

**Курсова робота****“Проблема постановки і розв’язання графічних задач в курсі фізики 9 класу”**

Зміст

Вступ 4

Розділ I. Роль і місце задач в навчальному процесі з фізики. 7

§1.1. Місце графічних задач в системі навчання фізики. 7

§1.2. Графічний спосіб розв’язування задач 12

§1.3 Види графічних задач 17

РОЗДІЛ II. Методичні особливості розв’язування графічних задач 21

§2.1. Розв’язування графічних задач з кінематики 21

§2.2. Особливості розв’язування задач з динаміки. 26

§2.3. Приклади розв’язування графічних задач з тем “Елементи статички” та “Механічні коливання і хвилі”. 31

§2.4. Рух тіла, кинутого горизонтально і під кутом до горизонту 34

Висновок 37

Література 38

Вступ

У процесі вивчення фізики встановлюється зв’язок між явищами, властивостями фізичних тіл. Чим повніше і наочніше буде розкритий перед учнями цей зв’язок і зумовленість фізичних явищ одне одним, тим глибше і міцніше вони знатимуть ці явища. Все шкільне викладання фізики повинно бути пронизано вивченням взаємної залежності фізичних явищ природи. Поруч з цим повинні бути чітко викладені і усвідомлені учнями ті залежності, в які вступають числові значення фізичних величин. У формуванні фізичної закономірності звичайно і виражається ця залежність. Вона може бути виражена аналітично, таблично або графічно. Є досить актуальним у дидактичному плані зображення функціональної залежності за допомогою графіків, і це надає цінну допомогу в розвитку мислення учнів, в утворенні в них чіткого і якісного розуміння фізичних явищ і закономірностей, які становлять основу шкільного курсу фізики. Графічний метод подання інформації дуже наочний. Проте в шкільному курсі фізики роботі з графіками приділяється небагато уваги, зокрема і такій темі, як графічні задачі у розділі “Механіка”.

Головна мета даного дослідження полягає в тому, щоб дослідити знання і досвід вчителів з даної теми, показати різні методичні підходи до теми, методи розв’язування графічних задач у розділі “Механіка”.

Гіпотеза: у формуванні умінь учнів розв’язувати графічні задачі з даної теми можна досягти більш високого рівня при орієнтації вчителів на вироблення у школярів не часткових умінь, а узагальненого вміння розв’язувати задачі за допомогою використання передових методик.

Виходячи з гіпотези, для досягнення мети необхідно розв’язати такі завдання:

- 1) дослідити сучасний стан організації вивчення даної теми у загальноосвітній школі;
- 2) показати різні методичні підходи до теми.

Об’єктом дослідження виступає процес формування системи знань учнів при вивченні

даного розділу фізики.

Предметом є зміст, форма і методи формування системи знань.

Наукова назва дослідження: теоретично обґрунтувати формування системи знань учнів при навчанні розв’язувати графічні задачі з розділу “Механіка”, в основі якої лежать ідеї системності і наступності у навчанні.

Отже, графік у руках вчителя є дуже важливим методичним засобом для з’ясування багатьох питань, пов’язаних з вивченням фізичних явищ. Креслення графіків учнями на підставі фізичних закономірностей не є самоціллю і не викреслює всю роботу над графіком. Важливо, щоб учні навчились не тільки креслити, а й, що є найголовніше, “читати” графік та усвідомлювати фізичну закономірність, що її показано на графіку.

Розділ I. Роль і місце задач в навчальному процесі з фізики.

§1.1. Місце графічних задач в системі навчання фізики.

Розв’язування задач є однією з найважливіших ділянок роботи в системі навчання фізики в школі. Фізичні задачі різних типів можна ефективно використовувати на різних етапах вивчення матеріалу: а) для постановки проблеми, що потребує розв’язування; б) повідомлення нових знань; в) формування практичних умінь і навичок; г) перевірки якості засвоєння матеріалу; д) повторення, закріплення та узагальнення матеріалу; е) для розвитку творчих здібностей умов та ін.

Розв’язування задач повинно органічно поєднуватися з демонстраційним та фронтальним експериментом, усним викладом матеріалу, з використанням екранних навчальних посібників тощо.

Фізичною задачею в навчальній літературі (практиці) звичайно називають невелику проблему, яка в загальному випадку розв’язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій та експерименту на основі законів і методів фізики...

У методичній і навчальній літературі під задачами звичайно розуміють доцільно дібрані справи, основне призначення яких полягає у вивченні фізичних явищ, формуванні понять, розвитку фізичного мислення учнів і прищепленні їм умінь застосовувати свої знання на практиці.

Програмами з фізики для середньої школи передбачено обов’язкове розв’язування задач різного типу при вивченні фізики. Вважається, що без систематичного розв’язування задач курс фізики не може бути засвоєний. [18]

Розв’язування задач допомагає більш глибокому засвоєнню фізичних законів, розвитку логічного мислення, ініціативи, волі і наполегливості в досягненні поставленої мети, викликає інтерес до фізики.

Зміст фізичних задач розширює знання учнів про явища природи і техніки. В процесі рішення задач учні стикаються з необхідністю застосувати отримані знання з фізики в житті, глибше розуміють зв’язок теорії з практикою.[13]

В педагогічній практиці склалися такі три основні організаційні форми рішення задач:

- 1) учитель аналізує і записує на дошці більш складну задачу, запитаннями спонукає учнів до колективної роботи;
- 2) аналіз і обговорення задачі проводиться колективно під керівництвом вчителя, один з учнів записує розв’язок на дошці. Запропоновану задачу учні повинні спробувати розв’язати самостійно; для цього їм необхідно надати декілька хвилин подумати і лише після цього почати роботу з класом; для більш устигаючих учнів повинні бути підготовлені індивідуальні завдання;
- 3) учитель дає завдання, а учні самостійно їх виконують, при цьому учитель,

враховуючи успіхи кожного, консультує учнів; при виявленні типової помилки звертає на неї увагу. [1]

В навчальній і методичній літературі зараз накопичено велику кількість задач, проте до нашого часу немає єдиної точки зору на їх класифікацію. Нижче наведено схему одного з можливих типів класифікації задач.

Задачі з фізики можуть класифікуватись за різними ознаками: за змістом, за дидактичною метою, за глибиною дослідження питання, за способами подання умови, за ступенем важкості та ін. [18]

За способами подання умови фізичні задачі класифікують на текстові, експериментальні, задачі-малюнки, графічні.

Графічними вважаються такі задачі, в яких об’єктом дослідження є графіки, задані в умовах, в інших – їх потрібно побудувати. Найпростіші графічні задачі полягають в аналізі і побудові нескладних графіків. Далі можна пропонувати задачі на знаходження кількісних співвідношень і навіть на складання відповідних формул.

Розглянемо один з прикладів графічних задач.

