який шлях подолає поплавок за хвилину, якщо відстань між його крайніми положеннями становить 5 см?</p>	<p>Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.)</p>
<p style="text-align: center;">Розділ 3. Взаємодія тіл. Сила</p>	
<p>Частина I. Сила. Види сил</p>	
<p>§ 14. Явище інерції</p>	
<p>7. Подайте в кілограмах і запишіть у стандартному вигляді такі маси тіл: а) 5,3 т; б) 0,25 т; в) 4700 г; г) 150 ц.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Стандартний вид числа (8кл.)</p>
<p>§ 15. Інертність тіла. Маса</p>	
<p>3. Із човна масою 180 кг, який перебував у спокої, зіскочив хлопчик. Швидкість руху хлопчика становила 4 м/с. Визначте масу хлопчика, якщо човен набув швидкості 1 м/с.</p>	<p>3. Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.)</p>

Продовження таблиці А.1

1	2
<p>8. Подайте в кілограмах такі маси тіл: а) 5,3 т; б) 0,25 т; в) 4700 г; г) 150 г.</p> <p>9. Подайте в грамах такі маси тіл: а) 5 кг 230 г; б) 270 г 840 мг; в) 56 г 91 мг.</p>	<p>8;9. Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.)</p>
<p>§ 16. Густина. Одиниці густини</p>	
<p>2. Густина платини дорівнює $21\,500\text{ кг/м}^3$. Якою є маса платини об'ємом 1 м^3? об'ємом 1 см^3?</p> <p>6. Два кубики мають однакову масу. Перший кубик виготовлений з оргскла, другий — з дуба. Об'єм якого кубика є меншим і в скільки разів?</p>	<p>2. Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.)</p> <p>6. Дроби (5кл.)</p>
<p>§ 17. Учимося розв'язувати задачі</p>	
<p>2. В автобусі в бак для пального вміщується 84 кг дизельного палива. Визначте місткість бака. Відповідь подайте в літрах.</p>	<p>Лінійні рівняння (7 кл.), Дроби (5кл.), Пропорції (6 кл.)</p>
<p>§ 18. Сила — міра взаємодії. Графічне зображення сил. Додавання сил</p>	
<p>4. На рисунках зображені тіла та сили, що на них діють (1 клітинка — 1 Н). Перенесіть кожний рисунок до зошита, знайдіть рівнодійну та зобразіть її.</p>  <p>5. Людина діє на підлогу із силою 800 Н. З якою силою людина діятиме на підлогу, якщо візьме в руки вантаж, який, у свою чергу, діє на людину із силою 200 Н? Відповідь поясніть за допомогою схематичного рисунка.</p>	<p>4;5 Вектори (9кл.)</p>
<p>§ 20. Сила тяжіння. Вага тіла. Невагомість</p>	
<p>6. У відро масою 1,5 кг налили 5,5 л води. Яку силу треба прикладати, щоб утримувати відро в руках? Зробіть пояснювальний рисунок, за-</p>	<p>Вектори (9кл.)</p>

Продовження таблиці А.1

1	2
<p>6. У відро масою 1,5 кг налили 5,5 л води. Яку силу треба прикладати, щоб утримувати відро в руках? Зробіть пояснювальний рисунок, зазначивши сили, що діють на відро.</p>	
<p>§ 21. Тертя. Сила тертя</p>	
<p>4. Намагаючись зрушити з місця шафу, до неї прикладають горизонтальну силу, що поступово збільшується. Шафа почала рухатися, коли сила досягла 175 Н.</p> <p>а) Як змінювалася сила тертя між шафою та підлогою?</p> <p>б) Що відбуватиметься, якщо силу збільшувати ще?</p> <p>в) Яким є коефіцієнт тертя ковзання між шафою та підлогою, якщо маса шафи становить 70 кг?</p>	<p>Вектори (9кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дроби (5кл.).</p>
<p>Частина II. Тиск. закон Архімеда. Плавання тіл</p>	
<p>§ 22. Тиск твердих тіл на поверхню. Сила тиску</p>	
<p>5. Подайте зазначений тиск у паскалях: 0,35 кН/м²; 1,5 Н/см²; 36 мН/см².</p> <p>6. Хлопчик виїхав на лижах на снігову галявину. Сніговий наст галявини витримує тиск 2 кПа. Ширина лиж — 10 см, довжина — 1,5 м. Якою може бути максимальна маса хлопчика, щоб він не провалювався в сніг?</p>	<p>5. Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.)</p> <p>6. Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дроби (5кл.), Пропорції (6 кл.)</p>
<p>§ 23. Тиск газів і рідин. Закон Паскаля</p>	
<p>10. Під дією сили 300 Н малий поршень гідравлічної машини опустився на 4 см, а великий піднявся на 1 см. Визначте силу, що діяла на великий поршень.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.),</p>

