

ФОРМУВАННЯ МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ В ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

У статті висвітлюються питання формування у майбутніх учителів методичних умінь розв'язувати задачі з фізики. Детально розглянуто розв'язання конкретної фізичної задачі, подано граф-схему логічного розв'язку.

Формування готовності майбутнього вчителя до професійної діяльності потребує пошуку технологій навчання, оволодіння якими забезпечує органічну єдність засвоєння теоретичного матеріалу з його практичним застосуванням. Важлива роль у вирішенні цього завдання належить фізичним задачам.

Для розкриття методичної технології роботи із задачею розглянемо спільну діяльність учителя й учнів під час розв'язування такої конкретної задачі з фізики.

Задача. У латунному калориметрі масою 100 г міститься 5 г льоду при температурі -10°C . У калориметр вливають 30 г розплавленого свинцю при температурі плавлення. Якою буде маса компонентів у калориметрі після теплообміну і яка в ньому встановиться температура? Втратами теплоти на випаровування знехтувати.

$\theta=?$	$m=?$	СІ
$m_l = 5 \text{ г}$		$5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
$t_l = -10^{\circ}\text{C}$		263 К
$m_k = 100 \text{ г}$		$0,1 \text{ кг}$
$m_c = 30 \text{ г}$		$3 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$
$t_c = 327^{\circ}\text{C}$		600 К
$t_0 = 0^{\circ}\text{C}$		273 К
$c_l = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$		
$c_k = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$		
$\lambda_c = 2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$		
$c_c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$		
$\lambda_l = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$		

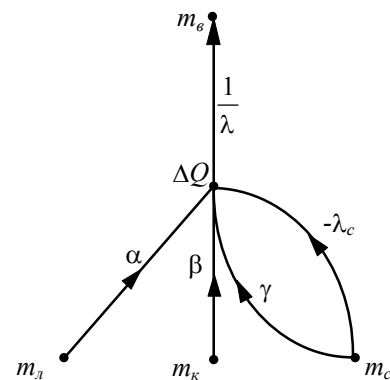
Основні формули

$$T = t + 273,$$

$$Q = cm(T_2 - T_1),$$

$$Q = \lambda m.$$

Граф-схема логічного розв'язку



Мал. 1

$$\alpha = c_l(T_0 - T_l), \quad \beta = c_k(T_0 - T_k),$$

$$\gamma = c_c(T_0 - T_c)$$

Розв'язування фізичної задачі, як правило, розпочинається з ретельного вивчення і засвоєння її умови. За словами А. Ейнштейна, формулювання задачі часто важливіше за її розв'язання, яке найчастіше здійснюється математичним чи дослідним шляхом. Розв'язання задачі дає учневі мало користі, якщо воно здійснюється без його активної участі, без належного вивчення і осмислення самої умови задачі, а, між тим, саме ця участь відіграє вирішальну роль у навчанні.

Загальні методичні поради щодо реалізації основних етапів розв'язування задачі даються авторами в статті "Формування у майбутніх учителів методичних умінь розв'язувати задачі з фізики" (Вісник Житомирського державного педагогічного інституту. – 1998, вип. 1. - С.-31.).

У практиці роботи шкіл уже стало традицією коротко записувати дані умови задачі у стовпчик з лівого боку дошки або зошита прийнятими буквеними позначеннями у вигляді рівностей з найменуваннями одиниць, у яких вони виміряні. Якщо в умові задачі є кілька значень однієї й тієї ж фізичної величини, їх буквене позначення доповнюють числовими індексами або малими буквами.

Наступний етап – дані задачі виражають у прийнятій для розв'язування системі фізичних одиниць. За таку в основному приймають СІ – систему інтернаціональну. Для цього стовпчик з коротким записом умови задачі відокремлюють справа вертикальною лінією, а за нею в тому самому порядку повторюють запис умови задачі, але всі величини в ній виражають уже в одиницях СІ.

