

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
Фізико-технічний факультет
Кафедра фізики і методики викладання

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Методи розв'язування нестандартних задач з фізики

Виконала:

студентка II курсу, групи Ф(СО)м-21

спеціальності 014.08 «Середня освіта .
Фізика»

Бородиць(Штангрет) Наталії Ігорівни

Керівник : **Ліщинський І. М.**

Рецензент : **Бігун М.І.**

Івано-Франківськ - 2020

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ I. РОЛЬ І МІСЦЕ ЗАДАЧ У ПРОЦЕСІ НАБУТТІ ЗНАНЬ З ФІЗИКИ

- 1.1 Створення проблемної ситуації
- 1.2 Повідомлення нових знань
- 1.3 Оволодіння практичних навичок
- 1.4 Узагальнення і систематизація знань
- 1.5 Організація творчої діяльності учнів

Висновок I

РОЗДІЛ II. МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕСТАНДАРТНИХ ЗАДАЧ

- 2.1 Графічний метод
- 2.2 Метод віртуальних переміщень
- 2.3 Метод диференціювання й інтегрування

Висновок II

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Розв'язування задач є однією з основних частин в системі навчання фізики. Уміння практично використовувати знання – це показник міцності знань. Але навіть при свідомому, засвоєнні навчального матеріалу, уміння застосовувати знання на практиці потрібно спеціально навчитися. Практичне застосування знань в навчанні займають вагоме місце.

Для покращення якості навчання і виховання учнів у процесі вивчення фізики, потрібно збільшити дієвість знань, поглибити практичні уміння. Одним із працюючих засобів досягнення цієї мети є використання у навчанні фізики різних за змістом і складністю задач.

Фізичні задачі різних типів можна ефективно використовувати на різних етапах вивчення матеріалу: а) створення проблемної ситуації, що потребує розв'язування; б) повідомлення нових знань; в) оволодіння практичних навичок; г) узагальнення і систематизація матеріалу; д) організація творчої діяльності учнів та ін.

Сьогодні є багато способів класифікацій задач, що відрізняються один від одного за різними ознаками: за змістом, за способом подання умови, за дидактичною метою та ін. Задачі можна класифікувати за певними ознаками, які дозволяють раціонально здійснювати їх підбір та розробити методику їх розв'язування.

Поглиблене вивчення фізики в школі відіграє головну роль для посилення її прикладної спрямованості. Навчання переважно орієнтується на розв'язування задач, формування вмінь учнів використовувати теоритичні знання для розв'язування практичних завдань в різних галузях людської діяльності, на розвиток логічного мислення, ознайомлення учнів із широким колом технологічного застосування вивченої теорії, висвітлення екологічних проблем тощо.

Урок набуває значної ефективності, якщо в процесі вивченні фізики використовувати методи розв'язування нестандартних задач. Це дозволяє

стимулювати розумову діяльність, прагнення до самостійного отримання знань, дає можливість економно витратити час на перевірку знань і умінь учнів класу. Таким чином, сприяє до індивідуалізації навчання. Така організація навчально-пізнавальної діяльності сприяє розвитку нестандартному мисленню учнів та підвищенню інтересу до вивчення предмету.

Тому метою даної роботи є підібрати, проаналізувати методи розв'язування нестандартних задач і розв'язати такі задачі з різних розділів фізики з метою уникнути хибних міркувань.

РОЗДІЛ I. РОЛЬ І МІСЦЕ ЗАДАЧ У ПРОЦЕСІ НАБУТТІ ЗНАНЬ З ФІЗИКИ

1.1 Створення проблемної ситуації

Проблемою називається таке завдання, спосіб виконання і результат якого учню наперед не відомий, але він володіє вихідними знаннями і вміннями для того, щоб здійснити пошук цього результату або способу виконання.

Проблемна ситуація включає три головні компоненти:

- необхідність виконання такої дії, при якій виникає пізнавальна потреба у новому;
- невідоме, яке потрібно розкрити у проблемній ситуації, що виникла;
- можливості учнів у виконанні поставленого завдання, в аналізі умов, відкритті нового [2, с. 60]

Для постановки навчальної проблеми на уроці використовуються нескладні задачі, щоб усі учні класу змогли проявити свої знання.

Процес проблемного навчання складається із двох необхідних етапів:

- етап постановки практичного або теоретичного завдання, що створює проблемну ситуацію;
- пошук невідомого у проблемній ситуації або шляхи самостійного дослідження учнів, необхідні для розв'язку поставленої проблеми [2, с. 66]

Покажемо, як це можна зробити при вивченні теми «Електричний струм».

Демонструючи учням дослід з палаючої електричною лампочкою, не перестаю дивуватися їх непідробною радістю. Здавалося б бачили багато разів, ніякого дива в цьому немає, але їм подобається. На столі зібране коло, замикаємо ключ і ставимо запитання.



Рис.1.1.1

Чому горить лампочка?

Через неї проходить струм. Слово «струм» всім знайоме і звичне, можна почути «електричний струм». А ось питання «що таке струм?» багатьох ставить у глухий кут. У кращому випадку чуємо завчену фразу «спрямований рух заряджених частинок». Якщо і цього не пам'ятають, то від слова «тече», «проходить» приходимо до висновку про те, що щось рухається. «Що рухається?» і т.д.

Розберемо ланцюг і запропонуємо учням зібрати його заново. Нехай на столі при цьому будуть зайві предмети. Краще запросити двох учнів і у кожного свій набір предметів. Які компоненти повинні бути у електричного кола? Провід (провідники), джерело струму, ключ, лампочка (споживач електроенергії). Тепер складаємо нове коло і бачимо, що лампочка не горить.

Поступово з'ясуємо, що струм в лампочці може бути, а світитися вона не буде. Так приходимо до поняття кількісної характеристики електричного струму - сили струму.

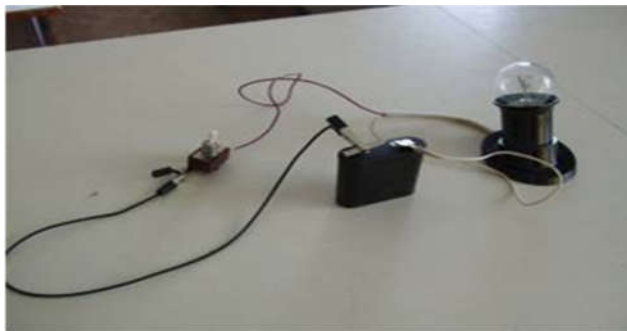


Рис.1.1.2

Отже, проблема в недостатній силі струму. Як дізнатися, чи є струм в цьому колі, якщо не горить лампочка. Добиваюся підказки учнів: взяти прилад і поміряти силу струму. Який прилад?



Рис.1.1.3

Пропоную вибрати. А як називається прилад? Може хтось чув, знає? Якщо ніхто не знає, не біда, запам'ятовуємо - амперметр, вимірює амperi. Тобто, сила струму вимірюється в амперах. Наступний учень виходить до столу. Йому потрібно вибрати з усіх запропонованих приладів ті, які міряють струм.



Рис.1.1.4

Всі запропоновані прилади - амперметри. У чому ж різниця? Так знайомимося з міліамперметром, мікроамперметром і їх маркуванням.

Амперметр

A

мА

мкА

Наприклад 5A, 2A, 10 A , 0,001A. Є частинні приставки мк, м:
мкА, мА $1\text{мА}=0,001\text{A}$

Наступний крок: давайте міряти! Проста задача, а скільки можна зробити промахів. Спочатку з усіх запропонованих амперметрів треба вибрати відповідний, потім подумати, як під'єднувати дроти. Чомусь стрілка відхиляється в протилежну від шкали сторону. З'ясуємо і підводимо підсумки, на що треба звертати увагу.

1. Кожен амперметр розрахований на певну величину вимірюваного струму.

2. Під'єднуємо амперметр послідовно з споживачами.

3. Звертаємо увагу на маркування «+» і «-» на клемі приладу і на клемі джерела. Орієнтуємо прилад за джерелом струму.

Підводимо підсумки уроку, можемо зазначити, що для самостійного вирішення проблем учневі необхідно навчитись знаходити окремі кроки рішення, окремі етапи дослідження, формуючи ці вміння поступово. Для розвитку вміння учнів бачити проблему, їм необхідно спочатку ставити питання до викладеного матеріалу, в другому - використовувати самостійно знайдені докази, в третьому - зробити узагальнюючі висновки, в четвертому – робити припущення і будувати план його перевірки і т. д.

У частково-пошуковому методі рекомендується розчленувати складну задачу на серію доступних підзадач, кожна з яких полегшує вирішення основної. Пошук рішення можна вести методом евристичної бесіди, що складається з серії взаємопов'язаних питань, кожен з яких є кроком на шляху до вирішення проблеми.[3]

Отже, постановка проблеми у певних задачах спонукає учнів до критичного мислення, що призводить до аналізу, синтезу, узагальнення знань, які були набуті під час навчання.

1.2 Повідомлення нових знань

Задачі є одною з основних частин навчального процесу, бо дозволяють формувати та розвивати фізичне мислення учнів, їх уміння застосовувати знання на практиці. Розв'язування задач є основним методом перевірки і систематизації знань, дає можливість розширювати і поглиблювати знання, також є способом повторення пройденого матеріалу. Основна частина матеріалу, який повинні засвоїти учні, подається їм на основі розв'язування потрібних нам задач.

Ставиться навчальна мета: показати вихованцям необхідність збільшення напруги в лініях електропередач. Якщо просто подати вихованцям готові знання, то особливої цікавості в них це повідомлення не викличе, оскільки краще запам'ятовуються здобуті самостійно знання, додаючи розумових зусиль.

Наприклад:

Задача. З одного пункту в інший передається потужність 62 кВт. Опір лінійних проводів 5 Ом. Визначити втрату напруги і потужності в лінійних проводах та коефіцієнт корисної дії передачі енергії у випадках, коли передача здійснюється при напрузі 620 і 6 200 В.