Побудувати графік швидкості для руху, рівняння якого  $v = at$ . За цим графіком визначити шлях, який проходить тіло за 4с від початку руху. Правильність знайденого результату перевірити обчисленням значення шляху за рівнянням руху.

У загальному випадку рівняння прискореного руху записують так:

$s = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$ , де  $s$  - пройдений шлях;  $v_0$  - початкова швидкість руху тіла;

$a$  - прискорення руху тіла;  $t$  - час руху.

З рівняння руху, поданого в задачі, можна знайти початкову швидкість руху тіла ( $v_0$ ) та прискорення ( $a$ ). За цими даними можна побудувати графік швидкості руху тіла (рис.1).

За графіком швидкості можна знайти пройдений тілом шлях: він дорівнює площі фігури OABC. Ця площа дорівнює 36кв.од. Отже, шлях, пройдений тілом за 4с, становить 36м. Перевірити правильність знайденого результату можна за допомогою рівняння руху:

$s = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$ . [18]

Значення графічних задач в навчанні фізики визначаються в цілому двома обставинами.

1) При вивченні фізичних явищ часто визначають функціональні залежності між величинами, які характеризують процеси, що протікають в навколишньому середовищі і техніці. Поняття функціональної залежності більш повніше і конкретніше відображає взаємний зв’язок явищ. Графічне зображення функціональної залежності найбільш чіткіше і зрозуміліше виражає цю залежність. Графік наглядно розкриває фізичну закономірність. В ряді випадків в школі графічно можуть бути зображені деякі процеси (наприклад, робота змінної сили), які тільки в подальшому вивченні фізики можна виразити аналітично.

2) Графічні задачі і вправи сприяють свідомому засвоєнню фізичних закономірностей. Особливо велика їх роль в активізації процесу викладання фізики.

До графічних відносять задачі, в яких з аналізу графіків, приведених в умові, отримують дані для розв’язку задачі, розв’язок задачі виконують на основі побудови графіків і визначення, наприклад, координат точок перетину кривих, за графіком визначають максимальні і мінімальні значення функцій, за графічним зображенням процесів в одних координатних осях будують зображення цих процесів в інших координатних осях.

Наприклад пропонують такі завдання

1) Накресліть графіки ізотермічного, ізобарного та ізохорного процесів в ідеальному газі в координатних осях  $p, V$ ;  $p, T$ ;  $V, T$ . Порівняйте між собою графіки однакових процесів в різних координатних осях.

2) На малюнку 2а,б зображені графіки прискорень двох тіл (в осях “час-прискорення”). Накресліть графіки швидкості руху цих тіл.

Графічні вправи та задачі допомагають учням оволодіти цим важливим методом зображення функціональних зв’язків, які сприяють глибокому розкриттю фізичної суті процесів і явищ. [15]

## §1.2. Графічний спосіб розв’язування задач

Під час вивчення фізичних явищ дуже важливо розкрити перед учнями взаємозалежність і взаємозумовленість явищ, установити функціональні залежності між величинами. Графічний спосіб розв’язування задач стає на допомогу в здійсненні цих завдань.

Графічний прийом розв’язування застосовний до тих задач, умови яких формуються за допомогою ілюстрацій. Використання його дає змогу відповісти на запитання задачі у процесі дослідження відповідного креслення, графіка, рисунка, схеми, фотографії тощо. До переваг цього прийому треба віднести наочність і лаконічність розв’язку.

Розвивається функціональне мислення учнів, вони привчаються до точності і акуратності в роботі. У деяких розділах курсу фізики графічний прийом є одним із основних у процесі розв’язування якісних задач. [18]

В сучасному курсі фізики середньої школи особлива увага приділяється графічному відображенню залежностей, існуючих між різними величинами. Наочність графічного методу дозволяє глибше зрозуміти функціональні залежності між фізичними величинами.

графічний спосіб розв’язування задач виділяється як самостійний. В курсі математики учні будували деякі графіки. Вони знають, що функціональні залежності між величинами можуть бути представлені графічно. В процесі розв’язування фізичних задач приходиться оперувати конкретними величинами (графіки шляху і швидкості рівномірного прямолінійного руху). При цьому графік може виступати засобом задання умови задачі, визначення її вимог, отримання співвідношень між вимогами та умовою задачі, додаткових співвідношень. [24]

Структура графічного способу розв’язування фізичних задач виходить з розуміння графіка як форми вираження існуючої між величинами залежності. Поряд з графічною формою вираження залежності існують аналітична та таблична. Табличну будемо розуміти як проміжну між аналітичною і графічною формами, яка переводить аналітичну в графічну і навпаки. Першопочатковою формою є аналітична. Тому в основі графічного способу розв’язування фізичних задач лежить розуміння учнями процесу переходу аналітично заданої форми вираження залежності між величинами в графічну форму вираження залежності між тими ж величинами. Основні елементи такого процесу:

- 1) виділення аналітичної форми залежності між величинами, яка повинна бути представлена графічно;
- 2) визначення у виділеній аналітично представленій залежності незалежної і залежної змінних величин;
- 3) перетворення аналітичної форми запису залежності в табличну (задання декількох значень для незалежної змінної і визначення відповідних значень для залежної змінної);

- 4) вибір координатних осей;
- 5) перетворення табличної форми вираження залежності в графічну (знаходження системи точок, що відображають послідовність станів, і за ними - графічної форми вираження залежності). [24]

Розвинути в учнів правильне розуміння функціональних залежностей між величинами - важливе завдання вчителя фізики в школі. Цьому розвитку особливо сприяє застосування графічних зображень явищ і законів. побудова графіків:

- 1) веде до значно більшої наглядності при вивченні фізичних явищ і закономірностей;
- 2) є чудовим засобом для унаочнення важливої ідеї функціональної залежності двох змінних величин;
- 3) запобігає в багатьох випадках математичним труднощам, що виникають при вивченні явищ, які характеризуються змінними величинами;
- 4) знайомить учнів з методом дослідження і методом ілюстрації, широко використовується в різних галузях науки, техніки і практичному житті.

Тому графіки, починаючи з 7 класу, повинні застосовуватись при викладанні фізики значно більше, ніж це робиться на даний час. Учням потрібно постійно пропонувати читати графіки, розбиратися і знаходити в них всі характерні дані.

Для закріплення вивчених закономірностей, а також для контролю набутих учнями знань доцільно використовувати побудову схематичних графіків. У прямокутній системі координат, накресленій на чистому аркуші (або дошці), задають учням будь-які опорні точки і пропонують за цими даними накреслити криву, яка схематично відображала б ту або іншу фізичну закономірність. Від учнів вимагають уміти швидко від руки накреслити схематичний графік і сформулювати закономірність, яку він відображає. [9]

Слід мати на увазі небезпеку того, що учні з перших уроків по механіці не будуть привчатися до того, щоб в кожній формулі бачити функціональні залежності між фізичними величинами, залежності, що відображають зв'язки між реально існуючими тілами та їх взаємодіями. Тому особлива увага повинна бути звернена на правильне розуміння функціональної залежності. [8]

говорячи про різні способи розв'язування задач, не можна обійти таке важливе питання, як графічне оформлення умови задачі, яке доцільно робити при користуванні будь-яким способом. Аналіз фізичного змісту задачі, який супроводжується графічним зображенням процесів, прагне створити перед учнями динамічну картину протікання явищ (процесів) і тим самим активізує їх мислення.

