

ДЕЯКІ ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ З КУРСУ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

У статті розглянуті методи розв'язання задач за курсом загальної фізики у вищій школі.

Ключові слова: фізична задача, алгоритм розв'язування задач.

На сьогодні, кількість інформації стала такою величезною, що не може бути засвоєна за відносно короткий термін навчання, тим більше при зменшенні аудиторного часу, якщо її не упорядкувати на принципово новій основі. Такою основою може бути розгорнене і систематичне застосування в процесі навчання узагальнених методів, загально-методологічних принципів, відповідних загальних понять тощо.

Керуючись результатами контент-аналізу науково-методичної літератури (програми, підручники, навчальні посібники з фізики для середньої школи, чинні нормативні та директивні матеріали тощо) можна з достатньою ймовірністю говорити про багату та досить показову історію становлення й сучасний рівень розвитку методики розв'язування і складання фізичних задач для середньої школи [2, с.4].

Під час дослідження була виявлена недостатня кількість науково-методичної літератури з методики розв'язування і складання навчальних фізичних задач для вищої школи.

Розробка питання методики розв'язування задач з курсу загальної фізики складна і багатогранна. Цю проблему щодо вищої школи досліджували Антонов Л.І., Беликов Б.С., Волькенштейн В.С., Воробьев А.Г., Деденко Л.Г., Матвеев А.Н., Іродов І.Є., Павлова З.Г., Пастушенко С.М., Савельєв І.В., Трофимова Т.І., Фірган Є.В., Цедрик, Чертов А.А. та ін.

Знання законів фізики припускає уміння не тільки формулювати ці закони, але застосовувати їх в конкретних випадках при розв'язуванні задач. Проте, саме розв'язування задач викликає найбільші труднощі у студентів, які вивчають курс загальної фізики.

Для розв'язування задач виявляється, як правило, недостатньо формального знання фізичних законів. У деяких випадках необхідне знання спеціальних методів, прийомів, загальних для розв'язання певних груп задач. В інших випадках таких методів не існує. Тоді головним, що сприяє успіху справи (окрім знання теорії), стає здатність аналітичного мислення, тобто уміння міркувати. Цим двом аспектам навчання розв'язуванню задач на практичних заняттях не завжди надають належної уваги, а в існуючій навчально-методичній літературі мало допомоги, де систематично висловлювалися б методи розв'язування задач з усього курсу загальної фізики.

Анкетування, проведені з 1998 по 2005 навчальні роки в Таврійському національному університеті, показали, що частина студентів достатньо мірою обізнані з теоретичною частиною курсу фізики, але не вміють розв'язувати фізичні задачі. З'ясувалося, що вивчення теорії в них не викликає ніяких труднощів. Вони запам'ятовують і розуміють закони, означення тощо, але як тільки справа доходить до розв'язування задач, не завжди знають з чого потрібно починати розв'язування. Студент, поринувши в нетрі теорії, написавши безліч математичних рівнянь далеко не впевнений в її розв'язанні. Часто, правильно розв'язавши задачу в загальному вигляді, студенти роблять помилки в обчисленнях, а неправильна відповідь задачі — це все-таки неправильна відповідь, а, отже, такий розв'язок вважається невірним.

Для того, щоб успішно розв'язувати задачі, знання теорії необхідне, але цього не достатньо. Як показали дослідження, крім конкретних знань треба опанувати ще так звані узагальнені знаннями. Звичайно вони здобуваються через досвід, у процесі роз-

в'язування задач, в основному до кінця вивчення курсу фізики.

Розв'язати фізичну задачу — це значить відновити невідомі зв'язки й визначити шукані фізичні величини [1, с.6]. Це означення, сформульоване Б.С.Беліковим, має дуже важливе методичне значення. Якщо фізична задача відбиває яке-небудь фізичне явище (чи сукупність явищ), то необхідно не тільки мати уявлення про це явище (конкретні знання), але й уміти аналізувати будь-яке фізичне явище (використовуючи узагальнені знання). Аналіз явища починається з вибору та характеристики фізичної системи і закінчується складанням системи рівнянь у результаті застосування відповідних фізичних законів. Звідси випливає, що процес розв'язування поставленої задачі має три етапи: *фізичний* (він закінчується, якщо складена система рівнянь), *математичний* (його мета — одержання розв'язку в загальному вигляді) та етап *аналізу* розв'язання. До того ж природно впливає необхідність у створенні системи методів розв'язування задач з фізики, як системи загальних орієнтирів для здійснення самостійної діяльності того, хто розв'язує задачі на кожному з цих етапів.