Розв'язання

Втрату напруги в лінії визначається за формулою

$$U_{\text{втрат}} = IR,$$

де I – сила струму в лінії ($I = \frac{P}{U}$), а R опір лінії. Втрата енергії в лінії

$$P_{\text{втрат}} = I^2 R.$$

Коефіцієнт корисної дії лінії визначаємо відношенням корисно використаної енергії (це, очевидно, буде повна енергія без енергії втрат в лінії) до повної енергії

$$\eta = \frac{P - P_{\text{втрат}}}{P}.$$

Задача виконана, проаналізована і розв'язана в загальному вигляді, пропонується учням виконати потрібні числові розрахунки для напруг в лінії 620 і 6200 В, учні порівнюють знайдені результати та зроблять висновки про доцільність застосування різних напруг при передачі електричної енергії на значні відстані.

$$1) U_{1\text{втрат}} = \frac{6200 \text{ В}}{620 \text{ В}} \cdot 5 \text{ Ом} = 50 \text{ В};$$

$$P_{1\text{втрат}} = (100 \text{ А})^2 \cdot 5 \text{ Ом} = 50\,000 \text{ Вт} = 50 \text{ кВт};$$

$$\eta_1 = \frac{62 \text{ кВт} - 50 \text{ кВт}}{62 \text{ кВт}} \approx 0,19 \text{ (19\%)}.$$

$$2) U_{2\text{втрат}} = \frac{62\,000 \text{ В}}{6200 \text{ В}} \cdot 5 \text{ Ом} = 50 \text{ В};$$

$$P_{2\text{втрат}} = (10 \text{ А})^2 \cdot 5 \text{ Ом} = 500 \text{ Вт} = 0,5 \text{ кВт};$$

$$\eta_1 = \frac{62 \text{ кВт} - 0,5 \text{ кВт}}{62 \text{ кВт}} \approx 0,99 \text{ (99\%)}.$$

Виходить, після порівняльних результатів, що збільшення напруги в даній лінії у 10 разів дає можливість у стільки ж разів зменшити втрати напруги в лінії. Коли взяти до порівняння втрати енергії в лінії у двох випадках, то бачимо, що при збільшенні напруги у 10 разів втрати енергії зменшуються в 100 разів. З цього бачимо, що при спорудженні ліній електропередач доцільно передавати енергію при найвищій нарузі. Цей висновок стає причиною для розглядання питання про трансформацію струму. Після цього учні вже з цікавістю сприйматимуть матеріал про можливість у потрібних випадках змінювати напругу змінного струму в лініях електропередач.

Розв'язування задач такого типу може бути основою для узагальнюючих висновків. Спостереження ведемо при розв'язуванні ряду таких задач, які можна використати при вивченні проблеми про розширення меж вимірювань та універсалізацію електровимірювальних приладів.

Задача:

Амперметр з опором 180 Ом має шкалу зі 100 поділками з ціною 10^{-6} А. Який шунт потрібно підключити до амперметра, щоб ним можна було вимірювати силу струму до 10^{-3} А?

Розв'язання:

Максимальний струм, що протікає через амперметр.

$$I_A = I_0 n$$

Струм, який має протікати через шунт

$$I = I_{max} - I_A = I_{max} - I_0 n$$

Напруга, що прикладається до шунта і амперметра:

$$U = I_A r$$

За законом Ома для ділянки кола знаходимо опір шунта:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{I_A r}{I_{max} - I_A} = \frac{I_0 n r}{I_{max} - I_0 n};$$

$$R = \frac{I_0 n r}{I_{max} - I_0 n}$$

$$R = \frac{10^{-6} * 100 * 180}{10^{-3} * 10^{-6} * 100} = 20(\text{Ом}).$$

Розв'язання студентами запропонованої навчально-пізнавальної задачі за своїм змістом відображає практико-орієнтовану професійну (електротехнічну) проблему, розв'язання якої потребує опанування суб'єктивно новими знаннями (зрозуміти, що таке шунт?) і разом з тим використати вже відомі знання (закони постійного струму). [4,с. 71]

Використання задач такого типу для повідомлення учням нових знань є досить ефективною формою навчання, оскільки учні одночасно ознайомлюються з конкретними технічними установками та приладами, що важливо з точки зору політехнізації процесу навчання. Крім цього, учні розуміють важливість для практики вивченого теоритичного матеріалу.

1.3 Оволодіння практичних навичок

Експериментальні вміння, дослідницькі навички, формуються при фізичних експериментах, який є одним із засобів навчання. У шкільному навчанні він реалізується у формі фронтального і демонстраційного експерименту, лабораторних робіт, фізичного практикуму, позаурочних спостережень, розв'язання експериментальних задач.

Для цього учням необхідно засвоїти певну сукупність умінь:

а) уміння користуватися різними вимірювальними приладами для вимірювання фізичних величин, тобто визначати ціну поділки шкали приладу, її нижню і верхню межу, знімати показання приладу;

б) уміння обробляти результати експерименту, знаходити значення величин, похибки вимірювань, креслити схеми дослідів, складати таблиці одержаних даних, робити звіт про проведену роботу, записувати значення фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

в) уміння інтерпретувати результати експерименту, описувати явища і процеси, які самостійно спостерігаємо, вживаючи фізичну термінологію,

подавати результати у вигляді формул і рівнянь, функціональних залежностей, будувати графіки, робити висновки про проведені дослідження, виходячи з поставленої мети.[5]

Якщо формувати згадані уміння і навички лише при виконанні фізичного експерименту, то досягти належного рівня вимірювальних навичок в учнів не вдається. Треба ще й підбирати певні задачі, метою яких є саме формування вимірювальних умінь і навичок.

Для прикладу розглянемо такі експериментальні задачі:

Задача 1. Визначити, яку масу переносять електрони через поперечний переріз нитки розжарювання лампочки кишенькового ліхтарика за 1 секунду.

Обладнання: лампочка на підставці, дроти, гальванічний елемент, амперметр, вимикач.

Розв'язання:

Для розв'язання цієї задачі учням треба згадати, що носіями заряду в металах є електрони. І, щоб визначити, який заряд пройде через поперечний переріз, треба згадати формули $q = I * t$ та $q = N|e|$, де I – сила струму у провіднику; t – час проходження струму; N – кількість електронів, що проходять через поперечний переріз провідника, $|e|$ -модуль заряду електрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Тепер знайдемо масу, яку переносять ці електрони, для цього треба масу одного електрона помножити на їх кількість:

$$m = m_{\text{в}} * N = \frac{m_{\text{в}} I t}{|e|}$$

Де $m_{\text{в}} = 9,1 * 10^{-31}$ кг.

Далі необхідно скласти план проведення експерименту:

1. Скласти електричне коло за схемою послідовного з'єднання джерела постійного струму, амперметра і вимикача.

2. Виміряти значення сили струму I .

3. Обчислити шукану величину за формулою:

$$m = \frac{m_g I t}{|e|}$$

Задача 2. Визначити опір мотка дроту, не розмотуючи його і не користуючись амперметром і вольтметром. Перевірити отриманий результат амперметром і вольтметром.

Обладнання: моток мідного дроту без каркаса, терези з різноважками, лінійка з міліметровими поділками, амперметр; вольтметр, реостат, батарейка кишенькового ліхтарика, з'єднувальні провідники.

Розв'язання:

Оскільки є терези з різноважками, то можна визначити масу мотка дроту m . А скориставшись довідником, встановлюємо густину міді D . Тепер визначаємо об'єм дроту за формулою:

$$V = \frac{m}{D}$$

Згадуємо, що об'єм дротини – це добуток площі поперечного перерізу провідника на його довжину, тобто $Sl = \frac{m}{D}$. Площу поперечного перерізу провідника розраховуємо за формулою: $S = \frac{\pi d^2}{4}$, де d – діаметр дротини, який визначаємо за допомогою лінійки (на олівець чи ручку щільно намотуємо декілька витків дроту, вимірюємо довжину всіх витків і ділимо на їх кількість).

Тоді $\frac{\pi d^2}{4} l = \frac{m}{D}$, звідки довжина дроту $l = \frac{4m}{\pi d^2 D}$. Як відомо, опір однорідного провідника визначається за формулою: $R = \rho \frac{l}{S}$. Значення питомого

опору знаходимо в таблицях довідника, а вирази для S і l підставляємо у вказану формулу, тоді $R = \frac{4m4}{\pi d^2 D \pi d^2}$.

Отже, $R = \frac{16m}{\pi^2 d^4 D}$. Після обчислення перевіряємо отримане значення опору, для цього складаємо електричне коло з джерела постійного струму, реостата, амперметра, мотка дроту. За даними показів амперметра і вольтметра визначаємо опір провідника $R = \frac{U}{I}$ і порівнюємо здобуті значення опору.

Для виконання таких задач не потрібне складне обладнання, людина також може бути об'єктом фізичних досліджень, що збільшує інтерес до вивчення фізики. Експериментальні задачі дають можливість усвідомити практичне застосування вивченого матеріалу. Для учнів основної школи цікавими є такі задачі Нетипові експериментальні задачі з простим обладнанням, які можна змайструвати самостійно, допомагають вчителю проявити цікавість учнів і розвивати їхню креативність.

Використання такого роду досліджень стимулює розумовий процес, спрямовує на пошук розв'язку проблеми, дає змогу залучити знання. Кожний учень має можливість під час експерименту реалізувати себе, використати власні знання та життєвий досвід. Фізика є експериментальним предметом, а без відповідних дослідів і спостережень його зрозуміти неможливо.

1.4 Узагальнення і систематизація знань

На уроках узагальнення та систематизації можуть бути використані найрізноманітніші методи і засоби. Єдиного еталону немає, що відкриває багато можливостей педагогічній творчості. Але вибір певної форми проведення уроку залежить, перш за все, від складності матеріалу, який треба узагальнити, від його об'єму.

Незалежно від місця в навчальному процесі та об'єму навчального матеріалу при формуванні в учнів операцій узагальнення та систематизації ефективними є такі прийоми:[8]

а) узагальнення: висновки, визначення понять, складання схеми, визначення належності до групи;

б) систематизації: складання алгоритму розв'язування задачі, складання ланцюгів, класифікація об'єктів;

в) застосування мультимедійних засобів, що дає можливість відтворити за короткий час значний за обсягом матеріал, а також подати його в легкій формі.