Продовження таблиці А.1

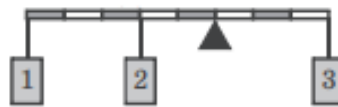
1	2
	Дроби (5кл.), Пропорції (6 кл.)
§ 24. Гідростатичний тиск	
4. На якій глибині тиск у мастилі становить 8 кПа?	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дроби (5кл.)
§ 25. Атмосферний тиск і його вимірювання. Барометри	
5. Подайте тиск 550 мм рт. ст. у кілопаскалях; тиск 93 324 Па — у міліметрах ртутного стовпа.	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.)
§ 26. Сполучені посудини. Манометри	
8. Визначте максимальну осадку річкового судна, що дістало пробоїну в дні, якщо матрос, маса якого дорівнює 80 кг, зміг перекрити доступ води, накривши отвір площею 200 см ² пластиною і ставши на неї. Масу пластини не враховуйте.	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7кл.), Дроби (5кл.)
§ 27. Виштовхувальна сила в рідинах і газах. Закон Архімеда	
9. На сталевому тросі, жорсткість якого становить 3 МН/м, рівномірно піднімають зі дна водойми затонулу статую об'ємом 0,5 м ³ .	Перетворення одиниць

Продовження таблиці А.1

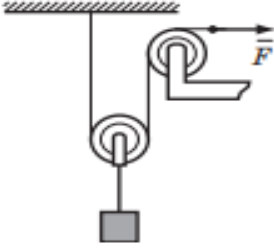
1	2
Поки статуя була під водою, видовження троса дорівнювало 3 мм. Визначте масу статуї. Опором води знехтуйте.	вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дроби (5кл.)
§ 28. Умови плавання тіл	
7. Визначте об'єм зануреної у воду частини машини-амфібії та масу машини, якщо на неї діє архімедова сила 140 кН.	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дроби (5кл.)
Розділ 4. Механічна робота та енергія	
§ 30. Механічна робота. Одиниця роботи	
9. Яку роботу треба виконати, щоб підняти з дна на поверхню озера камінь масою 15 кг? Глибина озера становить 2 м, середня густина каменя — 3000 кг/м ³ . Опором води знехтуйте.	Розкладання многочлена на множники. Винесення спільного множника за дужки (7кл.)
§ 31. Потужність	
8. «Три ущелини» — розташована в Китаї найпотужніша гідроелектростанція у світі. Вона може замінити 9 атомних електростанцій середньої потужності. Висота її греблі дорівнює 180 м, потужність водного потоку становить 22,5 ГВт. Визначте об'єм води, що падає з греблі за хвилину.	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння

Продовження таблиці А.1

1	2
	з однією змінною (7 кл.), Дроби (5кл.), Стандартний вид числа (8кл.)
§ 32. Механічна енергія. Потенціальна і кінетична енергії тіла	
<p>6. Тіло рухається зі швидкістю 7,2 км/год. Визначте масу цього тіла, якщо його кінетична енергія становить 5 Дж.</p>	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дроби (5кл.),
§ 33. Закон збереження і перетворення механічної енергії	
<p>7. М'яч кинули вертикально вгору зі швидкістю 8 м/с. Визначте, на якій висоті швидкість руху м'яча зменшиться вдвічі. Опором повітря знехтуйте.</p>	Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дроби (5кл.), Пропорції (6 кл.), Розкладання многочлена на множники. Винесення спільного множника за дужки (7кл.)
§ 34. Момент сили. Умова рівноваги важеля	
<p>7. Маса вантажу 1 — 10 кг, вантажу 2 — 5 кг (рис. 6). Визначте масу вантажу 3. З якою силою важіль тисне на опору?</p>	Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дроби (5 кл.),



Кінець таблиці А.1

1	2
§ 35. Рухомий і нерухомий блоки	
<p>4. Яку силу F треба прикласти до вільного кінця мотузки (див. рис. 2), щоб підняти вантаж масою 100 кг, якщо маса рухомого блока становить 2 кг? Вважайте, що тертя в осях відсутнє.</p>  <p>Рис. 2</p>	Дроби (5кл.), Вектори (9кл.)
§ 36. Прості механізми. Коефіцієнт корисної дії механізмів	
<p>6. Вантаж масою 108 кг підняли за допомогою важеля, прикладаючи вертикальну силу \vec{F}, значення якої дорівнює 400 Н. Визначте ККД важеля, якщо плече сили, яка діє на важіль з боку вантажу, втричі менше від плеча сили \vec{F}.</p>	Дроби (5кл.), Вектори (9кл.), Відсотки (5 кл)

Таблиця А.2 – Аналіз необхідних математичних знань для розв'язання задач з [35].

Теми фізики (8 клас)	Необхідна математика (теми, у якому класі вивчаються)
1	2
Розділ 1. Теплові явища	
<p>§ 8. Питома теплоємність речовини. Кількість теплоти, що поглинається речовиною під час нагрівання або виділяється під час охолодження</p>	

Продовження таблиці А.2

1	2
<p>4. Для нагрівання на $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ деталі масою 250 г було передано 20 кДж теплоти. З якого матеріалу виготовлена деталь?</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.)</p>
§ 9. Тепловий баланс	
<p>4. Латунна посудина масою 200 г містить 400 г води за температури $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. У воду опустили 800 г срібла за температури $69\text{ }^{\circ}\text{C}$. У результаті вода нагрілася до температури $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Визначте питому теплоємність срібла.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дії з одночленами та многочленами (7кл.)</p>
§ 11. Плавлення та кристалізація	
<p>2. На <u>рис. 1</u> наведено графік плавлення та кристалізації деякої речовини. Якому стану речовини відповідають точки <i>A</i>, <i>B</i>, <i>C</i> і <i>D</i> графіка?</p> <p>3. На <u>рис. 2</u> подано графіки плавлення деяких речовин. Яка речовина має вищу температуру плавлення? Яка речовина на початку дослідів мала вищу температуру? Скориставшись <u>табл. 2 Додатка</u>, визначте, про які речовини йдеться.</p>	<p>Графіки (6.7 кл.)</p>