Щоб цей етап роботи над задачею був продуктивним, треба подбати вчителю про його реалізацію не на рівні констатації фактів, а на рівні оволодіння учнями методом. Нерідко, дбаючи про зовнішнє благополуччя, вчитель викликає до дошки грамотного учня і той без особливих пояснень записує на дошці всі величини в одиницях прийнятої для розв'язування системи. При цьому багатьом у класі не зрозуміло, як дані в умові задачі переводяться в одиниці потрібної системи. Наприклад найпростіше: як в умові запропонованої задачі масу 100 г виразити в кг.

Для багатьох майбутніх учителів предмет професійної розмови тут відсутній: треба просто записати, що 100 г = 0,1 кг. Методично компетентний учитель розуміє, що такий підхід не має нічого спільного з навчанням учнів, їх учінням. Це всього-на-всього репродуктивне інформування. Тому-то він подбає про організацію відповідної навчальної діяльності учнів, спрямованої на вироблення конкретних навичок і вмінь, на оволодіння мето-

дом, що базується, наприклад, на використанні властивостей пропорції. Корисним є прийом, що ґрунтується на засвоєнні учнями логічного ланцюжка міркувань, а саме: $1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}$, отже, 1 г – це одна тисячна частина кілограма, що можна записати так:

$1 \text{ г} = \frac{1}{1000} \text{ кг}$. Зрозуміло, що 100 г становитимуть у сто раз більшу долю кілограма:

$100 \text{ г} = \frac{100}{1000} \text{ кг}$, або $\frac{1}{10} \text{ кг}$, що у вигляді десяткового дробу запишеться $0,1 \text{ кг}$.

Ці допоміжні операції доцільно записати, якщо це потрібно, з правого боку зошита, паралельно з обчисленнями за формулами, відокремивши їх від основних обчислень вертикальною рискою. Такий запис заслуговує на увагу і при виконанні дій з великими числами, добуванні коренів тощо. Він дає змогу виявити рівень математичної культури учнів, виховує охайність і уважність. Однак оскільки основне в задачі – її фізичний зміст, а не математичний бік справи, в усіх випадках не потрібно захоплюватись "фізичною арифметикою" і забувати про основну мету розв'язування фізичних задач – розвиток фізичного мислення учнів і формування вмінь застосовувати знання на практиці. Тому суворий підбір задач, зміст яких був би методично цілком виправданий відповідно до їх цільового призначення, реалізація системного підходу до розв'язування задач – вимога обов'язкова.

Одним з найважливіших етапів розв'язування задач є фізичний аналіз умови задачі, з'ясування її фізичного змісту. Цей етап розв'язування задач є обов'язковим, оскільки допомагає встановити, які закономірності можна використати під час розв'язання задач і які дані треба взяти з таблиць. Він виражається ланцюгом зв'язаних між собою логічних умовиводів, оснований на відомих учням фізичних закономірностях. Обсяг аналізу виражається складністю задачі, багатством її фізичного змісту.

Докладність, ґрунтовність аналізу або, навпаки, стислість, лаконічність його визначаються тим, уперше чи вдруге аналізуються задачі даного типу, а також тим, якою мірою оволоділи учні технікою аналізу задач. Однак поки фізичний зміст задачі не буде проаналізовано з необхідною повнотою, вона як правило ще не пізнана учнями.

Питання про те, які способи керування пізнавальною діяльністю учнів найефективніші при проведенні аналізу фізичної суті задачі, є важливим і одночасно складним. Можна самому вчителю зробити аналіз, піддавши умову задачі логічній обробці, вичленувати її логічну структуру, намітивши систему і послідовність дій. Частина спеціалістів вважає, що такий алгоритмований підхід є найбільш економним і ефективним. Його опоненти висувають ряд заперечень: стримування творчих сил учнів, приниження ролі вчителя, додаткове навантаження. Вони вважають, що слід створювати умови для самостійного пошуку. Дослідження переконливо доводять правоту на існування обох підходів. Мова йде лише про раціональне співвідношення між ними залежно від змісту задач, віку учнів, рівня їх готовності до самостійних пошуків. Так, на початковій стадії, коли учні ще не володіють прийомами розв'язування задач, доцільно використовувати алгоритмічний підхід. При цьому алгоритм не обов'язково давати в готовому вигляді, а можна виробити спільними зусиллями, а це вже творчий процес. Крім того, коли в розумову діяльність учнів уноситься певний порядок і система, розв'язування задач не матиме характеру хаотичних пошуків і спроб, а буде осмисленим і цілеспрямованим. Таким чином, системний підхід до процесу розв'язування задач передбачає поєднання репродуктивної та творчої діяльності учнів.