Наприклад, у деяких задачах з механіки розглядаються рухи тіл по одній прямій, але в різноманітних ситуаціях. Побудова відрізків прямої, які умовно зображають шляхи, пройдені тілами, допомагають усвідомити взаємозалежність розглядуваних величин. [17]

Змалювання на графіках функціональних залежностей чисельних значень фізичних величин дозволяє учням краще зрозуміти, як одна фізична величина залежить від іншої, поступово створювати деякі уявлення про швидкість зміни функції, про її мінімум і максимум, середнє значення. [7]

Автори багатьох методичних праць вважають, що рисунок, схема або графік, зроблені учнем самостійно, іноді дають більш правильне уявлення про його знання, ніж довге пояснення словами. А іноді тільки за рисунком вдається встановити, що саме і чому учень не зрозумів.

Часто, коли учень не розуміє змісту процесів, про які йдеться в умові задачі, учитель пропонує йому відповідний рисунок. У процесі його виконання учень може з'ясувати свою

помилку в розумінні змісту задачі. [6]

Правильний, тобто правильно виконаний учнем рисунок або графік, безперечно показує, що він розуміє умову і зміст задачі. При користуванні навіть схематичним рисунком удається певною мірою конкретизувати абстрактні фізичні поняття і процеси.

Рисунки можуть відігравати різку роль при розв’язуванні задач:

- 1) як засіб наочності;
- 2) рисунком можна задати умову задачі;
- 3) вимірюючи певні елементи рисунка, можна визначити шукану величину (графічний розв’язок задач).

Насамперед зауважити потрібно те, що рисунок дасть потрібний ефект тільки тоді, коли він:

- 1) правильно науково і графічно виконаний;
- 2) чітко зображає основне, характерне для явищ заданої умови задач;
- 3) дає таке схематичне зображення ходу процесів, що учні добре бачать і розуміють зображене і легко накреслюють у зошитах;
- 4) виконаний точно і охайно, а його елементи композиційно розміщені відповідно до потреб зображуваного так, щоб займали мало місця на дошці (в зошитах).

Учні краще розуміють логічний аналіз умови задач, коли на дошці з’являється рисунок поступово, коли поява кожного його елемента супроводжується поясненням.

У цьому разі слово вдало поєднується з певними наочними образами, полегшується формування понять про фізичні процеси, взаємозв’язки між величинами, про принципи дії машин, приладів тощо. Поданий у готовому вигляді рисунок є таким самим складним комплексом взаємозв’язаних характеристик фізичного процесу, про який йдеться в умові задач, як і сам процес. Отже, у такому вигляді він дає значно менший ефект для розвитку мислення учнів при розв’язуванні задач [16]

### § 1.3 Види графічних задач

Більшість графічних вправ і задач можна розділити на декілька груп: "читання" графіків, графічні вправи, розв’язання задач графічним способом. Застосуванням кожної із них переслідуються конкретні цілі.

Графічний спосіб розв’язування задач визначається їх змістом. Графічні задачі - це задачі, у яких графік входить в умову або вимогу. За функцією графіка в задачі виділяють декілька видів графічних задач :

- 1) задачі, в умові яких графічно задається залежність між двома фізичними величинами або вимагається графічно виразити залежність між ними;
- 2) задачі, що використовують графічну інтерпретацію фізичних процесів;
- 3) задачі, в яких графічний спосіб задання залежності між величинами переводять в табличний або аналітичний і навпаки.[24]

"Читання" графіків - це аналіз вже накреслених графіків, який відкриває широкі методичні можливості навчання.

По-перше, за допомогою графіка можна наочно уявити функціональну залежність фізичних величин, виявити, в чому зміст прямої і зворотної пропорційності між ними, вказати, як швидко зростає чи спадає чисельне значення однієї фізичної величини в залежності від зміни іншої, коли вона досягає найбільшого і найменшого значень.

По-друге, графік дає можливість описати, як протікає той чи інший фізичний процес, дозволяє наочно показати найбільш істотні його сторони, звернути увагу учнів саме на

те, що є найбільш важливим в явищі, яке вивчається.

По-третє, читання графіків може заключатися і в тому, що за накресленим графіком, який виражає фізичну закономірність, записується її формула. На жаль, графіки різних функцій по курсу математики вивчаються з деяким запізненням для потреб фізики. Це обмежує можливості виражати фізичну закономірність аналітично, виходячи з її графіка. Однак дещо в цьому відношенні зробити можна. Наприклад, на малюнку 3 дано графік швидкості руху автомобіля. Необхідно записати формулу швидкості автомобіля для цього випадку руху.

Із графіка видно, що в деякий момент часу (на графіку прийнятий за початковий), коли автомобіль вже мав швидкість  $v_0$ , він почав рухатись рівноприскорено. Відомо, що швидкість такого руху для будь-якого моменту часу визначається за формулою:  $v = v_0 + at$ , де  $a$  - прискорення і  $t$  - час руху.

За графіком неважко визначити  $v_0$ , що дорівнює  $v_0$ . Так як прискорення дорівнює  $a$ , то  $a = \frac{v - v_0}{t}$ . Тому швидкість руху автомобіля може бути виражена формулою:  $v = v_0 + at$ . [16]

При виконанні подібних завдань учень усвідомлює можливість отримати з графіка числові значення фізичних величин, необхідних для розв’язання практичної задачі; повторює і засвоює означення кінематичних величин (наприклад, прискорення) і формули кінематики (швидкості і шляху); визнає, що числові значення фізичних величин визначають характер графіка, що величина прискорення визначає нахил прямої до осі часу, а величина початкової швидкості - відрізок, що відсікається прямою на осі швидкості і т. д.

В результаті такого вивчення графіка вчитель повинен добитися розуміння учнями того, що фізична формула і графік – це два вираження однієї і тієї ж функціональної залежності числових значень фізичних величин, що формула і графік – це два способи вираження взаємної обумовленості реальних величин. При такому “читанні” деяких графіків можна і потрібно добиватися того, що фізика вивчає конкретні явища природи і зв’язку між ними, а формула або графік є своєрідна мова, за допомогою якої виражається кількісна сторона явища, що вивчається.