Для прикладу розглянемо таку комбіновану задачу, для того, щоб її розв'язати учень повинен знати : 1) умови існування струму в провідниках; 2) закони послідовного та паралельного з'єднання конденсаторів; 3) формулу для визначення кількості теплоти та енергії, що виділяється в провіднику при проходженні струму в ньому.

Задача. На зображеній схемі (рис.1.4.1) ключ в початковий момент знаходиться в положенні 1. Скільки виділяється енергії при переключенні ключа в положення 2? ЕРС джерела рівна ξ .

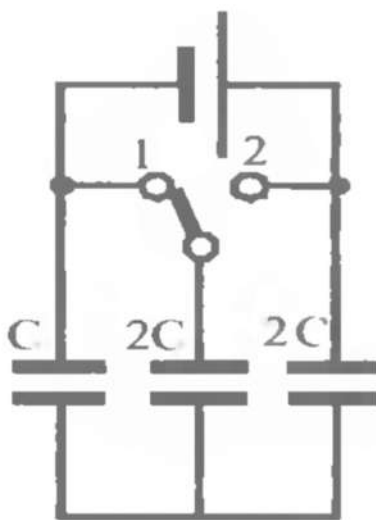


Рис.1.4.1

Розв'язання:

Розглянемо ситуацію. Після переключення ключа із першого положення в друге, конденсатори будуть перезаряджатися. Енергія, яку мають конденсатори,

змінеться, при цьому заряд пройде через джерело струму, і діючі в ньому сили здійснять роботу. Крім того, частина енергії виділиться у вигляді теплової енергії (нагрів дротів) і енергія радіовипромінювання (яка виникла при прискоренні рухаючих зарядів по дротам). При цьому закон збереження енергії можна записати в вигляді/:

$$W_{\text{п}} + A_{\text{дж}} = W_{\text{к}} + Q$$

Це основне рівняння для відповіді на питання задачі. Далі пошук буде напрямлений на отримання формули для розрахунку початкової і кінцевої енергії конденсаторів і роботи джерела струму.

Енергія на конденсаторах можна знайти різними способами, наприклад, використовуючи метод вузлових потенціалів, розрахувати потенціали кожної із обкладок потенціалів, а потім енергію кожного конденсатора.

Можна вибрати більш короткий шлях. Подумки замінити батарею конденсатора еквівалентної ємкості: ємкість двох конденсаторів, включених паралельно, рівна сумі їх ємкостей, рівна $3C$. Загальна ємкість батареї конденсаторів рівна:

$$C_{\text{п}} = \frac{3C * 2C}{3C + 2C} = 1,2C$$

Звідси, загальна енергія на конденсаторах рівна:

$$W_{\text{н}} = \frac{C_{\text{п}} * \xi^2}{2} = 0,6C\xi^2.$$

Після переключення паралельно будуть включені конденсатори ємкістю по $2C$ кожний (рис.1.4.2), загальна ємкість буде рівна:

$$C_{\text{п}} = \frac{4C * C}{4C + C} = 0,8C.$$

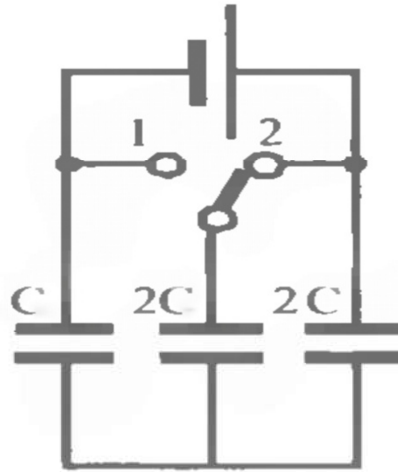


Рис. 1.4.2

Кінцева енергія рівна :

$$W_H = \frac{C_H * \xi^2}{2} = 0,4C\xi^2.$$

Щоб в'яснити, який заряд пройшов через джерело, можна подумати таким чином. Із аналізу схеми в початкових і кінцевих станах робимо висновок, що заряд, пройшовший через джерело, рівний змінному заряді на лівому конденсаторі і на середньому конденсаторі рівний загальному заряду :

$$q_H = C_H * \xi = 1,2C\xi.$$

Напруженість на цих конденсаторах однакова. Оскільки ємкість лівого конденсатора в два рази менша ємкості середнього конденсатора, то і заряд на лівому конденсаторі теж в два рази менше заряду ніж на середньому..

Отже, початковий заряд на лівому конденсаторі рівний:

$$q_H = \frac{1}{3}q_H = 0,4C\xi.$$

При чому верхня обкладка має від'ємний заряд, в початковий момент на верхній обкладці конденсатора заряд рівний $q_H = 0,4C\xi$. Після переключення ключа в положення 2 лівий конденсатор виявляється підключений послідовно до

системи із двох конденсаторів ємкості яких $2C$, тому заряд на верхній обкладці лівого конденсатора становить $q_n = -0,8C\xi$. Отже, з верхньої обкладки лівого конденсатора пішов заряд, рівний $\Delta q = 0,4C\xi$. Цей заряд пройшов через джерело струма, причому пройшов в напрямку дії сторонніх сил в джерелі. Тому робота джерела струма рівна $A_{дж} = \Delta q * \xi = 0,4C\xi^2$. Підставивши знайдене значення енергії системи конденсаторів і роботи джерела струму вихідну формулу, отримуємо, що в системі виділяється енергія, рівна:

$$Q = W_n + A_{дж} - W_k = 0,6C\xi^2 + 0,4C\xi^2 - 0,4C\xi^2 = 0,6C\xi^2.$$

Розв'язування комбінованих задач може бути ефективним засобом повторення, закріплення і особливо узагальнення матеріалу, приведення його в систему. Для цього добирають задачі, для розв'язання яких потрібно знати значне коло питань, що стосуються різних розділів курсу.

1.5 Організація творчої діяльності учнів

Творчі задачі з фізики є могутнім засобом для розвитку творчих здібностей учнів, особливо тих, які цікавляться фізикою. У фізиці відкриття законів було б неможливим без уяви. Тому з допомогою цієї науки можна розвивати творчу уяву в учнів, які цілеспрямовано готуються до майбутньої наукової діяльності. Для розроблення методики розвитку творчих здібностей під час вивчення фізики треба знати особливості творчого процесу в розвитку цієї науки.

Творчі задачі діляться на дослідницькі (чому?) і конструкторські (як зробити?). Такий поділ цілком відповідає складу наукової і технічної творчості, де розрізняють два види творчості – відкриття і винаходи. Щоправда, цей поділ умовний, оскільки дослідження часто пов'язані з конструюванням, а винаходи – з дослідженням. Проте під час розроблення змісту творчих задач корисно використовувати ці два способи.[11]

Задача 1. Визначити прискорення вільного падіння в шахті, проритій крізь Землю.

Розв'язання:

Для розв'язку можна скористатися законом Всесвітнього тяжіння, який має вигляд:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2},$$

де R - радіус Землі.

Користуючись даним законом можна визначити прискорення вільного падіння на поверхні Землі:

$$mg_0 = G \frac{m \cdot M}{R^2} \Rightarrow g_0 = G \frac{M}{R^2}, \quad (1)$$

де M - маса Землі.

Тепер можна з'ясувати прискорення вільного падіння в шахті, на будь-якій глибині в Землі. Для цього розглянемо (рис 1.5.1)

На тіло, поміщене в шахту діють два шари земної маси. Перший з радіусом r , відстанню від центра Землі до точки знаходження тіла. Другий – вся інша земна маса.

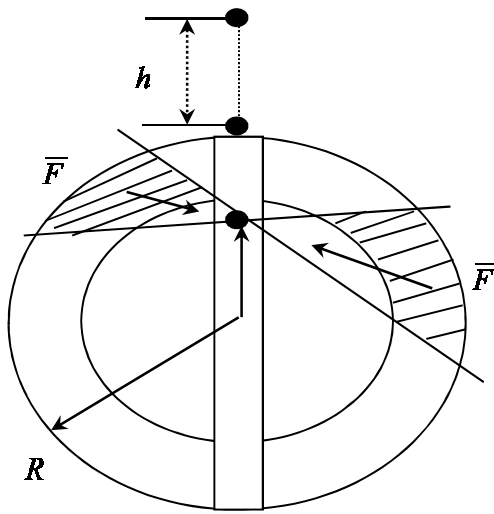


Рис.1.5.1 Три положення тіла стосовно Землі.

Проведемо через тіло дві лінії так, щоб вони перетинали другий шар земної маси. З рисунку ми бачимо, що ці прямі відтинають на шарі два сегмента. Обидва сегменти діють на тіло. Хоч сегменти і знаходяться на різних відстанях від тіла, однак вони мають і різні маси. Чим більша відстань сегмента від тіла, тим менша його маса. Таким чином, можна зробити висновок, що сили з якими діють дані сегменти на тіло рівні, але напрямлені в протилежні сторони. Тому рівнодійна даних сил рівна нулю:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0. \quad (2)$$

Так само можна перебрати весь зовнішній шар земної маси і ми з'ясуємо, що він не діє на тіло в шахті.

Так ми з'ясували, що на тіло, що знаходиться в шахті, проритій через Землю, діє лише внутрішній шар земної маси, радіусом r .

Тепер визначимо масу, що діє на тіло:

$$M_1 = \rho \frac{4}{3} \pi r^3 .$$

Вважатимемо, що густина Землі однакова.

Підставимо значення маси у формулу (2), замінюючи R радіусом внутрішнього шару:

$$mg = G \frac{m \cdot (\rho \frac{4}{3} \pi r^3)}{r^2} .$$

Зробимо деякі алгебраїчні перетворення і отримаємо:

$$g = G\rho \frac{4}{3} \pi r .$$

У фізиці відкриття законів було б неможливим без уяви. Тому з допомогою цієї науки можна розвивати творчу уяву в учнів, які цілеспрямовано готуються до майбутньої наукової діяльності. Для розроблення методики розвитку творчих здібностей під час вивчення фізики треба знати особливості творчого процесу в розвитку цієї науки.