Проектування пізнавальної діяльності учнів на уроці під час розв'язування задач вимагає, з одного боку, аналізу їх готовності до цієї діяльності, а з другого – конструктивної розробки способів розв'язання поставлених завдань. Реалізація наміченого плану потребує як конструктивної взаємодії з учнями, так і ефективного контролю виконуваних учнями дій.

Приступаючи до аналізу фізичного змісту задачі, необхідно виходити з того, що в кожній задачі відображене те чи інше фізичне явище або їх сукупність. Тому-то насамперед потрібно з'ясувати і якісно пояснити ці, а потім уже з'ясувати необхідні фізичні закони для кількісного їх опису.

У запропонованій задачі очевидним є явище теплообміну, і саме з аналізу його треба почати пошук відповідей на запитання задачі з метою вироблення основної стратегії і тактики її розв'язання. Учні знають, що коли дотикаються кілька тіл, які мають різні температури, то більш нагріте тіло віддає частину внутрішньої енергії, охолоджуючись, а менш нагріте одержує частину внутрішньої енергії, нагріваючись. Отже, калориметр і лід нагріватимуться, а свинець охолоджуватиметься.

Якби був відомий кінцевий результат теплообміну, розв'язування задачі звелось б до складання конкретного рівняння теплового балансу. Особливістю цієї задачі є невизначеність кінцевого стану суміші в калориметрі. Можливі чотири випадки: 1) в калориметрі лише вода і температура суміші $\theta > 0^\circ\text{C}$; 2) в калориметрі лише лід і температура суміші $\theta < 0^\circ\text{C}$; 3) частина льоду розтанула, і температура суміші $\theta = 0^\circ\text{C}$; 4) частина води замерзла, і температура суміші $\theta = 0^\circ\text{C}$. Склавши рівняння теплового балансу для кожного з цих випадків і розв'язавши їх, потрібно вибрати той з розв'язків, який не суперечить фізичному змісту і відповідає умові задачі.

Проте задачу можна розв'язати простіше, з'ясувавши поступово, в якому агрегатному стані перебуватиме лід після теплообміну. Для цього спочатку визначимо і порівняємо зміни внутрішньої енергії тіл при нагріванні й охолодженні їх до температури плавлення льоду. Порівняння цих змін дасть змогу уточнити напрям теплообміну.

Після виділення й осмислення основної ідеї розв'язування задачі робота вчителя з учнями спрямовується на з'ясування таких питань: Як обчислити кількість теплоти, потрібної для нагрівання тіла або виділеної під час його охолодження? Чи відомі всі величини, необхідні для обчислення кількості теплоти? Якими фізичними

$$1 \text{ кг} = 1000 \text{ г},$$

$$1 \text{ г} = \frac{1}{1000} \text{ кг},$$

$$100 \text{ г} = \frac{100}{1000} \text{ кг} =$$

$$= \frac{1}{10} \text{ кг} = 0,1 \text{ кг}.$$

константами слід доповнити умову задачі?

Намітивши план розв'язування задачі, переходять до розрахунку кількості теплоти, потрібної для нагрівання льоду і калориметра та виділеної під час охолодження свинцю до температури плавлення льоду.

Кількість теплоти, потрібної для нагрівання льоду до температури його плавлення, обчислюють за формулою :

$$Q_l = c_l m_l (T_0 - T_l). \quad (1)$$

Значення питомої теплоємності льоду c_l визначають за допомогою таблиці та включають у короткий запис умови задачі саме на цьому етапі розв'язування. Аналогічно поступають і з іншими довідковими даними.