Графічні вправи можуть бути наступними: креслення графіка по табличним даним, на основі одного графіка побудова іншого, креслення графіка за формулою, що виражає фізичну закономірність. Ці вправи повинні виробляти в учнів навички побудови графіків і уміння насамперед зручно вибирати ту чи іншу вісь координат для незалежної і залежної змінних і мірило, щоб добитися найбільш можливої точності побудови графіка, а потім і підрахунків по ньому, розумно обмежувати себе розмірами креслення. Увагу учнів слід звернути на те, що по накресленому по точках графіку легко визначити і проміжні значення фізичних величин, не вказаних в таблиці. Врешті, при виконанні графічних вправ учні переконуються в тому, що графік, побудований за табличними даними, наочніше, ніж таблиця, ілюструє виражену ними залежність між числовими значеннями фізичних величин. [23]

Побудова графіка за даними іншого графіка має ще й ту методичну цінність, що в цьому випадку графічна вправа переплітається з “читанням” графіка.

Побудова графіків без їх аналізу не дозволяє використовувати всі методичні можливості пов’язані з виконанням графічних вправ. Кожний накреслений графік повинен бути обговорений з учнями так, щоб, по-перше були чітко з’ясовані ті сторони фізичного явища, які з його допомогою відображені, і, по-друге, щоб він служив базою для обговорення з учнями й інших питань, що ведуть до більш глибокого вивчення фізичних

явищ. [25]

Нехай, наприклад, за табличними даними накреслено графік затухаючого коливання кульки, підвішеної на пружині. Він дає можливість обговорити наступні питання:

- 1) яка частота коливань кульки, якщо на малюнку 4 відображені її коливання протягом 1/10 секунди;
- 2) в скільки разів кожна наступна амплітуда коливання менша за попередню;
- 3) чи однакова швидкість коливання кульки при її проходженні положення рівноваги;
- 4) при найбільшому відхиленні від цього положення і т.д. [25]

Якщо учень вміє накреслити схематичний графік, то він розуміє явище, оволодів прийомами графічного зображення фізичної закономірності. Це повинно бути критерієм оцінки його графічної грамотності в області зображення фізичних закономірностей. До досягнення такої грамотності і повинна бути спрямована педагогічна майстерність учителя, так як вона сприяє засвоєнню учнями фізики.

РОЗДІЛ II. Методичні особливості розв’язування графічних задач

### § 2.1. Розв’язування графічних задач з кінематики

Серед задач на кінематику значне місце займають графічні задачі – задачі, де задано графік зміни фізичної величини, за яким необхідно знайти параметри руху чи записати відповідне рівняння, або, навпаки, задано певні параметри руху чи функціональна залежність фізичної величини, а учню слід накреслити відповідний графік. [17]

Доцільно звернути увагу учнів на те, що для побудови графіка, який має вигляд прямої лінії, досить знайти координати будь-яких двох точок; у деяких випадках простіше всього взяти дві точки, в яких одна з координат дорівнює нулю. Наприклад, з рівняння руху знаходять значення  $x$ , коли  $t = 0$ , і значення  $t$ , коли  $x = 0$ , наносять ці точки на координатну сітку і через них проводять пряму лінію.

Досвід кращих учителів переконує, що на уроці не варто витратити багато часу на задачі з докладною побудовою різноманітних графіків. Доцільніше побудувати з учнями один графік, а потім за ним докладно проаналізувати можливі варіанти і все схематично занотувати в зошитах учнів. Наприклад, учні креслять графік  $x = 2 + 4t$ , після цього в обговоренні з учителем з’ясовують, як пройде графік  $x = 4t$  і  $x = -5 + 4t$ .

Підкреслюємо, що графіки паралельні (мал.5), бо в усіх рівняннях однаковий коефіцієнт при  $t$ . На основі цього робимо висновок, що при однаковій швидкості руху кут нахилу графіка залишається незмінним. Аналізуємо з фізичної точки зору і значення  $x_0 = -5$ , коли  $t = 0$  у третьому графіку (у вибраний момент часу тіло відносно тіла відліку мало від’ємну координату).

Після цього на другій координатній сітці будують знову графік  $x = 2 + 4t$  та графіки  $x = 2 + 2t$ ,  $x = 2 - t$  (мал.6). У порівнянні цих трьох графіків з’ясовується, що кут нахилу графіка характеризує швидкість рівномірного руху.

Кількість тренувальних вправ можна значно збільшити, якщо використати графопроектор або епідіаскоп. З метою контролю набутих знань та вмінь учнів варто розв’язувати такі графічні задачі, використовуючи графопроектор чи спеціально підготовлені плакати або написи дидактичного матеріалу на дошці. [22]

Наступним кроком у доборі задач є задачі, в яких за графіком зміни одних величин пропонується накреслити графік зміни іншої величини. Для рівномірного руху це може бути креслення графіків швидкості за графіком зміни координати чи шляху.

При вивченні рівномірного руху зустрічаються задачі, які за фізичним змістом можна поділити на чотири групи:



- 1) задачі, в змісті яких мова йде про графік швидкості;
- 2) задачі із графіком зміни координати з часом;
- 3) задачі із графіком зміни проекції переміщення;
- 4) задачі із графіком шляху.

Учні повинні добре усвідомити, що графік зміни координати і проекції переміщення майже однакові, перший тільки зміщений паралельно до другого вздовж вертикальної осі залежно від значення початкової координати; графік шляху і графік зміни проекції переміщення збігаються у випадку, коли тіло рухається прямолінійно і напрям руху збігається з напрямом осі координат, в інших випадках графік проекції переміщення відрізняється лише тим, що проходить в інших квадратах системи координат. Деякі учні плутають графік зміни проекції переміщення чи шляху із траєкторією руху, поданою в певній системі координат. Щоб, цього запобігти, краще всього зобразити їх паралельно і показати, чим вони відрізняються. [22,10]

Під час вивчення рівноприскореного руху доводиться розв’язувати графічні задачі, переважна більшість з яких ґрунтується на знанні графіка миттєвої швидкості. Але графік швидкості рівноприскореного руху має також кілька різновидів. Оскільки математичний вираз залежності проекції швидкості від часу  $V = V_0 + at$  аналогічний відомому учням виразу  $x = x_0 + Vt$  для рівномірного руху, то із порівняння цих виразів і відповідних графіків слід починати ознайомлення із графічними задачами в цій темі. Етапи навчання і різновиди задач аналогічні тим, що були в попередній темі: спочатку добирають і аналізують задачі, які включають графіки з різними значеннями  $V_0$  і однаковими прискореннями  $a$ , потім, навпаки, записують рівняння швидкості для одного і того самого значення  $V_0$ , але різних значень прискорення. [2,5]

Складнішими є задачі, в яких синтезовано графіки швидкостей рівномірного і рівноприскореного рухів, розв’язання яких слід практикувати на завершальному етапі. Це задачі, наприклад, такого змісту: “Маючи швидкість 2 м/с, тіло почало рухатися рівноприскорено з  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>. Через  $t_2 = 4$ с його рух став рівномірним, а ще через  $t_3 = 4$ с воно почало рухатися з прискоренням  $a = -2$  м/с<sup>2</sup>. Побудувати графік зміни проекції швидкості і за ним знайти, через скільки секунд після початку спостереження ( $t_1 = 0$ ) тіло зупинилося”. [14,22]

Або: “Описати за графіком проекції швидкості характер руху тіла відповідно поданих інтервалів часу. (мал.6)”.