Висновок I

Узагальнюючи розділ I можна сказати, що задачі посідають значне місце в практичному використанні. Теоритичні знання не дають повного розуміння тих чи інших фізичних проблем, задачі допомагають проаналізувати та з точністю визначати шуканий результат.

Під час розв'язання задач для гнучкості знань учня вчитель ефективно використовує спосіб створення проблемної ситуації, щоб знання, якими володіє учень можна було інтерпретувати до даної ситуації.

Задачі є одним із способів повідомлення нових знань, тому часто на уроці фізики вчитель для викладу нового матеріалу, може починати урок із розгляду

задачі, для того щоб учнів зацікавити невідомими поняттями і показати важливість їх у застосуванні на практиці.

Практичні навички також учні здобувають роблячи досліди. Експериментальні задачі дають можливість ознайомлюватися з фізичними явища дуже близько і спростити сприйняття фізичного матеріалу, оскільки фізика є експериментальною наукою.

Часто для перевірки здобутих знань, саме задачі виступають методом аналізу, узагальнення і систематизації умінь.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ НЕСТАНДАРТНИХ ЗАДАЧ

2.1 Графічний метод

Графічний метод передбачає використання графіків для опису і пояснення природних процесів та закономірностей і є могутнім засобом розв'язування фізичних задач. Використання графів сприяє глибшому усвідомленню учнями фізичного процесу, навчає виражати функціональну залежність аналітично, дає змогу уявити умову задачу, а також її розв'язок.[13]

Основні етапи розв'язування графічних задач такі:

Якщо дано графік залежності між величинами то потрібно осмислити його, розібрати характер залежності на кожній ділянці. Користуючись масштабом,

необхідно знайти шукані величини. Якщо графік залежності не даний, то за умовою або за значеннями, взятими з спеціальних таблиць будують графік. Для цього креслять осі координат. Вибирають масштаб на них, складають таблиці а після цього наносять на площину з координатними осями точки з відповідними ординатами і абсцисами. З'єднуючи дані точки одержують графік залежності між фізичними величинами і потім досліджують його.

Алгоритм побудови графіків

1. Запишіть формулу залежності між фізичними величинами, згідно з поставленою умовою задачі .
2. Встановіть, які величини є функцією, а які аргументом.
3. З'ясуйте вид функціональної залежності між величинами.
4. За відомими значеннями аргументів знайдіть значення функції і побудуйте графік.

Алгоритм читання графіків

1. З'ясуйте, які величини відкладені на осях координат, встановіть масштаб і одиниці вимірювання величин.
2. З'ясуйте вид функціональної залежності за видом графіка.
3. Запишіть формулу, що відображає залежність у загальному вигляді.
4. За відомою формулою (законом) встановіть параметр.
5. Дайте якісний аналіз процесів, зображених на графіку, і, якщо потрібно, за даним графіком побудуйте інші графіки.

Розглянемо приклади розв'язування задач графічним методом:

Графічний метод можна використовувати, якщо потрібно порівняти час руху тіл або взадачі розглядається рух більше двох тіл. Простота і наочність основні переваги графічного методу.

Задача 1. Мурашка біжить від мурашника по прямій так, що її швидкість обернено пропорційна відстані до центра мурашника. В той момент, коли мурашка знаходиться у т. A на відстані $l_1=1\text{м}$ від центра мурашника, її швидкість

дорівнює $V_1 = 2$ см/сек. За який час мурашка добіжить від т. A до т. B , яка знаходиться на відстані $l_2=2$ м від центра мурашника.

Розв'язання: розіб'ємо відстань від т. A до т. B на малі ділянки, які мурашки проходить за однакові проміжки часу Δt . Тоді $\Delta t = \frac{\Delta l}{v_c}$.

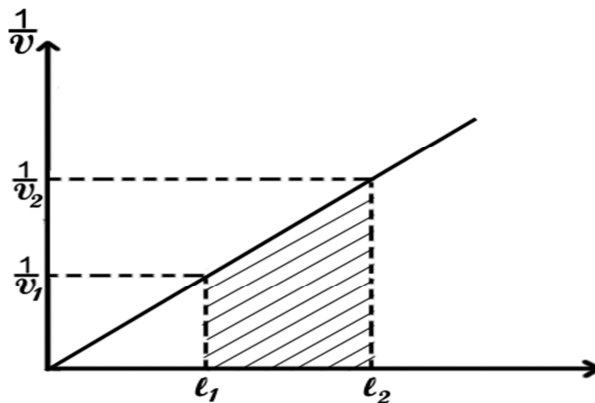


Рис.2.1.1

Побудуємо графік залежності $\frac{1}{v_c}$ від l . Заштрихована площа – це шуканий час

$$t = \frac{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}}{2} (l_2 - l_1).$$

Задача 2. Знайти час і місце зіткнення двох частинок, що рухаються по одній прямій. Початкова швидкість першої частинки V_{o1} , її прискорення a_1 , початкова швидкість другої частинки V_{o2} , її прискорення a_2 . В момент часу $t=0$ обидві частинки знаходяться в початку координат $x_o=0$, $V_{o2} > V_{o1}$, $a_2 < a_1$.

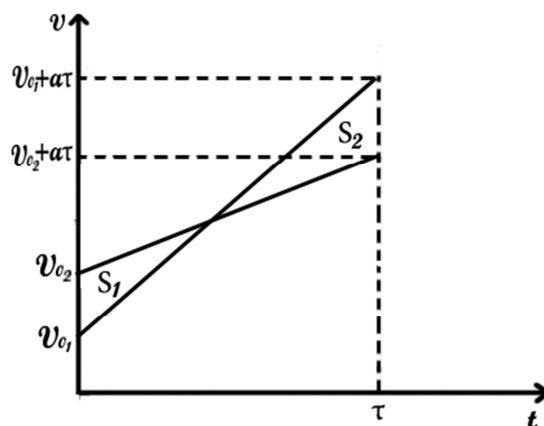


Рис.2.1.2

Розв'язання: побудуємо на одних координатних осях графіки залежності швидкості від часу для двох частинок.

До моменту зустрічі обидві частинки пройдуть однакові шляхи l . Тому умовою зіткнення буде рівність площ трапеції S_1 і S_2 .

$$S_1 = \frac{v_{01} + v_{01}t + a_1\tau}{2} \tau = \frac{2v_{01} + a_1\tau}{2} \tau \quad (1)$$

$$S_2 = \frac{2v_{02} + a_2\tau}{2} \tau. \quad (2)$$

Прирівнявши значення S_1 і S_2 , одержимо

$$\tau = \frac{2(v_{02} - v_{01})}{a_1 - a_2}; \quad (3)$$

$$x = l = \frac{2(v_{02} - v_{01})(v_{02}a_1 - v_{01}a_2)}{(a_1 - a_2)^2}. \quad (4)$$

Часто доводиться розв'язувати задачі в яких сила є функцією координат. Для пружних сил вона лінійно залежить від координат $F = kx$. Гравітаційні сили обернено пропорційні квадрату координати $F = \frac{GmM}{R^2}$. В залежності від роду сил робота змінної сили обчислюється різними методами

Задача 3. Обчислимо роботу зовнішньої сили, яка розтягує пружину. За III законом Ньютона зовнішня сили дорівнює за модулем силі пружності, але має протилежний напрям.

Розв'язання : якщо сила лінійно залежить від координати, то робота дорівнює добутку середнього арифметичного значення сили та переміщення:

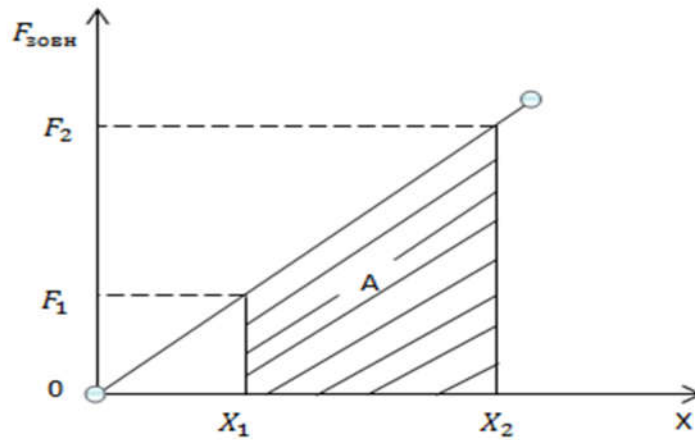


Рис.2.1.3

$$A = \frac{F_1 + F_2}{2} \Delta x. \quad (1)$$

Числове значення роботи дорівнює площі фігури обмеженої графіком сили і координатною віссю ОХ.

Робота змінної сили на відрізку $x_2 x_1$ чисельно дорівнює площі заштрихованої трапеції:

$$A = \frac{F_1 + F_2}{2} (x_2 - x_1). \quad (2)$$

Робота сил пружності має протилежний знак

$$A = -\frac{F_1 + F_2}{2} (x_2 - x_1). \quad (3)$$

Задача 4. На тіло масою M , що знаходиться в спокої, налітає тіло масою m . Сила, що виникає при взаємодії, спочатку лінійно зростає від 0 до значення F_0 протягом періоду часу τ , а потім лінійно зменшується до 0 за той же час. Визначити швидкості тіл після удару, вважаючи його центральним.

Розв'язання : зобразимо графік залежності сили взаємодії F від часу t і замінимо змінну силу $F(t)$ діючою силою f .