Зміну внутрішньої енергії латунного калориметра при нагріванні його до температури плавлення льоду визначають за формулою:

$$Q_k = c_k m_k (T_0 - T_k), \text{ де } T_k = T_l. \quad (2)$$

Таким чином, на нагрівання льоду і калориметра до температури плавлення льоду затрачено кількість теплоти:

$$\begin{aligned} Q_n &= Q_l + Q_k; \\ Q_n &= c_l m_l (T_0 - T_l) + c_k m_k (T_0 - T_k) = (c_l m_l + c_k m_k) (T_0 - T_l); \\ Q_n &= \left(2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{кг} + 3,8 \cdot 10^2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 0,1 \text{кг} \right) \cdot (273\text{К} - 263\text{К}) \approx 480 \text{Дж}. \end{aligned} \quad (3)$$

Обчислюючи результат, у кінцеву формулу замість букв треба підставити числові значення величин і виконати зазначені в формулі дії. На записи найменувань у процесі дій при розв'язуванні задачі вчені мають два різні погляди. Одні дотримуються думки, що під час розв'язування задач найменування величин треба записувати лише в умові задачі та в результаті. Найменування кінцевого значення величини записують у дужках, якщо найменування в процесі дій не записували. Інші вважають, що числові значення величин необхідно підставляти в формули з найменуваннями і виконувати зазначені в формулі дії як над числами, так і над найменуваннями. При цьому з найменуваннями треба діяти так само, як із буквеними виразами в алгебрі, тобто ділити, множити, підносити до степеня, добувати корінь, скорочувати і т.д.

Перші констатують, що наявність найменувань захащує запис, а їх відсутність дає змогу уникнути громіздкості обчислень, економить навчальний час. У зв'язку з цим потрібно пам'ятати, що уникнути громіздкості обчислень при розв'язуванні задач можна, якщо на перший план висувати фізичний бік питання й уміло добирати задачі для роботи у класі та вдома. Фізичний зміст задачі не повинен затемнюватися математичними викладками. Легка задача з фізики не може зводитись до складної задачі з математики.

Зовсім по-іншому підходять до цього питання прихильники дій з найменуваннями. На їх думку, наявність найменувань полегшує розуміння змісту дій, дає змогу безпомилково одержати найменування шуканої величини й економить навчальний час у перспективі: підготовка домашніх завдань, повторення пройденого після закінчення теми, підготовка до контрольної роботи, передекзаменаційне повторення тощо. Чіткі та повні записи в зошиті виступатимуть надійним помічником на цих етапах самопідготовки: те корисне, що не слід було утримувати в пам'яті, утрималося на папері. Відтворити це корисне за записами легше, ніж згадати, напружуючи пам'ять.

На користь точки зору прихильників дій з найменуваннями говорить не лише сучасна практика навчання, а й аналіз проблеми з позиції ретроспективи і перспективи. Ще в 1952 році корифей методичної науки І.І. Соколов у своїй фундаментальній методичній праці [1] чітко і однозначно писав: "Остаточною ідеєю розв'язування задачі буде підстановка в кінцеву буквену формулу замість букв числових значень величин разом з найменуваннями їх одиниць і виконання вказаних у формулі дій як над числами, так і над найменуваннями" [1:185].

Сьогодні, коли йде відпрацювання основних положень державного стандарту фізичної освіти України, не можуть залишитися поза увагою методичні вказівки Л.Р. Стоцького щодо правильного застосування фізичних величин і їх одиниць у школі, розроблені на основі положень Міжнародної організації по стандартизації: "Позначення одиниць треба ставити як після числового значення результату остаточного розрахунку, так і після числових значень результатів проміжних розрахунків" [2: 70].

У посібнику [3:122] дається зразок підстановки в буквену формулу замість букв числових значень величин разом з найменуваннями їх одиниць, що конкретизує сказане. Ці вказівки стосуються вчителів усіх навчальних дисциплін, які мають справу з фізичними величинами.

Ще один аргумент на користь дій з найменуваннями: виконання розрахунків пов'язане також з вихованням у школярів культури наукового мислення і вираження думки. Культурологічна функція шкільної освіти в новій ситуації розвитку передбачає передусім її організацію на засадах гуманізації. Висока культура в оформленні записів дає змогу швидко відновити в пам'яті спосіб розв'язування задачі, допомагає учням самостійно виконувати домашнє завдання.