З досвіду вчителів відомо, що найбільш складними для учнів є графіки з від’ємним значенням функції (приклад такого графіка подано на малюнку 6), тому на аналіз фізичного змісту задачі із такими графіками слід звернути особливу увагу, частіше їх практикувати.

Іноді учні плутають графіки зміни координати рівномірного і проекції швидкості рівноприскореного рухів. Тому слід привчати учнів перед читанням графіка звернути увагу на те, значення яких фізичних величин відкладено на осях координат. [11]

Розглянемо тепер приклади розв’язування задач з кінематики.

Приклад 1. Відстань між містами А і Б рівна 250 км. Одночасно з обох міст назустріч один одному виїжджають два автомобілі, рух яких вважаємо рівномірним. Автомобіль з міста А рухається з швидкістю 60км/год, а з міста Б 40км/год. Побудувати графіки залежності шляху від часу для обох автомобілів і за графіком визначити час і місце зустрічі автомобілів.

Розв’язування задачі:

Побудуємо графіки (мал.7) залежності шляху від часу для кожного автомобіля.

Автомобіль з міста А щогодини проходить 60км, а автомобіль з міста Б 40км. З графіка отримуємо, що автомобілі зустрінуться через 2,5год на відстані 150км від міста А.[12]

Приклад 2. Задано рух точки графіком швидкості (мал.8). Визначити середню швидкість і середнє прискорення точки за 5с. За даним графіком швидкості точки побудувати графік прискорення.

Розв’язування задачі:

За графіком швидкості знайдемо шлях, пройдений точкою за 5с. Він чисельно дорівнює площі фігури під графіком:  $S = 0,5м + 1м + 2,5м + 8м = 12м$ . Тоді середня швидкість точки  $V_c = 2,4м/с$ . Для побудови графіка прискорення знайдемо за графіком швидкості прискорення точки протягом першої секунди  $a_1 = 1м/с^2$ , другої –  $a_2 = 0$ , третьої  $a_3 = 3м/с^2$  і четвертої та п’ятої  $a_4 = 0$ ,  $a_5 = 0$ . Графік прискорення має вигляд, зображений на малюнку 9. За цим графіком знаходимо  $V=4м/с$ . Тоді  $a_c = 0,8м/с^2$ . [3]

Приклад 3. На малюнку 10 зображено графік швидкості руху певного тіла. Визначити: а) характер його руху, початкову швидкість і прискорення, які відповідають відрізкам графіка: АВ, ВС, CD і DE; б) миттєві значення швидкості в кінці 2, 4, 6 і 9 секунд.

Розв’язування задач:

а) Відрізок АВ графіка відповідає рівномірному рухові зі сталою швидкістю  $V_A = V_B = 2м/с$ ;  $a = 0$ . Відрізок ВС описує рівноприскорений рух з початковою швидкістю  $V_B = 2м/с$ , кінцевою швидкістю  $V_C = 5м/с$  і прискоренням  $a_{BC} = 1,5м/с^2$ . Відрізок CD графіка відповідає рівносповільненому рухові з початковою швидкістю  $V_C = 5м/с$ , кінцевою швидкістю  $V_D = 0$  і прискоренням  $a_{CD} = -2,5м/с^2$ . І нарешті, відрізок DE графіка описує рівноприскорений рух з початковою швидкістю  $V_D = 0$ , кінцевою швидкістю  $V_E = 3м/с$  і прискоренням  $a_{DE} = 1м/с^2$ .

б)  $V_2 = 2м/с$ ;  $V_4 = 5м/с$ ;  $V_6 = 0$ ;  $V_9 = 3м/с$ . [4]

Наведені приклади задач демонструють, як можна наочно, спираючись на елементарні знання учнів з математики, ілюструвати їм механіку руху тіла та з’ясувати фізичний зміст рівнянь руху тіл при побудові графіків.

## § 2.2. Особливості розв’язування задач з динаміки.

Важливу роль під час вивчення теми “Основи динаміки” відіграє розв’язування задач.

Задачі допомагають глибше зрозуміти закономірності, вивчені в цьому розділі.

Багаторазове застосування законів Ньютона під час розв’язування задач формує правильне розуміння сили як величини, що виражає собою кількісну міру дії інших тіл на дане тіло. Разом з тим учні краще усвідомлюють, що маса як фізична величина кількісно характеризує інертність тіла. Задачі виробляють уміння знаходити зв’язок між силою, масою і прискоренням за різних конкретних умов. Під час розв’язування задач учні добре засвоюють одиниці, що застосовуються в системі СІ.

Послідовність у доборі задач на другий і третій закони Ньютона визначається насамперед дидактичним принципом – від задач з мінімальним математичним навантаженням до задач, в яких прискорення є результат дії багатьох сил. Спочатку розв’язують задачі на динаміку прямолінійних рухів. Уже після перших кроків, коли учні зрозуміють основні етапи розв’язування задач, можна перейти до розв’язання задач на динаміку руху по колу. [21]

Розв’язувати задачу доцільно в такій послідовності. Спочатку розглядаємо умову задачі, аналізуємо її зміст. Встановлюємо, яку закономірність треба використати при

розв’язуванні задачі, яке співвідношення існує між шуканими величинами і даними, яким повинен бути хід розв’язування, які потрібні додаткові обчислення. Особлива увага приділяється встановленню взаємодії тіла, що рухається, з іншими тілами, тобто визначаємо, які сили діють на дане тіло і які саме сили впливають на прискорення. Такий аналіз дасть змогу уникнути зайвих пошуків. Розв’язування стає осмисленим і раціональним.

На схематичному малюнку слід показати сили, що діють на тіло. Малюнок конкретизує умову задачі і дає можливість чітко визначити, які сили повинні увійти в рівняння руху (формулу, що виражає другий закон Ньютона).

Потім слід обрати систему відліку, відносно якої і розглядається рух, а також визначити початок відліку часу. Останнє потрібно, якщо умова задачі вимагає складання не тільки рівнянь руху з динаміки, а й з кінематики. Потрібно накреслити координатні осі та визначити їх додатній напрям. Якщо сили діють по одній прямій, можна обмежитись однією координатною віссю. Бажано, щоб напрям координатної осі і напрям переміщення були однаковими. На малюнку доцільно показати також напрям вектора прискорення, якщо він відомий. Якщо ж напрям прискорення невідомий, то його вибирають довільно, і, коли у відповіді прискорення додатне, то його напрям було вибрано правильно. [21]

Потім слід приступити до складання рівняння руху або системи рівнянь на основі законів динаміки і кінематики. Рівняння спочатку складаються і векторній формі, а потім у скалярній.