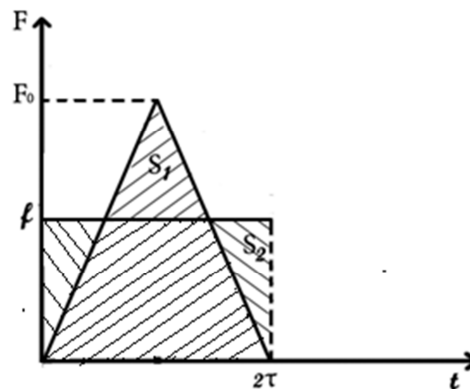


Рис.2.1.4

Оскільки результатом дії сил є зміна імпульсів взаємодіючих тіл, імпульси двох сил повинні бути рівними (однаковими). Імпульс сили – це площа під даним графіком, тому записуючи рівність площ S_1 і S_2 , знайдемо силу f :

$$\frac{1}{2} \cdot F_0 \cdot 2\tau = f \cdot 2\tau \quad (1)$$

Звідки $f = \frac{F_0}{2}$. Тепер запишемо для кожного із взаємодіючих тіл другий закон Ньютона і знайдемо відстані зміни швидкостей.:

$$m(v_0 - v) = 2f\tau; \quad (2)$$

$$Mv_1 = 2f\tau \quad (3)$$

Звідки

$$v = v_0 - \frac{2f\tau}{m} = v_0 - \frac{F_0\tau}{m}; \quad (4)$$

$$v_1 = \frac{2f\tau}{M} = \frac{F_0\tau}{M}. \quad (5)$$

Задача 5. Санки рухаються по горизонтальному льоду зі швидкістю V_0 і в'їжджають на асфальт. Довжина санок l , а коефіцієнт тертя їх об асфальт μ . Визначити шлях s , пройдений санками до повної зупинки. Відомо, що $s > l$.

Розв'язання:

Спосіб 1. Коли санки виїжджають на асфальт, то відбувається поступове збільшення сили тиску N полозків на асфальт, від нуля до максимального значення, яке дорівнює силі тяжіння mg санок. У зв'язку з цим зростає і сила тертя $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$. Оскільки санки рухаються під дією змінної сили, використаємо для розв'язування даної задачі поняття роботи і енергії.

Робота сили тертя, що діє на санки, визначається зміною їх кінетичної енергії від $E_1 = \frac{mV_0^2}{2}$, до $E_2 = 0$.

Тобто:

$$A = \frac{1}{2}mV_0^2. \quad (1)$$

Цю роботу можна обчислити іншим способом.

Розіб'ємо увесь шлях, пройдений санками по асфальту на дві частини $s=l+s_1$. На шляху s_1 сила тертя стала і дорівнює μmg , а тому робота цієї сили:

$$A_1 = \mu mgs_1. \quad (2)$$

На шляху l на санки діє змінна сила тертя, яка лінійно збільшується від нуля до кінцевого значення μmg , що відповідає повному в'їзду санок на асфальт. Тоді можна вважати, що на шляху l на санки діяла середня сила тертя $F_{\text{тр}} = \frac{\mu mg}{2}$.

Робота цієї сили:

$$A_2 = \frac{1}{2}\mu mgl. \quad (3)$$

Повна робота сили тертя:

$$A = A_1 + A_2 = \mu mgs_1 + \frac{1}{2}\mu mgl = \mu m \left(s_1 + \frac{l}{2} \right). \quad (4)$$

Прирівнюючи рівняння (1) і (4), визначимо s_1 :

$$s_1 = \frac{V_0^2 - \mu gl}{2\mu g} \quad (5)$$

Тепер можна знайти увесь шлях, пройдений санками:

$$s = l + s_1 = l + \frac{v_0^2 - \mu g l}{2\mu g} \rightarrow s = \frac{v_0^2 + \mu g l}{2\mu g}. \quad (6)$$

Спосіб 2. Побудуємо графік залежності сили тертя, яка діє на санки, від шляху пройденого санками

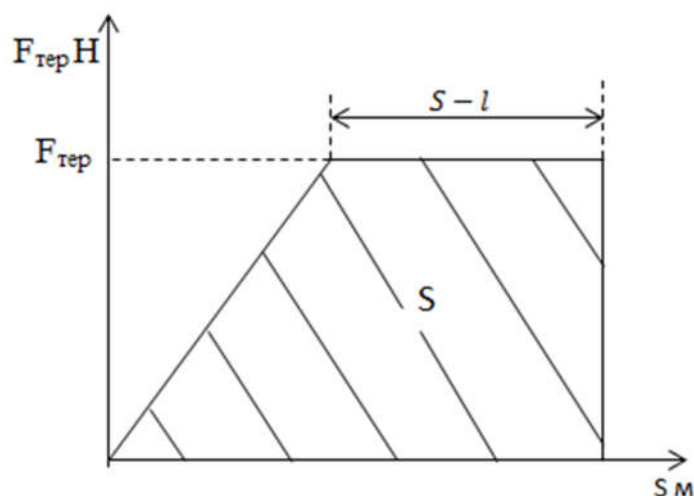


Рис.2.1.5

Як видно з рис.2.1.5 робота сили тертя чисельно дорівнює площі трапеції:

$$A = \frac{s+(s-l)}{2} F = \frac{s+(s-l)}{2} \mu m g = \frac{2s-l}{2} \mu m g. \quad (1)$$

Ця робота дорівнює зміні кінетичної енергії санок:

$$A = \frac{m v_0^2}{2} \quad (2)$$

Із рівняння (1) і (2) знайдемо S: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{2s-l}{2} \mu m g$

$$S = \frac{v_0^2 + \mu g l}{2\mu g}. \quad (3)$$

Задача 6. Металевий суцільний циліндр діаметром D обертається навколо своєї осі з частотою ν . Визначити напруженість електричного поля, що виникає

усередині нього, як функцію відстані до осі і різницю потенціалів між віссю і периферією циліндра.

Розв'язання:

На відстані r від осі циліндра напруженість електричного поля повинна бути такою, щоб сила, що діє з боку цього поля на електрон, зрівноважувала відцентрову силу.

$$eE = ma$$

$$a = 4\pi^2 v^2 r$$

Звідси

$$E = \frac{4\pi^2 v^2 r m}{e} \quad (*)$$

$$E \sim r$$

Зобразимо графічно залежність $E(r)$.



Рис.2.1.6

Шукана різниця потенціалів рівна роботі, яку потрібно виконати при перенесенні одиничного заряду від периферії до осі циліндра, тобто рівна заштрихованій площі на графіку.

$$\Delta\varphi = \frac{E * D}{4}$$

Врахувавши формулу (*):

$$\Delta\varphi = \pi^2 v^2 D^2 m / (2e).$$

Задача 7. Яка дійсна глибина басейна, якщо при визначенні її "на око" по вертикальному напрямку ця глибина здається рівною 2 м?

Розв'язання:

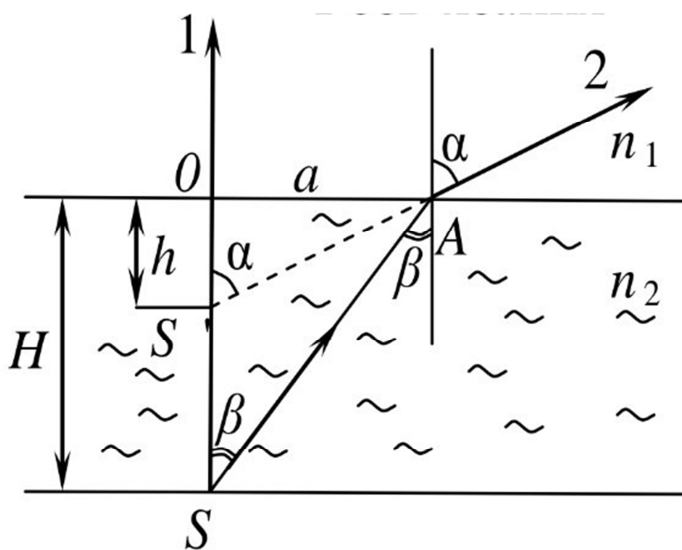


Рис.2.1.7

Розглянемо два променя, що розповсюджуються від джерела S . Один промінь 1 падає на границю розподілу вода-повітря перпендикулярно до неї і свого напрямку не змінює. Другий промінь 2 падає на цю поверхню під кутом β і виходить з води під кутом α . Кути α і β повинні бути настільки малими, щоб обидва промені пройшли через зрачок ока. Людині здається, що джерело S знаходиться в точці S' і тоді спостерігач прийде до висновку, що глибина басейна не H , а h , тобто менша за реальну.

$$\text{Розділивши } \frac{H}{h} = \frac{a \cdot \text{ctg } \beta}{a \cdot \text{ctg } \alpha}, \text{ знаходимо } H = h \frac{\text{ctg } \beta}{\text{ctg } \alpha} = h \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \beta}.$$

При малих кутах можна вважати рівними тангенси і синуси їх. Тоді S .

З врахуванням закону заломлення $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$. Отже, $H =$

$$h \frac{n_2}{n_1}; H = 2 \frac{1,33}{1} = 2,66 \text{ м.}$$

Задача 8. Ідеальний одноатомний газ масою $m = 80 \text{ г}$ і молярною масою $M = 40 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$ нагрівають в циліндрі під поршнем так, що температура змінюється пропорційно до p^2 ($T \sim p^2$) від початкової $T_1 = 300 \text{ К}$ до кінцевої T_2

= 400 К. Визначити роботу, виконану газом в цьому процесі, і кількість наданої йому теплоти.

Розв'язання: з рівняння стану ідеального газу $pV = \frac{m}{M}RT$ і умови $T = kp^2$, де $k = \text{const}$, одержимо $p = \frac{M}{mRk}V$. Це рівняння прямої, що проходить через початок координат.

Робота газу чисельно дорівнює площі заштрихованої трапеції.