Отже, при вирішенні питання про дії з найменуваннями нормою має бути не право вчителя розв'язувати його в кожному конкретному випадку на свій розсуд [4:84], а рекомендації стандартів. Нормативно задане, про яке тут ідеться, аж ніяк не перешкода творчому. Навпаки, саме додержання стандартів, які є результатом науково обґрунтованих норм, створює базу для творчості.

При визначенні кількості теплоти, виділеної під час охолодження розплавленого свинцю, треба уникнути

типової помилки: часто забувають, що свинець виділяє певну кількість теплоти і під час кристалізації його при температурі плавлення. Цю кількість теплоти обчислюють за формулою:

$$Q_{c_1} = \lambda_c m_c. \quad (4)$$

Кількість теплоти Q_{c_2} , виділеної під час охолодження твердого свинцю від температури його плавлення до температури плавлення льоду, визначають за формулою:

$$Q_{c_2} = c_c m_c (T_c - T_0). \quad (5)$$

У цьому записі формули необхідно звернути увагу на останній співмножник. Досить поширеним є такий запис формули, при якому цей співмножник являє собою зміну температури: від кінцевої температури віднімається початкова. Тоді у випадку нагрівання тіла одержимо $Q > 0$, а при охолодженні $Q < 0$. Крім того, треба брати з мінусом кількість теплоти, що виділяється при кристалізації речовини. При такому підході рівняння теплового балансу запишеться у вигляді:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = 0, \quad (6)$$

що створює певні труднощі для учнів при осмисленні фізичної сутності рівняння, оскільки знак кількості теплоти природою не задається, вибір знаків - довільний результат домовленості. До того ж домовленості авторів шкільних підручників фізики і хімії в цьому питанні – протилежні.

Тому-то у наведеній вище формулі кількості теплоти, яка виділяється під час охолодження свинцю, обрано інший можливий підхід: питома теплоємність свинцю множиться на масу свинцю і на різницю між вищою і нижчою його температурами. Значення кількості теплоти завжди буде позитивним, що не створюватиме перед учнями додаткових загадкових труднощів.

Отже, загальна кількість теплоти, виділена свинцем під час кристалізації і охолодження, буде такою:

$$Q_c = \lambda_c m_c + c_c m_c (T_c - T_0), \quad (7)$$

$$Q_c = 2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ кг} + 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot (600 \text{ К} - 273 \text{ К}) \approx 2 \text{ кДж}.$$

Більш глибоке пізнання умови задачі потребує синтезу результатів аналізу на новій основі. Порівнявши виділену свинцем і одержану льодом та калориметром кількості теплот, бачимо, що $Q_c > Q_n$. Таким чином, виділеної свинцем кількості теплоти вистачить для нагрівання льоду і калориметра до температури плавлення льоду, і частина її піде на плавлення льоду. Цей надлишок становитиме:

$$\Delta Q = Q_c - Q_n = 2000 \text{ Дж} - 480 \text{ Дж} = 1520 \text{ Дж}. \quad (8)$$

З'ясуємо, чи вистачить його для того, щоб розплавити весь лід, скориставшись формулою кількості теплоти, яка потрібна для плавлення кристалічного тіла масою m :

$$Q = \lambda m. \quad (9)$$

Згідно з формулою (9) для плавлення всього льоду, маса якого $m_n = 5$ г, потрібна кількість теплоти:

$$Q'_l = \lambda_l m_n, \quad (10)$$
$$Q'_l = 3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 1670 \text{ Дж}.$$

Порівнюючи значення Q'_l і ΔQ , бачимо, що надлишок теплоти ΔQ менший, ніж кількість теплоти Q'_l , необхідної для плавлення всього льоду. Отже, весь лід розплавитися не може, і температура суміші буде $\theta = 0$ °С.

Масу льоду m_e , що розплавиться і перетвориться у воду при $\theta = 0$ °С, визначимо за формулою:

$$m_e = \frac{\Delta Q}{\lambda_l}, \quad (11)$$
$$m_e = \frac{1520 \text{ Дж}}{3,35 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \approx 4,5 \text{ г}.$$

Маса нерозплавленого льоду, що залишився в калориметрі:

$$m = m_n - m_e = 5 \text{ г} - 4,5 \text{ г} = 0,5 \text{ г}. \quad (12)$$

Відповідь: Після теплообміну в калориметрі знаходиться 0,5 г льоду, 4,5 г води і 30 г твердого свинцю. Температура суміші, що встановилася в калориметрі, 0 °С.