Задача розв’язується у загальному вигляді. Обчислення, як правило, в СІ, але допускається розв’язування і в позасистемних одиницях, якщо виражені в них числові значення спрощують обчислення. Але остаточний результат потрібно записати в СІ. Числові розрахунки роблять із застосуванням правил наближених обчислень.

Послідовність у доборі задач повинна бути така. Спочатку слід розглядати задачі, за умовами яких на тіло діє одна або кілька сил по одній прямій і в одному напрямі. Потім слід розв’язувати задачі, в яких сили діють по прямій, але в протилежні сторони. До них належать задачі на рівнозмінний рух підвішеного на канаті тіла у вертикальному напрямі; визначення тиску тіл на підлогу ліфта під час його руху; рух машин по горизонтальній площині з урахуванням сил тертя; рух незрівноважених тіл на блоці і т. п. Нарешті розв’язують задачі, в яких прискорення спричиняють декілька сил, що діють на тіло під кутом одна до другої.

Особливу увагу слід звернути на задачі, за умовою яких у русі беруть участь кілька тіл, зв’язаних між собою. Тут найчастіше трапляються помилки під час складання рівнянь руху. Рівнянь з динаміки руху має бути стільки, скільки тіл бере участь у русі.

Розглянемо конкретний приклад: “Через нерухомий блок перекинуто шнур, до одного кінця якого прив’язано вантаж масою  $m_1$ , а до другого – два вантажі  $m_2 = 0,15$  і  $m_3 = 0,05$ . Маса  $m_1 > m_2 + m_3$ . Система тіл рухається із прискоренням  $2\text{ м/с}^2$ . Визначити масу першого вантажу і силу пружності шнура між тілами з масами  $m_2$  і  $m_3$ . Масами шнура і блока через їх мале значення можна нехтувати. Вважаємо, що шнур не розтяжний і тертям в блоці теж можна нехтувати.” [19]

Оскільки шнур входить в розглядувану систему тіл, то для нього, як і для кожного з вантажів потрібно скласти рівняння руху. Для частини шнура між першим і другим вантажем воно матиме такий вигляд: , де і за третім законом Ньютона а  $m$  – маса шнура. За умовою маса шнура  $m=0$ , тоді із записаного рівняння випливає, що , а отже і

(1)

Аналогічно, коли нехтують масою частини шнура між другим і третім вантажем дістають:  
, (2).

Проаналізувавши з учнями повністю умову задачі та виконавши відповідний схематичний малюнок із зазначенням сил, що діють на кожне тіло, і обраної системи відліку (мал. 11), складаємо рівняння руху у векторній формі для кожного вантажу:

Потім записуємо всі члени рівняння в скалярній формі через модулі сил і прискорення, враховуючи додатній напрям обраної координатної осі:

Дана система має п’ять невідомих:  $m$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$ , але якщо використати рівняння (1) і (2), то модулі сил  $F_2$  і  $F_4$  можна замінити на відповідно рівні їм модулі сил  $F_1$  і  $F_3$ , тоді матимемо систему трьох рівнянь з трьома невідомими.

З третього рівняння відразу дістанемо:  $-m_3a = -F_3 + m_3g$ ,  $F_3 = F_4 = m_3(g+a)$ .

Щоб знайти  $m_1$  простіше всього додати почленно друге і третє рівняння:

$-(m_2+m_3)a = -F_2 + (m_2+m_3)g$ , а потім від здобутого рівняння відняти почленно перше:

$-(m_2+m_3)a - m_1a = (m_2+m_3)g - m_1g$ .

Після перетворень знаходимо  $m_1$ :  $(m_1)(g+a)/1g - m_1a = (m_2+m_3)g + (m_2+m_3)a$ ;  $m_1(g-a) = (m_1+m_2)(g+a)$ ;  $m_1 = (m_1+m_2)(g+a)/(g-a)$ .

Підставляючи числове значення величин, матимемо:  $m_1 = 0,3\text{кг}$ ;  $F_3 = 0,6\text{Н}$ .

Розглянемо тепер випадок, коли на тіло діють кілька сил не по прямій, а під кутом одна до одної.[21]

Задача. На тіло масою  $m = 10\text{кг}$ , що знаходиться на похилій площині, діє сила  $F = 150\text{Н}$  паралельно основі похилої площини. Кут нахилу площини до горизонту  $= 40^\circ$ . Коефіцієнт тертя  $k = 0,1$ . Визначити прискорення з яким рухається тіло.

Аналізуючи зміст задачі, з’ясуємо, що на тіло діють чотири сили: сила тяжіння  $Q$ , сила тертя  $F_T$ , сила пружності похилої площини  $N$ , і задана сила  $F$ . Прямокутну систему координат вибираємо так, щоб початок координат збігався з центром маси тіла перед початком його руху. Припускаємо, що прискорення матиме напрям вздовж площини вгору. Тим самим напрямом визначаємо і додатній напрям осі  $OX$ . Тоді в перпендикулярному напрямі (вздовж осі  $OY$ ) прискорення,  $a$ , отже, і сума проекцій всіх сил, дорівнюватиме нулю (мал.12).

Рівняння руху тіла матиме такий вигляд: .

Вектори сил не напрямлені вздовж однієї координатної осі, тому при переході до проекції сил на осі координат матиме два рівняння:

Тепер відповідно до малюнка визначимо, чому дорівнює проекція кожної сили і запишемо її через модулі даних чотирьох сил:  $F_x = F \cos \alpha$ ;

$Q_x = mg \cos(90^\circ + \alpha) = -mg \sin \alpha$ ;  $F_T x = F_T = -?N$ ;  $N_x = 0$ ;  $F_y = F \cos(90^\circ + \alpha) = -F \sin \alpha$ ;

$Q_y = mg \cos(180^\circ - \alpha) = -mg \cos \alpha$ ;  $F_T y = 0$ ;  $N_y = N$ ;  $a_y = 0$ .

Здобуті вирази підставляємо в систему:

Розв’язуємо дану систему відносно прискорення:  $a_x = (F \cos \alpha - mg \sin \alpha - ?N)/m$ . З другого рівняння  $N = F \sin \alpha + mg \cos \alpha$ . Підставивши числові значення величин, матимемо:

$a = a_x = 3,6\text{м/с}^2$ . [21]

§2.3. Приклади розв’язування графічних задач з тем “Елементи статyki” та “Механічні

коливання і хвилі”.

Розв’язування задач статички, як і динаміки, треба починати з аналізу всіх сил, що діють на тіло, яке перебуває в спокої. Ці сили доцільно показати на рисунку. Умовою рівноваги тіла є одночасне виконання рівності нулю суми всіх сил, що діють на тіло, і суми моментів усіх сил відносно довільної нерухомої осі для розв’язання багатьох задач цілком досить розглянути першу умову. В деяких задачах можна обмежитися розглядом тільки умови моментів. Можливі й такі задачі, для розв’язання яких доводиться використовувати обидві умови рівноваги. Вибір тієї чи іншої умови для розв’язання задачі визначається характером розглядуваних у задачі сил.