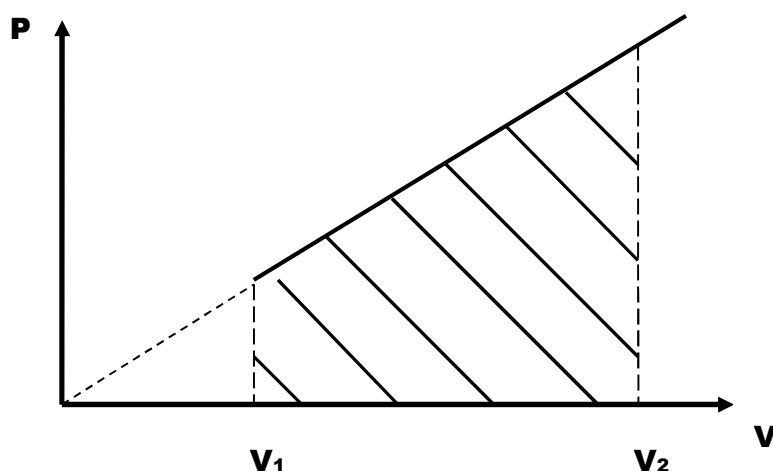


Рис.2.1.8

$$A = \frac{p_1 + p_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{mR}{M} \frac{kp_2^2 - kp_1^2}{2} = \frac{mR}{M} \frac{T_2 - T_1}{2} = 830 \text{ Дж.}$$

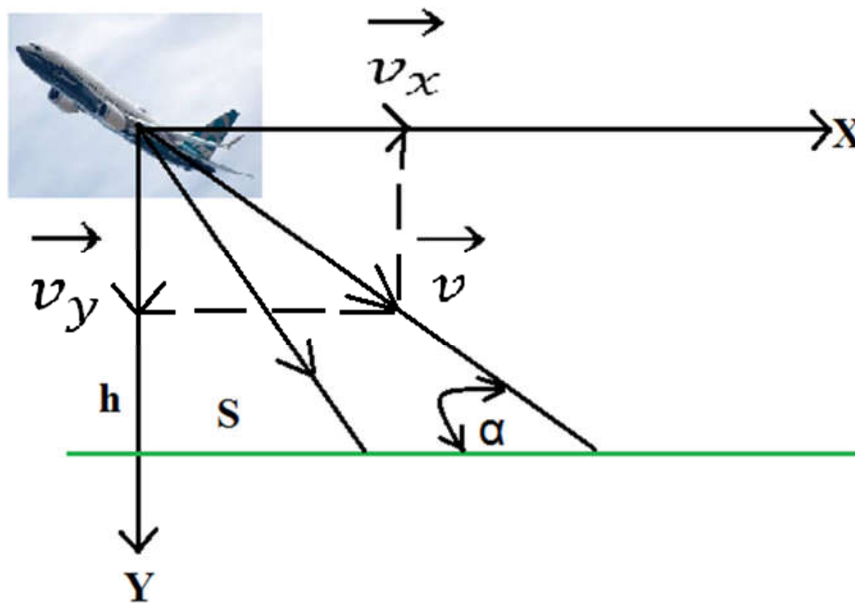
Кількість теплоти знайдемо з першого начала термодинаміки:

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R (T_2 - T_1) + \frac{1}{2} \frac{m}{M} R (T_2 - T_1) = 2 \frac{m}{M} R (T_2 - T_1) = 4A \approx 3,3 \text{ кДж}$$

Задача 9. В управлінні ООН підняли питання, що через посуху і збройних конфліктів в трьох африканських країнах і в Ємені (Південно-Західна Азія) населення може залишитися без їжі. У Ємені майже 19 млн. людей потребують гуманітарної допомоги, близько 17 млн. осіб подалися в чужі краю в пошуках їжі. І організація ООН постачає країнам Африки добровольчі вантажі літаками .

Отже з літака, який летить на висоті 2500 м з швидкістю 360 км/год під кутом 200° до горизонту скидають вантаж. На якій відстані по горизонталі від точки падіння вантаж впаде на землю, якщо опором повітря знехтувати?

Розв'язання :Якщо розкласти швидкість v на дві складові: v_x - горизонтальну та v_y -вертикальну , то вантаж приймає участь в двох незалежних рухах.



1. Рівномірний прямолінійний в горизонтальному напрямі з швидкістю v_x

$$s = v_x t = v \cos \alpha t$$

2. Рух тіла, кинутого вертикально вниз з висоти h з початковою швидкістю $v_y = v \sin \alpha$.

$$h = v \sin \alpha * t + \frac{gt^2}{2} \Leftrightarrow t^2 + \frac{2v * \sin \alpha}{g} - \frac{2h}{g} = 0$$

Підставивши числові значення і розв'язавши таке квадратне рівняння, отримаємо: час руху становитиме $t=7,2$ с. Тоді, згідно першого рівняння, шукана відстань S буде мати наступне значення:

$$S = 100 * 0,94 * 7,2 = 677(\text{м}).$$

Графічний метод можна використовувати, якщо потрібно порівняти час руху тіл або в задачі розглядається рух більше двох тіл. Простота і наочність основні переваги графічного методу.

2.2 Метод віртуальних переміщень

Віртуальні переміщення не відносяться до процесу руху системи, цей метод вводить для того, щоб знайти існуючі в системі співвідношення сил і встановити умови рівноваги.

Йоганном Бернуллі, який описав новий спосіб для розв'язування задач із статичної динаміки, сформулював принцип віртуальних переміщень. Для рівноваги будь-якої механічної системи з ідеальними зв'язками необхідно і достатньо, щоб сума елементарних робіт, діючих на систему сил при будь-якому віртуальному переміщенні, рівна нулю. [22]

Алгоритм розв'язування задач методом віртуальних переміщень:

1. Вияснити, які сили діють між частинками системи.
2. Уявити, що під дією однієї із сил відбулося (віртуальне) зміщення деяких частин системи
3. Виразити віртуальне переміщення точок всіх сил через віртуальне переміщення точки до однієї із цих сил.
4. Думаючи, що сили не змінились по модулю, потрібно знайти роботу кожної сили як добуток модуля цієї сили на віртуальне зміщення точки.
5. Прирівняти до нуля суму віртуальних робіт всіх сил системи, і розділити на віртуальне переміщення дві частини отриманого рівняння, знайти його рішення.

Для більш точного ознайомлення з методом, розглянемо приклади таких задач.

Задача 1. Маємо ланцюжок, який утримує N однакових невагомих ланок, скріплених шарніром (рис 2.2.1). Не враховуючи тертя, визначте, який натяг повинен витримати нитка, яка з'єднує точки 1 і 2, якщо до ланцюжка підвішений груз масою m .

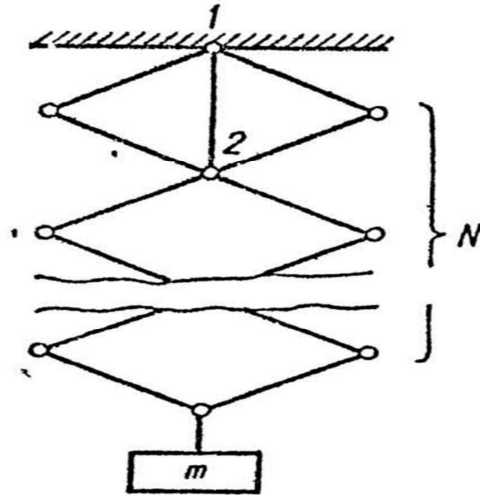


Рис 2.2.1

Розв'язання: Нехай вантаж m опустився на δh . Робота сили тяжіння дорівнює:

$$\delta A = mg\delta h.$$

Робота сили натягу : $\delta A = -T\delta N$. δN знайдем із зображенням симетрії.

Велика діагональ кожної із ланок подовжилась на $\frac{\delta h}{N}$, що рівна віртуальному переміщенню точки 2. Тому $mg\delta h - T\frac{\delta h}{N} = 0$, або $T = Nmg$.

Задача 2. Рідина з діелектричною проникністю ϵ налита в велику посудину. Дві вертикально розположенні паралельні пластини торкаються поверхні рідини (рис 2.2.2). Відстань між пластинами d . Пластини підключені до джерела з різницею потенціалів U . Яка буде висота h стовпа рідини між пластинами після встановлення рівноваги?

Розв'язування: Нехай рідина піднялась на δh . Нехтуючи змінами маси рідини, отримаємо: $\delta A_1 = -mg\frac{\delta h}{2} = -\frac{1}{2}\rho ghdb\delta h$.

Робота сил електричного поля $\delta A_2 = \frac{U^2}{2} \delta C$. Знайдемо δC .

Розглядаємо заповнену і незаповнену частину конденсатора як два паралельно сполучені, знайдемо ємкість еквівалентного конденсатора.

$$C = \frac{\varepsilon_0 S_1}{d} + \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S_2}{d} = \frac{\varepsilon_0 ab}{d} + \frac{(\varepsilon - 1) \varepsilon_0 bh}{d}.$$

$$\delta C = \frac{(\varepsilon - 1) \varepsilon_0 b \delta h}{d}.$$

Таким чином, $\delta A_2 = \frac{1}{2} U^2 \frac{(\varepsilon - 1) \varepsilon_0 b \delta h}{d}$.

Остаточно, $\delta A_1 + \delta A_2 = 0$,

$$h = \frac{U^2 (\varepsilon - 1) \varepsilon_0}{\rho g d^2}.$$

Задача 3. Вантаж масою m прикріплений до вертикальної підвіски масою M (рис.2.2.3). Підвіска зроблена із чотирьох довгих і чотирьох коротких металічних стержня, сполучені шарнирно. Точка кріплення підвіски з'єднана з середньою підвіскою ниткою. Визначти силу натягу нитки.

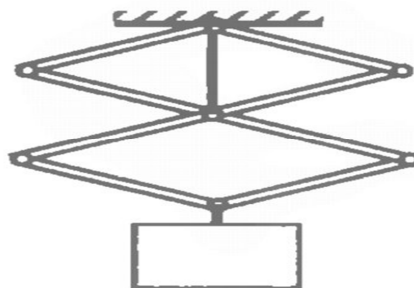


Рис.2.2.3

Розв'язування:

Розглянемо віртуальне переміщення системи. Запропонуємо, що під дією сили натягу мотузки її довжина скоротилася на Δx . При цьому сила натягу T нитки здійснила роботу $A_y = T * \Delta x$.

Розглянемо, роботу інших сил, діючих між частинами системи. Сили реакції шарнірів роботу не здійснили. Так як при будь-яких обертаннях в шарнірі переміщення частин відбувається вздовж поверхні шарніра, сила тертя в шарнірі зазвичай мала нею можна знехтувати, а сила реакції опори напрямлена перпендикулярно до поверхності шарніра.