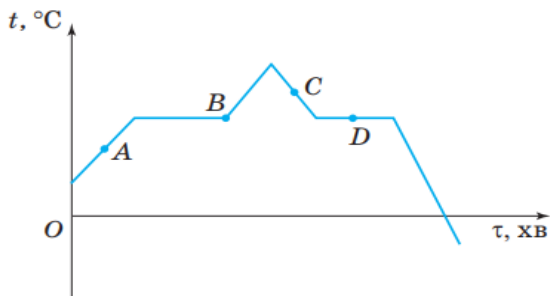


Рис. 1

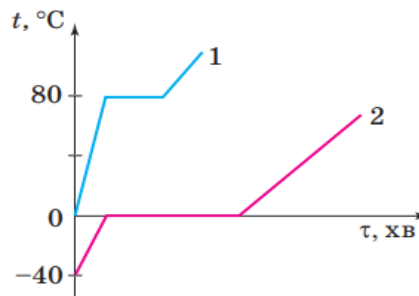


Рис. 2

Продовження таблиці А.2

1	2
§ 12. Питома теплота плавлення	
<p>7. Свинцева куля, яка рухалася зі швидкістю 300 м/с, ударила об металеву пластину і зупинилась. Яка частина свинцю розплавилась, якщо вважати, що свинець повністю поглинув енергію, яка виділилася під час удару? Початкова температура кулі 27 °С.</p>	<p>Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.)</p>
§ 14. Кипіння. Питома теплота пароутворення	
<p>5. На скільки збільшиться внутрішня енергія 10 кг льоду, взятого за температури 0 °С, у результаті перетворення його на пару, що має температуру 100 °С?</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Дії з одночленами та многочленами (7кл.)</p>
§ 15. Теплота згоряння палива. Коефіцієнт корисної дії нагрівника	
<p>5. Чайник, що стоїть на газовому пальнику, містить 2 л води за температури 20 °С. Для нагрівання води витратили 42 г природного газу. Визначте температуру води в чайнику, якщо вода одержала 40 % тепла, яке може бути виділено під час повного згоряння цього газу.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Відсотки (5 кл.)</p>
§ 16. Принцип дії теплових двигунів. ККД теплового двигуна	
<p>3. Яку корисну роботу виконає тепловий двигун, ККД якого становить 20 %, якщо в ньому згорить 10 л бензину?</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з</p>

Продовження таблиці А.2

1	2
Розділ 2 Електричні явища. електричний струм	
	однією змінною (7 кл.), Відсотки (5кл), Стандартний вид числа (8кл.)
§ 19. Електричний заряд та електромагнітна взаємодія	
<p>4. Скільки надлишкових електронів має бути передано тілу, щоб воно отримало заряд, який дорівнює -1 Кл?</p>	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.)
§ 22. Закон Кулона	
<p>5. Дві однакові провідні кульки із зарядами -5 нКл і $+15$ нКл торкнулись одна одної та розійшлись на відстань 60 см. Визначте силу взаємодії кульок. Вважайте кульки точковими зарядами.</p>	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Стандартний вид числа (8кл.), Модуль числа (6кл.)
§ 24. Дії електричного струму	
<p>5. Електрообігрівач, який працює в кімнаті, виділяє протягом доби 81 МДж теплоти. Скільки дров потрібно спалити в каміні, щоб передати кімнаті ту саму кількість теплоти? ККД каміна 45 %.</p>	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.), Відсотки (5 кл)

Продовження таблиці А.2

1	2
§ 25. Джерела електричного струму	
<p>6. Загальна потужність генераторів Дністровської гідроелектростанції дорівнює 702 МВт, ККД — 92 %; висота падіння води — 54 м. Визначте масу води, що падає з греблі за хвилину.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.), Відсотки (5 кл)</p>
§ 27. Сила струму. Одиниця сили струму. Амперметр	
<p>5. Чому дорівнює сила струму в провіднику, якщо за 10 с через його поперечний переріз проходить $2 \cdot 10^{20}$ електронів?</p>	<p>Стандартний вид числа (8кл.)</p>
§ 28. Електрична напруга. Одиниця напруги. Вольтметр	
<p>4. Електричне поле, переміщуючи ділянкою кола заряд 60 Кл, виконує таку саму роботу, яку виконує сила тяжіння під час падіння тіла масою 200 г з висоти 360 м. Чому дорівнює напруга на ділянці?</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Система рівнянь (7 кл)</p>
§ 29. Електричний опір. Закон Ома	
<p>8. З мідного дроту, площа поперечного перерізу якого дорівнює 10 мм^2, виготовлено кільце діаметром 10 см. Визначте масу кільця.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Стандартний вид числа (8кл.), Система рівнянь (7 кл)</p>