При розв’язуванні задач статички важливо раціонально вибрати систему координат, оскільки це може значно полегшити розв’язання. Вибір системи координат залежить від конкретних умов задачі. [3]

В дев’ятому класі учні вже мають відомості про додавання сил, які діють по одній прямій, про рівнодійну і зрівноважувальну сили і навіть практично обізнані з випадками додавання сил, що діють на тіло під кутом одна до одної.

Розглянемо конкретні приклади розв’язування задач.

Приклад 1. На кронштейні ABC (мал. 13), горизонтальна поперечина (AB) якого дорівнює 48см, а підкос (BC) – 80см, висить вантаж 12кг. Визначити дію вантажу на складові кронштейна.

До задачі обов’язково треба зробити рисунок, на якому розкладаємо вагу  $P$  вантажу на дві складові, одна з яких  $F_1$  розтягує поперечину, а друга  $F_2$  стискує підкіс. Пропонуємо учням назвати подібні трикутники і записати потрібні пропорції:

Числові значення  $F_1$  і  $F_2$  учні знаходять самостійно:  $F_1=9\text{кг}$ ,  $F_2=15\text{кг}$ . звертаємо увагу на те, що вантаж у 12кг розвиває на кронштейні зусилля в 15 кг. це дуже важливо. Таке явище доводиться враховувати при конструюванні піднімальних кранів та інших механізмів. [3]

Приклад 2. Вантаж ( $P$ ) 100кг рівномірно пересувають по горизонтальній поверхні, прикладаючи силу під кутом  $\alpha=30^\circ$  до горизонту. Знайти величину цієї сили в двох випадках: вантаж тягнуть; вантаж штовхають. Коефіцієнт тертя  $k$  дорівнює 0,3. Що вигідніше: тягти чи штовхати вантаж?

Пропонуємо учням накреслити дві схеми дії сил: для першого і другого випадків (мал.14). яка різниця дії сил в обох випадках?

Неважно помітити, що в першому випадку а) рівнодійна сил  $P$  і  $F_2$  буде меншою від  $P$ , а в другому б) – більшою від  $P$ . Отже, сила тертя у випадку а) буде меншою ніж у випадку б). Оскільки для рівномірного руху вантажу досить подолати силу тертя, то в першому випадку  $F_1$  буде менше ніж, у другому.

Для першого випадку:  $k = F_1/(P - F_2)$ , для другого випадку:  $k = F_1/(P + F_2)$ .

Крім того,  $F_2 = F/2$ , а  $F_1 = F/2$ , тому маємо:

а) ; б) .

Розв’язавши рівняння відносно  $F$ , знаходимо: а)  $F = 30\text{кг}$ ; б)  $F = 40\text{кг}$ .

Звідси робимо висновок: тягти вантаж легше ніж штовхати.[20]

Приклад 3. Однорідна колода завдовжки  $l$  масою  $m = 100\text{кг}$  лежить на двох опорах. Відстань від правого кінця колоди до ближньої опори, від лівого - . З якою силою тисне колода на кожну з опор? Яку мінімальну силу слід прикласти, щоб трохи підняти колоду за правий край?

Вибравши координатну вісь, яка проходить через точку А (мал.15) запишемо умови рівноваги колоди:  $\sum F_x = 0$ ;  $\sum F_y = 0$ , де  $F_1$  і  $F_2$  - сили реакцій опор. Звідси матимемо:  $F_1 = F_2$ .

Згідно з третім законом Ньютона колода тисне на опори з силами  $F_1$  і  $F_2$ , рівними за модулем, але напрямленими протилежно щодо сил  $F_1$  і  $F_2$ . Отже,  $F_1 = F_2$ .

Запишемо тепер умову рівноваги для випадку піднімання колоди за правий край:  $\sum F_x = 0$ ;  $\sum F_y = 0$ . [4]

Вивчення законів коливань, тобто вивчення загальних їх властивостей, полегшується в багатьох випадках побудовою графіків коливань, тобто малюнків, які дають наочне уявлення про характер коливань залежно від часу. [4]

Щоб розглянути величини, які характеризують коливальний рух, можна розв’язати такі задачі.

Приклад 1. За графіком (мал.16) визначити період і частоту коливання. Записати рівняння гармонічного коливання.

Розв’язання. Амплітуда коливання  $x_0 = 10\text{см}$ , період  $T = 4\text{с}$ , частота  $\nu = 0,25\text{Гц}$ . Рівняння коливання запишеться так:  $x = x_0 \sin(2\pi\nu t)$ .

Приклад 2. Амплітуда гармонічного коливання  $x_0 = 0,2\text{м}$ , період  $T = 2\text{с}$ . записати рівняння цього коливання та побудувати його графік. У початковий момент часу координата тіла дорівнює нулю.

Розв’язання. Знайдемо частоту коливання  $\nu$ . Тоді рівняння цього коливання запишеться так:  $x = x_0 \sin(2\pi\nu t)$ . Графік цього коливання зображено на мал.17. [26]

Приклад 3. Кулька нитяного маятника важить ( $P$ ) 100г. Під дією якої сили він повертається до положення рівноваги, коли його відхилили від положення рівноваги на кут  $\alpha$ ? Знайти величину прискорення маятника.

Розв’язання. Накреслимо схему дії сили з відповідними позначеннями (мал.18). розглядаючи подібні трикутники, запишемо:  $x/l = F/P$ . Очевидно, що  $F = P \sin \alpha$ , або  $F = mg \sin \alpha$ .

Прискорення  $a$  визначимо за формулою  $F = ma$ , оскільки  $F = mg \sin \alpha$ , то  $a = g \sin \alpha$ ; [16]

#### §2.4. Рух тіла, кинутого горизонтально і під кутом до горизонту

Тіло, кинуте горизонтально, здійснює складний рух, що складається з двох простих: рівномірного руху в горизонтальному напрямі з швидкістю  $V$  і вільного падіння з висоти  $H$ , на якій було тіло в момент кидання. Ці два рухи не залежать один від одного. [17]

Час руху визначається часом падіння тіла з висоти  $H$ :  $t = \sqrt{2H/g}$ .

Шлях пройдений у горизонтальному напрямі, можна визначити за рівнянням рівномірного руху:  $x = Vt$ .

Траєкторією руху буде частина параболи.

Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту, також складний, він складається з двох незалежних простих рухів: рівномірного руху в горизонтальному напрямі і рівнозмінного руху у вертикальному напрямі. Цей рух до точки найвищого піднімання над землею буде рівносповільненим, а після проходження точки найвищого піднімання – рівноприскореним (якщо не враховувати опору повітря, то буде вільним падінням). Траєкторією руху буде парабола. [17]

Розкладемо початкову швидкість  $V_0$ , з якою кидають тіло на горизонтальну і вертикальну складові. У цьому разі рух розглядають відносно землі, тому за тіло відліку беруть землю і прямокутну систему координат пов’язують з землею.

Згідно з позначеннями, зробленими на малюнку 19: (1), (2).

Рух тіла у вертикальному напрямі до точки найвищого піднімання підлягає рівнянню рівносповільненого руху: (3).

У верхній точці вертикальна швидкість дорівнює нулю, тому (4), де  $t$  – час піднімання,  $g$  – прискорення сили тяжіння (знак “мінус” показує, що прискорення  $g$  напрямлене в бік, протилежний швидкості  $v$ ).

Підставляючи (2) у (3) і (4), дістанемо:  $t = \frac{v_0}{g}$ ,  $h = \frac{v_0^2}{2g}$ . Звідси визначаю час піднімання  $t$  і найбільшу висоту піднімання тіла над землею  $h$ , або  $H$ .

Оскільки час піднімання дорівнює часу падіння, то повний час руху тіла:  $T = \frac{2v_0}{g}$ .

Рух тіла в горизонтальному напрямі рівномірний, і за час  $t$  тіло в цьому напрямі проходить шлях:  $x = v_0 t$ , або  $x = \frac{v_0^2}{g}$ .

Як видно, дальність польоту залежить від кута, під яким ктають тіло. Очевидно, найбільша дальність польоту буде при  $\alpha = 45^\circ$ , звідки  $x = \frac{v_0^2}{g}$ , тоді  $h = \frac{v_0^2}{2g}$ .

Щоб визначити вигляд траєкторії, розглянемо рівняння  $x$  і  $y$ .

Розв’яжемо сумісно ці рівняння, враховуючи, що  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ , і спочатку замінивши  $\sin \alpha$  на  $\frac{y}{v_0 t}$ , а  $\cos \alpha$  на  $\frac{x}{v_0 t}$ , дістанемо рівняння траєкторії:  $y = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$ . Коефіцієнт при  $x^2$  позначимо через  $k$ , тоді  $y = x \tan \alpha - k x^2$ .

Рівняння набере вигляду  $y = x \tan \alpha - k x^2$ .

Отже, траєкторією руху тіла, кинутого під кутом до горизонту, є парабола. Однак опір повітря зменшує як дільність польоту, так і найбільшу висоту польоту, і траєкторія стає несиметричною. Таку криву називають балістичною.

## Висновок

В даному дослідженні висвітлена методика розв’язування графічних задач в шкільному курсі фізики. Опрацювавши літературу і провівши аналіз використання графічних задач, я дослідила всі позитивні і негативні сторони графічного методу розв’язування задач. У даній роботі я прагнула відобразити роль графічних задач, оскільки є такі задачі, де доцільно використовувати лише графічний метод, але є й такі, в яких потрібно поєднати графічний метод з іншими методами, що дасть учням можливість краще зрозуміти матеріал. Сам же графічний метод досить доцільний при розв’язуванні задач, тому що зображення на графіках функціональних залежностей чисельних даних фізичних величин дозволяє учням краще зрозуміти, як одна фізична величина залежить від іншої. Проблема методики розв’язування графічний задач ще не досліджена настільки широко, як інші. Дослідження необхідно продовжувати на практиці, і впроваджувати в життя вже набуті знання і досвід інших учителів.

На основі результатів проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

- 1) у методичній літературі звертеться мало уваги на проблему графічного розв’язування
- 2) у процесі використання розробленої методики підвищується якість засвоєння навчального матеріалу і розвиваються розумові і практичні здібності учнів.

## Література

1. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. – М., “Просвещение”, 1981.
2. Вальківська В.М., Воронецька Л.В. Фізика. Вступникам до вузів. – К., “Вища школа”, 1977.
3. Гончаренко С.У. Фізика Методи розв’язування задач. – К., “Либідь”, 1996.
4. Гончаренко С.У. Фізика. Пробний підручник для 9 класу. – К., “Освіта”, 1997.
5. Гурский И.А. Элементарная физика с примерами решения задач. – М., 1973., 368 с.
6. Знаменский П.А. Методика преподавания физики в средней школе. – М., “Учпедгиз”, 1995.

7. Іванов О.С. Задачі з фізики в середній школі. Методичний посібник для вчителів. – К., “Радянська школа”, 1971.
8. Івах І.В., Кікець М.Г., Климишини М.А. Методика розв’язування задач з фізики. – К., “Радянська школа”, 1966.
9. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе. – М., “Просвещение”, 1971.
10. Корсак К.В. Фізика: 25 повторювальних лекцій. Навчальний посібник. – К., “Вища школа”, 1994, 431 с.
11. Коршак Е.В., Лятенко А.И. Основы кинематики. Основные понятия и методы решения задач. – К., “Курс”, 1995, 60 с.
12. Криськов Ц.А., Губанова А.О. Розв’язування задач з фізики. – Кам.-Под., 1997.
13. Методика преподавания физики в восьмилетней школе. /Под ред. Орехова В.П., Усовой А.В. – М., “Просвещение”, 1976.
14. Мякишев С.П., Осанова Т.Н. Пособие по физике. Учебное пособие для подготовительных отделений вузов. – М., “Высшая школа”, 1981, 391 с.
15. Основы методики преподавания физики в средней школе. /Род ред. Пьорышкина А.В., Разумовского В.Г., Фабриканта В.А., – М., “Просвещение”, 1984.
16. Резников Л.И. Графические упражнения и задачи по физике. – М., “Просвещение”, 1950.
17. Резников Л.И. Графический метод в преподавании физики. – М., “Учпедгиз”, 1960.
18. Розв’язування задач з фізики. Практикум. /За ред. Коршака Є.В., – К., “Вища школа”, 1986.
19. Рымкевич А.П. Сборник задач по физике для 8-10 классов средней школы. – М., “Просвещение”, 1987.
20. Савельев И.В. Курс физики. Учеб.: в 3-х т. Т.1. Механика. Молекулярная физика. – М., “Наука”, 1989, 352 с.
21. Самсонова Г.В. Вивчення законів динаміки в школі. Посібник для вчителів. – К., “Радянська школа”, 1987.
22. Самсонова Г.В. Методика викладання кінематики. Посібник для вчителів. – К., “Радянська школа”, 1987.
23. Соколов И.И. Методика преподавания физики. – М., “Учпедгиз”, 1959.
24. Усова А.В., Тулькибаева Н.Н. Практикум по решению физических задач. Учебное пособие для студентов физико-математических факультетов. – М., “Просвещение”, 1992, 208 с.
25. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. – М., “Педагогика”, 1986.
26. Шапіро А. Гармонічні коливання. 9 клас. // Фізика №11 (95), квітень, 2001.