Існує думка, що єдиного методу розв'язування задач з фізики не існує. Можливо, що це вірно. Але *загальний підхід* (як система методів) *до розв'язання будь-якої фізичної задачі існує* [1].

Фізичний етап починається із ознайомлення з умовою задачі та закінчується складанням замкненої системи рівнянь, у число невідомих якої входять і шукані величини. Після складання замкненої системи рівнянь задача вважається фізично розв'язаною.

Математичний етап починається розв'язанням замкненої системи рівнянь і закінчується одержанням числової відповіді. Цей етап можна розділити на два наступних:

- одержання розв'язку задачі в загальному вигляді;
- знаходження числової відповіді задачі.

Розв'язавши систему рівнянь, знаходять розв'язок задачі в загальному вигляді. Виконавши арифметичні обчислення, отримують числову відповідь задачі.

У математичному етапі майже відсутній фізичний елемент. Безумовно, що математичний етап є менш важливим, ніж етап фізичний, але необхідно підкреслити, він не є другорядним. На жаль, іноді недооцінюють роль цього етапу, вважаючи, що його взагалі можна не проводити. Якщо при розв'язанні системи рівнянь чи при перекладі одиниць, чи при арифметичному розрахунку зроблена помилка, розв'язання задачі в цілому вважається невірним. Із точки зору практики задача розв'язана правильно тільки в тому випадку, якщо отримана її вірна й числова відповідь. Неправильно математичний етап вважати другорядним ще й тому, що після нього повинний впливати етап аналізу розв'язання. Останній етап узагалі не можна провести, якщо не отримана загальна та числова відповідь задачі. Таким чином, для остаточного розв'язання задачі з фізики фізичний і математичний етапи її розв'язання є в однаковій мірі необхідними.

Після одержання розв'язку в загальному вигляді й числовій відповіді проводять етап аналізу розв'язання. На цьому етапі з'ясовують, як і від яких фізичних величин залежить знайдена величина, за яких умов ця залежність здійснюється та ін. На закінчення аналі-

зу загального розв'язку розглядається можливість постановки та розв'язання інших задач шляхом зміни та перетворення умов цієї задачі. Іноді при аналізі загального розв'язання методом теорії розмірностей установлюють правильність отриманого розв'язку. Помітимо, що зазначений метод дає лише необхідну ознаку правильності розв'язку.

При аналізі числової відповіді часто досліджують:

- а) розмірність отриманої величини;
- б) відповідність отриманої числової відповіді фізично можливим значенням шуканої величини;
- в) при одержанні багатозначної відповіді відповідність отриманих відповідей умовам задачі.

Аналіз розв'язку задачі певною мірою є творчим процесом, і тому його метод (який ми тільки що виклали) не повинен бути дуже жорстким і може містити в собі (у залежності від умов задачі) і низку інших елементів. Аналіз розв'язання тісно зв'язаний з методом постановки задачі.

Система етапів розв'язання поставленої фізичної задачі важлива не сама по собі. Одного знання цієї системи ще не достатньо для розв'язання задач. Особливість системи етапів полягає в тому, що вона безпосередньо зв'язана з проблемою системи методів розв'язання задач з фізики. Справа в тому, що на кожному етапі той, хто розв'язує задачу, повинен здійснювати відповідну цьому етапу самостійну діяльність. Часто говорять, що, для того щоб навчитися розв'язувати задачі з фізики, необхідно розв'язувати їх самостійно. Але якщо не вказати студенту задачу загальних способів (методів) його діяльності, то він буде виконувати методу спроб і помилок. Звідси випливає необхідність у системі загальних методів для проведення всіх етапів розв'язання довільної задачі з фізики як способів самостійної діяльності того, хто цю задачу розв'язує. Отже, система загальних методів повинна мати такі властивості:

- а) вона повинна бути універсальною, тобто застосовуватися до розв'язання будь-якої задачі з загальною курсу фізики;
- б) вона повинна охоплювати всі етапи розв'язання довільної задачі.

У результаті аналізу проведення кожного етапу розв'язання задачі з фізики можна запропонувати наступну систему загальних методів [1], що поєднує:

- метод аналізу фізичної ситуації задачі;
- метод застосування фізичного закону;
- систему загально-часткових методів;
- метод спрощення й ускладнення;
- метод оцінки;
- метод аналізу розв'язання;
- метод постановки задачі.

Розглянемо більш детально основні методи.