Розглянутий вище механізм мислення при розв'язуванні задачі називають аналізом через синтез. Нові знання, одержані в результаті синтезу, стають відправним пунктом більш глибокого аналізу, який завершується новим, вищим синтезом. На думку С.Л. Рубінштейна, у факті аналізу через синтез проявляється розкриття аналізом нових властивостей об'єкта, нового об'єктивного змісту. Стосовно процесу розв'язування задачі він являє собою аналітико-синтетичну діяльність відтворення умови задачі в реконструйованому вигляді.

Цікавим і цінним у здійсненні аналізу через синтез на заключному етапі розв'язування задачі є графічний аналітико-синтетичний метод, що ґрунтується на використанні елементів теорії графів. Граф як геометричне зображення на площині функціональних залежностей між фізичними величинами складається з точок і дуг, які з'єднують ці точки. Точкам (вузлам) і дугам (віткам) графа ставлять у відповідність конкретні фізичні величини, що задовольняють умову: величина, приписана вузлу (сигнал), може бути подана як добуток передачі вітки (фізичної величини, приписаної вітці), яка входить у даний вузол, і сигналу вузла, з якого вийшла вітка. Якщо у

вузол входить кілька віток, то величину, що приписується цьому вузлу, подають як суму добутків передач віток, що входять у даний вузол, і відповідних сигналів вузлів, з яких вони виходять.

Користуючись викладеними вище міркуваннями, представимо процес розв'язання задачі у вигляді граф-схеми логічного зв'язку, цим самим систематизувавши й узагальнивши його.

Зважаючи на те, що в умові задачі йдеться про три речовини, прийmemo за сигнали вузлів-джерел графа такі величини: $m_{\text{л}}$ (масу льоду), $m_{\text{к}}$ (масу калориметра), $m_{\text{с}}$ (масу свинцю). Передачами відповідних віток будуть $c_{\text{л}}(T_0 - T_{\text{л}})$, $c_{\text{к}}(T_0 - T_{\text{к}})$, $c_{\text{с}}(T_0 - T_{\text{с}})$, $-\lambda_{\text{с}}$. Сигналом каскадного вузла буде ΔQ (кількість теплоти, що пішла на плавлення льоду). Вхідному вузлу графа припишемо $m_{\text{в}}$ (масу води, що утворилася з льоду), а вітці, що з'єднує останній і передостанній вузли графа, – величину, обернену питомій теплоті плавлення льоду, тобто $\frac{1}{\lambda_{\text{л}}}$.

Об'єднавши наведені вище міркування, одержимо граф, який відображує весь процес розв'язування задачі (мал. 1).

Подаючи залежність між фізичними величинами за допомогою граф-схеми логічного зв'язку, фактично моделюють логіку мислення, унаочнюють хід міркувань у процесі аналізу фізичної задачі, ілюструють зміст задачі та функціональні зв'язки, подані в задачі у словесній формі.

Розв'язавши задачу, потрібно виконати ретельний аналіз не лише одержаного результату, а й усього розв'язку. На важливість цього напрямку методичної діяльності вчителя вказував американський математик Н. Вінер. Він писав, що в науці часто недостатньо розв'язати яку-небудь задачу або групу задач. Після цього необхідно придивитись до цих задач і заново осмислити, які ж задачі ви розв'язали. Часто розв'язуючи одну задачу, ми автоматично знаходимо відповідь і на інше питання, про яке раніше зовсім не думали.

Дійсно, під час розв'язування запропонованої вище задачі виникла потреба уточнити і поглибити знання про математичний запис формули кількості теплоти, розглянути питання про знак кількості теплоти, про абсолютне значення різниці температур.