Сили ваги, діюча на систему, здійснює від'ємну роботу, так як система піднімається вгору. Центр ваги підвіски піднімається на висоту Δx . При цьому нижня частина підвіски і прикріплений вантаж піднімається на $2\Delta x$ (2.2.4). Тому робота сил ваги рівна $A_1 = -Mg * \Delta x$ і $A_2 = -mg * 2\Delta x$, відповідно.

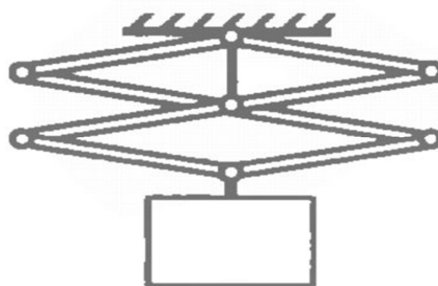


Рис.2.2.4

Оскільки сумарна енергія системи не повинна була змінитися в наслідок не великого зміщення, то сумарна робота всіх сил повинна бути рівна нулю:

$$A_y + A_1 + A_2 = 0,$$

$$T * \Delta x - Mg * \Delta x - mg * 2\Delta x = 0.$$

Звідки отримаємо, що сили натягу мотузки рівна $T = (M + 2m)g$.

Отже, можна сказати, що метод віртуальних переміщень дає змогу спрощувати та дає змогу скоріше знаходити результат.

2.3 Метод диференціювання й інтегрування.

Метод диференціювання й інтегрування складається з двох частин. В першій знаходять диференціал шуканої величини. Для цього в більшості випадків

проводять або розподіл тіл на такі малі частини, щоб останні можна було прийняти за матеріальні точки або розподіл великого інтервалу часу на такі малі інтервали часу, щоб протягом цих малих інтервалів процес можна було приблизно вважати рівномірним (або стаціонарним) тощо. У другій частині методу проводять підсумування (інтегрування). Найважчим в цій частині є вибір змінної інтегрування і визначення меж інтегрування. Для визначення змінної інтегрування необхідно детально проаналізувати, від яких змінних залежить диференціал шуканої величини і яка змінна є головною, найістотнішою. Цю змінну частіше всього і вибирають як змінну при інтегруванні. Після цього всю решту змінних виражають як функції від цієї змінної. В результаті диференціал шуканої величини приймає вид функції від змінної інтегрування. Потім визначають межі інтегрування як крайні (граничні) значення змінної інтегрування. Після обчислення певного інтеграла отримують числове значення шуканої величини .[30]

За допомогою цього методу обчислюють силу взаємодії між неточковими масами, зарядами, роботу змінної сили, момент інерції, здійснюють розрахунки гравітаційних та електромагнітних полів тощо.

Задача 1. Дві нескінченно довгі нитки, що заряджені з однаковою лінійною густиною $\tau_1=\tau_2=3$ мкКл/м, знаходяться на відстані $r_1=2$ см один від одної. Яку роботу на одиницю довжини треба зробити, щоб зблизити ці нитки до відстані $r_2=1$ см?

Розв'язання:

Будемо вважати, що друга нитка перебуває в електричному полі, яке створене першою ниткою. Це поле діє на другу нитку з деякою силою. В даному випадку не можна застосувати формулу для розрахунку роботи у вигляді $A=F \cdot S \cdot \cos \alpha$, так як для переміщення нитки необхідно прикласти силу, яка дорівнює силі взаємодії заряджених ниток, а вона залежить від відстані між ними. Тому спочатку запишемо формулу для розрахунку роботи в диференціальній формі.

Для цього відстань, на яку переміщується друга нитка, розіб'ємо на маленькі проміжки dr такі, щоб силу можна було вважати сталою. Тоді можна записати, що елементарна(дуже маленька) робота буде дорівнюватиме:

$$\delta A = F dr \cos \alpha \quad (1)$$

$\cos \alpha = 1$, так як напрям сили, що діє на другу нитку, збігається з напрямком її переміщення. Тепер перейдемо до однієї змінної. Для цього треба записати формулу для розрахунку сили. Нитки не є точковими зарядами, тому не можна користуватися законом Кулона. В цьому випадку

$$F = q * E \quad (2)$$

де q – це величина заряду, якій розміщений в полі напруженістю E . У нашій задачі q – заряд другої нитки, E – напруженість поля, що створене першою ниткою.

$$q = \tau_2 l, \quad (3)$$

$$E = \frac{\tau_1}{2\pi\epsilon_0 r}, \quad (4)$$

Де $\epsilon_0 = 8,85 * 10^{-12}$ – електрична стала.

Записані співвідношення підставимо в формулу (1) та отримаємо:

$$\delta A = \frac{\tau_1 \tau_2}{2\pi\epsilon_0} * \frac{dr}{r}, \quad (5)$$

Тепер можна переходити до інтегрування. У рівняння входить тільки одна змінна – відстань r , яка змінюється в межах від r_1 до r_2 . Тоді

$$A = \int \delta A = \int_{r_1}^{r_2} \frac{\tau_1 \tau_2 l}{2\pi\epsilon_0} * \frac{dr}{r} = \frac{\tau_1 \tau_2 l}{2\pi\epsilon_0} \ln r \Big|_{r_1}^{r_2} = \frac{\tau_1 \tau_2 l}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1}. \quad (6)$$

Робота, яка припадає на одиницю довжин

$$A_l = \frac{A}{l} = \frac{\tau_1 \tau_2 l}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1} \quad (7)$$

Підставимо чисельні значення величин в формулу(7) і отримаємо:

$$A = \frac{3 * 10^{-6} * 3 * 10^{-6}}{2 * 3,14 * 8,85 * 10^{-12}} \ln \frac{1}{2} = -0,11 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{м}} \right).$$

Зверніть увагу! Нитки мають однаковий за знаком заряд, тому вони відштовхуються. Для того, щоб їх зблизити, необхідно здійснити роботу проти сил поля. Тому робота має знак «мінус».

Задача 2. Сила струму у провіднику опором $R=10$ Ом за час $t=50$ с рівномірно зростає від $I_1=5$ А до $I_2=10$ А. Визначити кількість тепла Q , що було виділено за цей час у провіднику.

Розв'язання:

Кількість тепла, яке виділяється у провіднику при протіканні постійного електричного струму, визначається законом Джоуля – Ленца.

$$Q = I^2 R t. \quad (1)$$

Але застосовувати його у такому вигляді до розв'язання цієї задачі не можна, тому що струм змінюється. Тому спочатку запишемо формулу для розрахунку кількості тепла у диференціальній формі. Для цього інтервал часу, протягом якого змінюється струм, розіб'ємо на такі маленькі проміжки часу dt , щоб струм можна було вважати постійним. Для малого проміжку часу dt можна застосувати закон Джоуля – Ленца:

$$\delta Q = I^2 R dt. \quad (2)$$

Перейдемо до однієї змінної. Сила струму з часом наростає рівномірно, тому її можна описати рівнянням:

$$I = I_1 + kt, \quad (3)$$

де I_1 – значення струму у початковий момент часу, k – коефіцієнт пропорційності, що характеризує швидкість зміни сили струму. З урахуванням (3) формула (2) набуде вигляду:

$$\delta Q = (I_1 + kt)^2 R dt. \quad (4)$$

Розрахуємо k , використовуючи рівняння (3):

$$k = \frac{I_2 - I_1}{t} = \frac{10 - 5}{50} = 0,1 \left(\frac{A}{M} \right)$$

До рівняння(4) входить тільки одна змінна – час t , яка змінюється у межах від $t_1=0$ до $t_2=50$ с. Отже, можна переходити до інтегрування:

$$Q = \int \delta Q = \int_{t_1}^{t_2} (I_1 + kt)^2 R dt = \int_{t_1}^{t_2} (I_1^2 + 2I_1 kt + k^2 t^2) R dt = \left(I_1^2 t_2 + I_1 k t_2^2 + k^2 \frac{t_2^3}{3} \right) R - \left(I_1^2 t_1 + I_1 k t_1^2 + k^2 \frac{t_1^3}{3} \right) R. \quad (5)$$

Підставимо чисельні значення величин у формулу (5) і отримаємо:

$$Q = \left(5^2 * 50 + 5 * 0,1 * 50^2 + 0,1^2 * \frac{50^3}{3} \right) * 10 = 29,2 * 10^3 \text{ (Дж)}.$$

Задача 3. Тонкий стержень довжиною $l=1$ м рівномірно заряджений зарядом $Q = 10^{-12}$ Кл. Визначте потенціал електричного поля цього заряду в точці А, розміщений на осі стержня на відстанні $d=1$ м від його кінця (рис.2.3.1). Середовище-вакуум

Розв'язання:

В нашому випадку заряд Q розміщений на тілі (стержень), геометричні розміри якого ($l=1$ м), яким не можна знехтувати у порівнянні з відстанню ($d=1$ м), розглядаємо в данній задачі. Отже, заряд Q не можна рахувати точковим.

Використаємо метод диференціювання й інтегрування. Розділимо стержень на маленькі частинки, щоб кожна з них можна було прийняти за матеріальну точку. Тому заряд, розміщений на такій частинці, можна вважати точковим. Розглянемо одну таку частинку довжиною dx , віддалений від точки А на відстанні x . Заряд цієї частинки точковий і складає $dQ = \left(\frac{Q}{l} \right) dx$. Заряд dQ створює електричне поле, потенціал $d\phi$ якого в точці А може бути вирахований по формулі:

$$d\varphi = \frac{dQ}{4\pi\epsilon_0 x}.$$

Підставимо в дану формулу значення $dQ = \left(\frac{Q}{l}\right) dx$, отримаємо диференціал шуканої величини як функцію однієї змінної:

$$d\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 l} \frac{dx}{x}.$$

Перша частина методу закінчена. Переходимо до додавання потенціальних полів, створений всіма елементарними зарядами (точковими), на які був розподілений початковий заряд Q . Зміна інтегрування x змінюється в межах від $d=1\text{м}$ до $d+l=2\text{м}$. Інтегруємо по x в цих межах, остаточно отримаємо значення шуканої величини.

$$\varphi = \int_d^{d+l} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 l} \frac{dx}{x} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 l} \ln\left(l + \frac{l}{d}\right).$$

Підставивши числове значення, отримаємо $\varphi = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ В}$.