Метод аналізу фізичної ситуації задачі. Будь-яка фізична задача виражає якесь фізичне явище (або групу явищ). Співвідношення між шуканими і відомими величинами містяться усередині цього явища. Для того, щоб знайти ці співвідношення (які повинні скласти замкнуту систему рівнянь), необхідно не тільки знати суть даного явища, систему його фізичних параметрів, законів і меж його застосування, але і вміти виділити всі ці елементи в даній задачі. Практично фізичний аналіз задачі зводиться в основному до виділення і аналізу фізичного явища. З чого ж починається аналіз-синтез фізичної ситуації задачі?

Вступна частина методу аналізу фізичної ситуації задачі носить допоміжний характер, це як би входження, вступ до світу фізичних явищ задачі. Аналіз явищ тут проводиться вже на стадії попереднього знайомства із задачею. Після прочитання задачі корисно записати її умови, намагаючись осмислити дані і шукані величини, а також зв'язки між ними. Далі необхідно зробити креслення (схему, малюнок), позначивши на ньому всі дані і шукані величини. Малюнок дозволяє наочно представити фізичне явище задачі.

В основній частині цього методу треба вже конкретно провести аналіз фізичного явища. Як відомо, фізичне явище містить якісну і кількісну сторони. Тому спочатку визначають якісну характеристику явища (чим це явище відрізняється від інших, яка його суть, як воно відбувається тощо). Конкретно тут, перше, вибирають фізичну систему, (які фізичні об'єкти включають в систему), по-друге, визначають якісні характеристики цих об'єктів (яким ідеальним об'єктом є кожне тіло: матеріальна точка, тверде тіло тощо), по-третє, розглядають, в яких фізичних процесах беруть участь об'єкти системи. Потім встановлюють кількісні зв'язки і співвідношення між різними фізичними величинами, що характеризують дане явище. Вище наголошувалося, що кількісні зв'язки різних фізичних величин відображаються у фізичних законах. Тому, застосовуючи відповідні фізичні закони, одержують замкнуту систему рівнянь. Після складання замкнutoї системи рівнянь задача вважається фізично розв'язаною. Таким чином, метод аналізу фізичної ситуації задачі відповідає на питання: з чого розпочинати, що треба робити при розв'язуванні будь-якої поставленої фізичної задачі. Зрозуміло, що цей метод застосовується лише на фізичному етапі розв'язування задачі.

Загально-часткові методи. Метод диференціювання та інтегрування (метод ДІ). Система загально-часткових методів є універсальною в тому значенні, що може бути застосована для розв'язання задач майже з будь-якого курсу загальної фізики. Оволодівши порівняно невеликою кількістю загально-часткових методів, можна успішно розв'язувати практично будь-які поставлені задачі.

Загально-часткових методів відносно небагато. З них ми розглянемо наступні: кінематичний, динамічний, законів збереження, розрахунку фізичних полів, диференціювання та інтегрування. В методі ДІ велике значення має положення про межі застосування фізичних законів. Як відомо, зміст фізичного закону не є абсолютним, а його використання обмежене рамками умов застосування.

Часто фізичний закон можна розповсюдити (змінивши його форму) і за межі його застосування за допомогою методу ДІ. В основі цього методу лежать два принципи: принцип можливості представлення закону в диференціальній формі і принцип суперпозиції (якщо величини, що входять в закон, адитивні).

Сутність методу ДІ полягає в наступному. Припустимо, що фізичний закон має вигляд

$$K = LM, \quad (1)$$

де K , L і M – деякі фізичні величини, причому умовою його застосування є $L = const$. Як поширити даний закон на випадок, якщо $L \neq const$ і L є деякою функцією від M , тобто $L = L(M)$?

Виділимо такий малий проміжок dM зміни величини M , щоб зміною величини L на цьому проміжку можна було знехтувати (рис. 1).

Таким чином, приблизно на ділянці dM можна L вважати сталою ($L = const$) і, отже умови застосування закону (1) на ділянці dM виконані (приблизно).

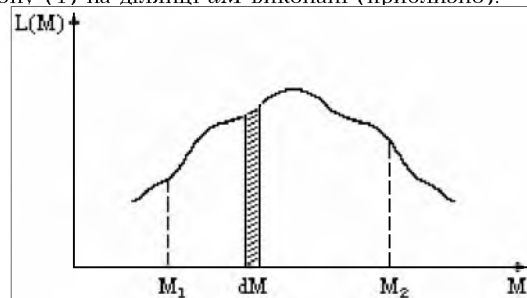


Рис. 1

$$\text{Тоді} \quad dK = L(M)dM, \quad (2)$$

де dK – зміна величини K на ділянці dM .

Використовуючи принцип суперпозиції (підсумовуючи величини по всіх ділянках зміни величини M), набуваємо значення величини K у вигляді

$$K = \int_{M_1}^{M_2} L(M)dM, \quad (3)$$

де M_1 і M_2 — початкове і кінцеве значення величини M .