Продовження таблиці А.2

1	2
Частина 2. Робота і потужність Електричного струму. Електричний струм у різних середовищах	
§ 33. Робота і потужність електричного струму	
<p>5. Визначте силу струму, яку споживає електродвигун підйомального крана, якщо вантаж масою 1 т кран підіймає на висоту 19 м за 50 с. ККД електродвигуна становить 80 %, напруга на клеммах — 380 В.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Відсотки (5)</p>
§ 34. Теплова дія струму. Закон Джоуля— Ленца	
<p>4. Електрокип'ятильник за 5 хв нагріває 0,2 кг води від 14 °С до кипіння за умови, що в його обмотці тече струм силою 2 А. Визначте напругу, подану на електрокип'ятильник. Втратами енергії знехтуйте.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.)</p>
§ 36. Електричний струм у металах	
<p>4. У металевому провіднику завдовжки 10 см і з площею поперечного перерізу 0,4 см² тече струм силою 80 А. Якою є середня швидкість напрямленого руху електронів у провіднику, якщо в кожному кубічному сантиметрі провідника міститься $2,5 \cdot 10^{22}$ вільних електронів?</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.)</p>
§ 37. Електричний струм в електролітах	
<p>6. Під час електролізу, де електролітом був розчин сульфатної кислоти, за 50 хв виділилося 3 г водню. Визначте втрати потужності на нагрівання електроліту, якщо його опір становив 0,4 Ом.</p>	<p>Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний</p>

Кінець таблиці А.2

1	2
	вид числа (8кл.), Властивості степеня (7кл.), Степінь із цілим від'ємним показником (8 кл.)
§ 38. Застосування електролізу	
4. Під час рафінування міді анодом слугує пластина неочищеної міді масою 2 кг, що містить 12 % домішок. Скільки енергії необхідно витратити для очищення цієї міді, якщо процес відбувається за напруги 6 В?	Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.)

Таблиця А.3 – Аналіз необхідних математичних знань для розв'язання задач з [36].

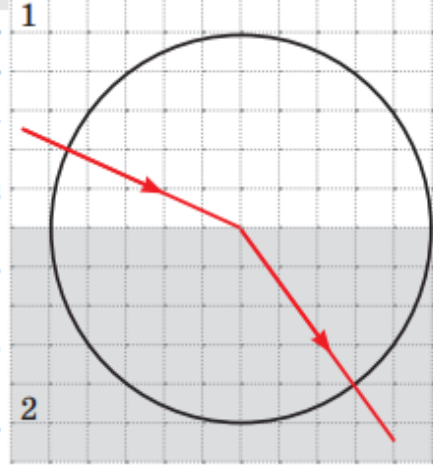
Теми фізики (9 клас)	Необхідна математика (теми, у якому класі вивчаються)
1	2
Розділ 1. Магнітне поле	
§ 4. Сила Ампера	
6. Горизонтальний провідник масою 5 г і завдовжки 10 см лежить на рейках у вертикальному магнітному полі індукцією 25 мТл (рис. 4). Визначте: а) у якому напрямку рухатиметься провідник, якщо замкнути електричне коло; б) коефіцієнт тертя, якщо за сили струму в провіднику 5 А провідник рухається прямолінійно рівномірно.	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.),

Продовження таблиці А.3

1	2
	Стандартний вид числа (8кл.)
Розділ 2. Світлові явища	
§ 9. Світлові явища. Джерела та приймачі світла. Швидкість поширення світла	
3. За який приблизно час світло проходить відстань від Сонця до Землі — 150 млн км?	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Стандартний вид числа (8кл.)
§ 10. Світловий промінь і світловий пучок. Закон прямолінійного поширення світла. Сонячне та місячне затемнення	
4. Електрична лампа, що має форму кулі діаметром 6 см, розташована на відстані 1 м від екрана. Визначте, на якій найменшій відстані від екрана слід розмістити тенісну кульку діаметром 40 мм, щоб вона не відкидала тінь на екран, а давала тільки півтінь.	Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.), Пропорції (6 кл.)
§ 11. Відбивання світла. Закони відбивання світла. Плоске дзеркало	
7. Сонячний промінь відбивається від поверхні озера. Кут між падаючим променем і горизонтом удвічі більший, ніж кут між падаючим і відбитим променями. Чому дорівнює кут падіння променя?	Дія з кутами (7 кл.)