Узагальнюючи все можна сказати, що метод диференціювання та інтегрування є універсальним. Його використовують як при вивченні теорії, так і при розв'язанні задач. У розділі механіка за допомогою методу диференціювання та інтегрування обчислюють роботу змінної сили, моменти інерції твердих тіл, також при вивченні фізичних полів можна визначати напруженості і потенціали полів, створених неточковими зарядами.

Висновок II

Нестандартна задача - це також поставлена задача, але застосування в процесі її розв'язання тільки «звичайних» законів і методів не приводить до мети: система виходить незамкненою. Залишається неврахованою «щось», про яке треба якось здогадатися. Ніяких загальних і універсальних практичних порад тут дати не можна.[20]

Розв'язання нестандартних задач спонукає до поглибленого вивчення загального курсу фізики, а також споріднених дисциплін, що сприяє розвитку логічного мислення, набуттю навичок практичного застосування наукових знань.

Для того, щоб розв'язання таких задач було неproblemатичним, використовують методи, які спрощують шлях до знаходження розв'язку. Дані методи проілюстрованні в моїй роботі. Звичайно перелік методів є більший, але я вибрала на мою думку, які частіше використовуються.

Висновки:

В роботі на основі опрацьованої методичної літератури проаналізовано роль і місце задач в процесі вивчення фізики, та методи їх розв'язування.

Навчально-виховному процесі особливе місце належить формуванню фізичних умінь і навичок, які потрібних для розуміння природних, технічних та побутових явищ і фізичних процесів. Набуття основ фізичної теорії, практичних навичок для розв'язання задач.

Фізична задача також можна розглядати як словесно-символьне представлення реальної або віртуальної ситуації, фізичних об'єктів, явищ або процесів.

У практиці, нажаль дидактичні можливості обмежуються. Перевагу віддають задачам, які служать лише для ілюстрації правил, формул, законів. При цьому втрачається така важлива їх методична функція, як розвиток мислення, творчих здібностей. Одноманітність в розв'язуванні задач, алгебраїчні способи, які використовують, не сприяють глибокому розумінню фізичної суті явищ розвитку фізичного мислення учнів. Тому необхідність ознайомлення учнів з різними методами, які дають можливість розв'язувати задачі оригінально є актуальною проблемою.

Використання різних способів розв'язування фізичних задач сприяє ефективному формуванню фізичних понять, для різнобічного усвідомлення змісту навчального матеріалу, і вміння застосовувати фізичні закони та закономірності на практиці та створює умови для реалізації принципу політехнізму.

Графічний метод має певні переваги порівняно з іншими методами. Розв'язання цілого ряду задач графічним методом веде до раціональних способів і дає чималу економію навчального часу. Графіки дають можливість краще зрозуміти, яку інформацію можна одержати про рух тіла або інші фізичні процеси. При використанні також методу віртуальних переміщень і методу диференціювання та інтегрування дозволяють розкрити не лише істотні сторони фізичних законів, але й поглибити знання з математики. Математична основа цих методів складають диференціальні та інтегральні функції. Тому розглядаючи ці методи дозволяє практично здійснювати міжпредметний зв'язок.

Також, експериментальні задачі дають можливість формувати глибокі й міцні знання; спостерігати практичне використання вивченого матеріалу; формувати практичні вміння та навички; можна застосовувати їх для повторення, закріплення, узагальнення матеріалу; розвивати творчі здібності учнів; підвищують ефективність уроків фізики і в цілому курсу фізики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Малафеев Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе. -М.: Просвещение, 1980.
2. Матюшкін А.М. Проблемні ситуації в мисленні та навчанні /А.М. Матюшкін. - М., 1972. - 392 с.
3. <https://osvita.ua/doc/files/news>.
4. Вісник № 146. Серія: Педагогічні науки.Стаття «Використання компетентнісного-орієнтованих задач у курсі фізики».
5. https://ippo.kubg.edu.ua/wp-content/uploads/2014/04/dosvid_ssh_291.doc
6. І.М.Волинець «Демонстраційний експеримент», Фізика в школах України, №15-16 2016.

7. І.І.Задніпрянець «Технологічний аспект дослідницької та проектної діяльності в сучасній середній школі», Фізична газета, №9 2014.
8. <https://sites.google.com/site/virtualnijmetodicnijkabinet42/virtulana-skola-molodogo-pedagoga/tipi-sucasnogo-uroku>.
9. Вовкотруб В.П. Вибрані задачі з фізики та варіанти їх розв'язків : Навчальний посібник [для студ.ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. та учнів загальноосвітніх шкіл] / Вовкотруб В.П., Подопригора Н.В.,Трифоновна О.М. – Кіровоград: ПП "Ексклюзив систем", 2011. – 175 с.
- 10.Красин М.С. Розв'язки складних і нестандартних задач з фізики. Евристичні способи пошуку розв'язку.-М.:ИЛЕКСА,2009.-360с.
- 11.Касьянова Г. В. Система фізичних задач для розвитку творчих здібностей учнів [Текст] /Г.В. Касьянова// Навч. посібник.–К.: ІЗМН, 1997.– 120 с.
- 12.Галатюк Ю.М., Рибалко А. В. Впровадження системи дослідницьких задач в курсі фізики середньої школи [Текст] / Ю.М Галатюк, А. В. Рибалко // Сучасні технології в науці та освіті: збірник наукових праць. В 3-ох томах.– Кривий Ріг: Видавничий відділ КДПУ, 2003.– Т 2.– С. 49–55.
13. Мельник Ю. С. Задачі прикладного змісту з фізики у старшій школі / Ю.С. Мельник // Навчальнометодичний посібник. – К.: Педагогічна думка, 2013. – 120 с
14. Гончаренко С.У., Коршак Є.В. Фізика. Олімпіадні задачі. Випуск 2. 9-11 класи.— Тернопіль: "Навчальна книга—Богдан", 1999.— 200с.
15. Є. В. Коршака. Розв'язування задач з фізики: Практикум під ред. – К.: Вища шк. Головн. вид-во, 1986 – 312с.
- 16.<https://prokopethv.jimdofree.com>.
- 17.Резніков Л. І. Графічний метод в викладання фізики. - М .: Учпедгиз, 1960. - 347с.
- 18.Тімонін А. В. Завдання для 6-7 класів з побудовою графіків // Фізика в школі. - 1967. - №4. - С. 90-91.

19. Юрій Краснобокий, Катерина Ільніцька (м. Умань). Розв'язання нестандартних задач як необхідний компонент формування професійної компетентності.
20. Лумпієва Т.П. Практикум з фізики. Розв'язання задач. Частина 1: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний струм. Електромагнетизм: навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів/ Т.П. Лумпієва, Н.М. Русакова, О.Ф. Волков. Донецьк: 2014. – 248 с.
21. Рибалко А. Адаптація методу віртуальних переміщень до розв'язку задач з динаміки. // Збірник матеріалів : проблеми методики викладання фізики на сучасному етапі : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Кіровоград, 2000. – С. 291-294.
22. Рибалко А., Галатюк Ю. Нетрадиційні методи розв'язування фізичних задач. Метод віртуальних переміщень при обертальному русі // Фізика. – К: Шкільний світ, 2002. – № 12. – С. 5-9.
23. А. А. Варламов. Равновесие механической системы и метод виртуальных перемещений. «Квант», 1989, №1. •
24. А. Варламов, А. Шапиро. Метод виртуальных перемещений. «Квант», 1980, №9.
25. Шапиро А.І., Бодик В.А. Оригінальні методи розв'язання фізичних задач. Посіб. Для вчителя.-К.:«Освіта»,1992.
26. А.Н.Варгин. Як розв'язувати задачі з фізики. Частина 1. Механіка Ньютона.- Москва.2009.
27. Н.Н.Тулькибаева, Л. М. Фридман, М.А.Драпкин, Е.С.Валович, Г Д.Бухарова. Решение задач по физике. Психолого-методический аспект / Под ред. Н.Н.Тулькибаевой, М.А.Драпкина. - Челябинск: Изд-ва ЧГПИ "Факел", ЧВВАИУ и Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1995. - 120 с.
28. Дідович М.М. та ін. М54 Методика навчання розв'язувати задачі з фізики: Навч. посібник. Ніжин: Видавництво НДУ ім. М. Гоголя, 2012. – 472 с.

- 29.Коваленко, В. Ф.К56 Загальна фізика в прикладах, запитаннях і відповідях. Механіка : навчальний посібник / В. Ф. Коваленко. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2011. – 223 с.
- 30.Стаття: «Деякі загальні методи розв'язування задач з курсу». Т .П .Гордієнко. УДК 371.
- 31.Величко С.І. П. Розвиток навчального експерименту та облад-
- 32.нання з фізики в середній школі : [монографія] / С.П. Величко. – Кіровоград, 1998.
- 33.Гончаренко С.У. Олімпіади з фізики. Завдання. Відповіді /С.У. Гончаренко. – Х. : Основа, 2008. – 400 с. Гончаренко С.У. Фізика. Олімпіадні задачі / С.У. Гончаренко,
- 34.Є.В. Коршак. – Тернопіль : Навчальна книга-Богдан, 1998. – Вип. 1. 7-8 класи. – 72 с.
- 35.Губанов В.В. Розв'язування нетипових експериментальних задач / В.В. Губанов, О.Г. Нижник // Розв'язування задач з фізики : зб. ст. / упоряд. В.Г. Нижник ; за ред. Є.В. Коршака. – К. : Рад. шк., 1989. – 144 с.
- 36.Ланге В.Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку : учебное руководство / В.Н. Ланге. – М. : Наука, 1985. – 128 с.