Таким чином, метод ДІ складається з двох частин. В першій знаходять диференціал (2) 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 dt , 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, найістотною. 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.

Метод спрощення й ускладнення. Метод оцінки.

Цей метод використовують при розв'язуванні складних задач. Його широко застосовують на етапі аналізу розв'язку фізичної задачі. На цьому етапі метод спрощення і ускладнення дозволяє розвернути будь-яку задачу в «блок» все більш складних або більш простих задач.

Складовими частинами методу спрощення і ускладнення є два взаємозв'язаних і протилежних процеси: процес спрощення (ідеалізація, оцінка і відкидання другорядних явищ, нехтування неістотними деталями і т.д.) і процес ускладнення (облік і розгляд раніше відкинутих об'єктів, явищ, деталей, ускладнення фізичної системи, зв'язків і т.д.). Матеріальну основу цих процесів складає метод оцінки.

Цей метод часто використовують при аналізі будь-якої фізичної ситуації, проводячи оцінку фізичних величин або оцінку фізичних явищ.

Оцінка фізичної величини полягає, по-перше, в арифметичному (числовому) розрахунку порядку самої величини (оцінка порядку) і, по-друге, в порівнянні однорідних величин за їх порядком (порівняння по порядку). При арифметичному розрахунку порядку величини, залежної від інших величин, числове значення кожної з цих величин представляють в стандартному вигляді (множення першої значущої цифри на десять у відповідній степені).

Потім оцінюють порядок кожного доданку (якщо вираз, що розраховується, є сумою алгебраїчною). Виділяють доданки з найвищим порядком. Dodankи, порядок яких, принаймні, на два нижче за доданки найвищого порядку, відкидають.

Метод постановки задачі. Цей метод використовують на етапі аналізу розв'язку задачі.

При проведенні аналізу фізичного явища (з цього і починається метод постановки задачі) необхідно з'ясувати, які можна ввести спрощення, чим можна нехтувати, які можна ввести додаткові умови і т.д. Після розумної ідеалізації задачі необхідно з'ясувати, які дані можуть бути відомі, що можна взяти з довідників, таблиць тощо. Деякі дані згодом можуть виявитися зайвими, а деяких може бракувати. Це з'ясується тільки після розв'язання задачі в загальному вигляді. Мабуть, не існує методу (алгоритму) проведення процесу ідеалізації задачі — це творчий процес. Після проведення процесу ідеалізації ставиться (формулюється): за таких умов дано конкретно щось, вимагається знайти щось. На цьому перший етап і розв'язання, і постановки не поставленої задачі закінчується. Задача поставлена. Далі йде вже відомий етап — розв'язання поставленої задачі. Необхідно повторно провести аналіз фізичного явища (тепер це робиться вже значно швидше), скласти замкнуту систему рівнянь і розв'язувати її в загальному вигляді. Перш ніж приступити до числового розрахунку, треба переконатися в тому, що всі дані для цього є. Якщо їх немає, то ці дані необхідно додатково додати до спочатку заданих або взяти з таблиць тощо. Тільки після введення цих додаткових даних, що забезпечують однозначне розв'язання поставленої задачі, можна вважати, що задача поставлена. Потім йдуть арифметичні розрахунки, чим і закінчується розв'язання однієї задачі даної проблеми.

Необхідно зазначити, що ніякий метод, узятий окремо, сам по собі не є універсальним. Кожний метод має сенс і має найбільшу силу тільки в системі методів. Остання ж не завжди автоматично гарантує розв'язання задачі. Іноді задача може бути розв'язана і без методів (“інтуїтивно”). Але розв'язки задач будуть отримані набагато частіше та швидше, якщо діяти згідно з цими методами. Отже, з вище сказаного випливає, що система загальних методів — це не догма, а керівництво до самостійної діяльності при розв'язанні задач з фізики, це система розумних порад, а не інструкція. Для проведення кожного етапу при розв'язанні задачі можуть бути використані відповідні методи, що повинні допомогти студентам успішному розв'язанню фізичних задач.

Список використаних джерел:

1. *Беликов Б.С.* Решение задач по физике. Общие методы. — М.: Высш. школа, 1986. — 256 с.
2. *Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики / За заг. ред. Є.В.Коршака.* — К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2004. — 185 с.
3. *Чертков А.В., Воробьев А.А.* Задачник по физике: Учебное пособие для студентов вузов. — М.: Высшая школа., 1988. — 527 с.

Some means of sums in high school physics are outlined in this article.

Key words: physical task, algorithm of uniting of tasks.

Отримано: 6.05.2005.