Продовження таблиці А.3

1	2
<p>§ 12. Заломлення світла на межі поділу двох середовищ. Закони заломлення світла</p>	
<p>7. Світловий промінь переходить із середовища 1 у середовище 2 (рис. 3). Швидкість поширення світла в середовищі 1 становить $2,5 \cdot 10^8$ м/с. Визначте:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) оптична густина якого середовища є більшою; 2) показник заломлення середовища 2 відносно середовища 1; 3) швидкість поширення світла в середовищі 2; 4) абсолютний показник заломлення кожного середовища. 	<p>Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8 кл.), Пропорції (6 кл.), Тригонометричні функції кута (8 кл.)</p>
<p>§ 15. Побудова зображень у лінзах. Деякі оптичні пристрої. Формула тонкої лінзи</p>	
<p>5. За допомогою лінзи отримали чітке зображення предмета на екрані. Визначте: 1) оптичну силу лінзи, якщо предмет розташований на відстані 60 см від лінзи, а відстань між предметом і екраном дорівнює 90 см; 2) висоту предмета, якщо висота його зображення 5 см.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4 кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Пропорції (6 кл.), Дроби (5 кл.)</p>
<p>§ 16. Око як оптична система. Зір і бачення. Окуляри. Вади зору та їх корекція</p>	
<p>5. Хлопчик читає книжку, тримаючи її на відстані 20 см від очей. Визначте оптичну силу лінз, які необхідні хлопчикові, щоб читати книжку на відстані найкращого зору для нормального ока.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4 кл.), Дроби (5 кл.)</p>



Продовження таблиці А.3

1	2
Розділ 3. Механічні та електромагнітні хвилі	
§ 17. Виникнення та поширення механічних хвиль. Фізичні величини, які характеризують хвилі	
<p>5. У результаті вибуху, зробленого геологами, в земній корі поширилася хвиля зі швидкістю 4,5 км/с. Відбита від глибоких шарів Землі, ця хвиля була зафіксована на поверхні Землі через 20 с після вибуху. На якій глибині залягає порода, густина якої різко відрізняється від густини земної кори?</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.)</p>
§ 18. Звукові хвилі. Інфразвук і ультразвук	
<p>6. Скільки коливань здійснює джерело звуку за 5 с, якщо довжина хвилі в повітрі дорівнює 1 м?</p>	<p>Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.)</p>
§ 20. Шкала електромагнітних хвиль	
<p>4. Якою є довжина електромагнітної хвилі у вакуумі, якщо її частота дорівнює $3 \cdot 10^{12}$ Гц? До якого діапазону належить ця хвиля?</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.)</p>

Продовження таблиці А.3

1	2
§ 21. Фізичні основи сучасних бездротових засобів зв'язку. Радіолокація	
2. Радіолакактор працює на частоті $6 \cdot 10^8$ Гц. Радіохвилю якої довжини він випромінює?	Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.
Розділ 4. Фізика атома та атомного ядра. Фізичні основи атомної енергетики	
§ 23. Радіоактивність. Радіоактивні випромінювання	
5. Визначте масу α -частинки, знаючи, що маса протона і маса нейтрона приблизно дорівнюють $1,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Якою є кінетична енергія α -частинки, якщо вона рухається зі швидкістю $1,5 \cdot 10^7$ м/с?	Стандартний вид числа (8кл.), Властивості степеня (7кл.)
§ 27. Атомна енергетика України. Екологічні проблеми атомної енергетики	
3. Скільки енергії за добу виробляє Запорізька АЕС, якщо один із її блоків перебуває на плановому ремонті, а решта працюють на повну потужність? Теплова потужність кожного реактора на АЕС дорівнює 3000 МВт, ККД — 33,3 %.	Лінійні рівняння (7 кл.), Стандартний вид числа (8кл.), Відсотки (5 кл)
Розділ 5. Рух і взаємодія. Закони збереження	
§ 28. Рівноприскорений прямолінійний рух	
7. На <u>рис. 1</u> подано графіки залежності $a_x(t)$ для двох тіл. Для кожного тіла запишіть рівняння залежності $v_x(t)$ і побудуйте графік цієї залежності, якщо $v_{01x} = -4$ м/с, $v_{02x} = 8$ м/с.	<div data-bbox="841 1623 1230 1923" data-label="Figure"> </div> Графік лінійної функції (7 кл.)

Продовження таблиці А.3

1	2
§ 29. Переміщення під час рівноприскореного прямолінійного руху	
<p>4. Рівняння координат двох тіл, які рухаються вздовж осі OX, мають вигляд: $x_1 = 8 - 2t + t^2$; $x_2 = -2 - 5t + 2t^2$.</p> <p>1) Для кожного тіла визначте: а) яким є його рух; б) початкову координату; в) модуль і напрямок початкової швидкості; г) прискорення руху.</p> <p>2) Знайдіть час і координату зустрічі тіл.</p> <p>3) Для кожного тіла запишіть рівняння $v_x(t)$ і $s_x(t)$, побудуйте графіки проєкцій швидкості та переміщення.</p>	<p>Графік лінійної функції (7 кл.), Квадратні рівняння (8 кл.), Квадратична функція, її графік і властивості (9 кл.)</p>
§ 31. Другий закон Ньютона	
<p>4. Унаслідок дії сили 15 кН тіло рухається прямолінійно так, що його координата змінюється за законом: $x = -200 + 9t - 3t^2$. Визначте масу тіла.</p>	<p>Перетворення одиниць вимірювання величин (4 кл.), Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Стандартний вид числа (8 кл.)</p>
§ 32. Третій закон Ньютона	
<p>3. Хлопчик масою 48 кг, стоячи на гладенькому льоду, відштовхнув від себе кулю масою 3 кг, надавши їй у горизонтальному напрямку прискорення 8 м/с^2. Якого прискорення набув хлопчик?</p>	<p>Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Пропорції (6 кл.)</p>

Кінець таблиці А.3

1	2
§ 33. Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння. Прискорення вільного падіння	
8. Рівняння руху тіла: $x = -5t + 5t^2$. Якими є початкова швидкість і прискорення руху тіла? Через який інтервал часу тіло змінить напрямок свого руху?	Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.)
§ 34. Рух тіла під дією сили тяжіння	
4. Із даху будинку на висоті 45 м випущено горизонтально стрілу з початковою швидкістю 20 м/с. Через який інтервал часу стріла впаде на землю? Якими будуть дальність польоту та переміщення стріли?	Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Квадратні корені (8 кл.)
§ 35. Рух тіла під дією кількох сил	
6. Автомобіль масою 3 т рухається з гори, розвиваючи силу тяги 3000 Н. Визначте, з яким прискоренням рухається автомобіль, якщо коефіцієнт опору рухові дорівнює 0,04, а ухил становить 0,03.	Стандартний вид числа (8кл.), Система рівнянь (7 кл), Вектори (9кл.), Тригонометричні функції кута (8 кл.)
§ 38. Застосування законів збереження енергії та імпульсу в механічних явищах	
4. Кулька масою 10 г вилітає з пружинного пістолета, влучає в центр підвішеного на нитках пластинінового бруска масою 30 г і прилипає до нього. На яку висоту підніметься брусок, якщо перед пострілом пружина була стиснута на 4 см, а жорсткість пружини — 256 Н/м?	Лінійні рівняння з однією змінною (7 кл.), Пропорції (6 кл.), Квадратні корені (8 кл.)