Розв'язування більшості задач на теплові явища зводиться до складання рівняння теплового балансу. У запропонованій задачі кінцевий стан суміші не очевидний, і тому-то скласти зразу рівняння теплового балансу не можна. Однак частина студентів схильна до механічного розв'язування задачі, без аналізу процесів, що відбуваються в калориметрі. Вони міркують так. Свинець охолоджується до якоїсь температури θ , а у льоду й калориметра температура підвищується до значення θ . Знайдемо усталену температуру суміші θ , склавши рівняння теплового балансу. Доцільно розв'язати запропоноване рівняння і розкрити недоречність запропонованого підходу. Порівняння різних способів розв'язання задачі розвиває фізичне мислення учнів.

Узагальненню і систематизації знань та вмінь на заключному етапі розв'язування задачі сприяє обговорення таких питань: Яка основна ідея розв'язування задачі? Які висновки можна зробити з розв'язання задачі? Про що нове довідались, розв'язуючи задачу? Чи можна узагальнити реалізований метод розв'язання задачі у вигляді алгоритму? Якими будуть результати, якщо в умові задачі змінити значення відомих величин?

Звичайно, в роботі з учнями досвідчений вчитель не стане пропонувати їм цю задачу без відповідної підготовки, а подбає про систематичне застосування фізичних задач із додержанням дидактичних принципів наступності та доступності. Дібравши ланцюжок навчальних фізичних задач, він розмістить їх за принципом від простих до складних. До того ж кожна наступна включатиме елементи попередньої.

Спершу учні мають оволодіти технологією розв'язування задач на розрахунок кількості теплоти, потрібної для зміни температури тіла. Наступним кроком має бути набуття елементів знань і вмінь у розв'язанні задач на складання рівняння теплового балансу. Через те, що учні в розрахунках часто не враховують кількість теплоти, котра виділяється чи поглинається при переході речовини з одного агрегатного стану в інший, доцільно проаналізувати кілька фізичних явищ, у яких відбувається процес плавлення або тверднення. Закінчується формування цих елементів знань розв'язуванням обчислювальних задач. Спочатку простих, наприклад:

Задача 1. Скільки енергії треба затратити, щоб розплавити лід масою 5 кг при температурі 0°C ?

А потім розв'язують складніші задачі, наприклад, таку:

Задача 2. У 5 л води при температурі 40°C опустили кусок льоду масою 3 кг при температурі 0°C . Визначити масу льоду, що розплавився.

Перед розв'язуванням розглянутої вище нестандартної задачі доцільно розв'язати простішу задачу, в якій кінцевий стан суміші не очевидний.

Задача 3. У калориметр з 200 г води, температура якої 8°C , опускають 100 г льоду, температура якого -20°C . Яка температура встановиться в калориметрі? Яким буде вміст калориметра після встановлення в ньому теплової рівноваги?

Питання про те, які задачі, в якій кількості та в якій послідовності потрібно розв'язувати при вивченні того чи іншого розділу шкільного курсу фізики, вирішується кожним учителем самостійно. Адже в кожному конкретному випадку їх добір залежить від рівня підготовленості учнів, їх фізичного мислення, від особистих рис учителя та багатьох інших факторів. Кожний учитель повинен мати свою систему навчальних фізичних задач, які утворюють технологічний ланцюжок.

Система застосування навчальних фізичних задач дає можливість планомірно розвивати навички учнів, активізувати їх пізнавальну діяльність, уникати випадкових задач, що підвищуватиме ефективність навчально-виховного процесу з фізики.

2. Стоцкий Л.Р. Физические величины и их единицы: Справ. Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1984. –239 с.
3. Стоцкий Л.Р. Методические указания по правильному применению физических величин и их единиц в школьном курсе химии//Химия в школе. – 1980. – №5. – С.71-74. – №6. – С. 68-71.
4. Иванов О.С. Задачі з фізики в середній школі. – К.: Рад. школа, 1971. – 168 с.
5. Справочная книга редактора и корректора: Редакционно-техническое оформление издания /Сост. и общ. ред. А.Э. Мильчина. – М.: Книга, 1985. – 576 с.
6. Стоцкий Л.Р. Применение единиц физических величин в школе//Физика в школе. – 1979. – №6. – С. 67-69.

Мисечко Євген Миколайович - кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики Житомирського державного педагогічного інституту ім. І. Франка.

Наукові інтереси:

– теорія і методика викладання фізики.

Ткаченко Олександр Кирилович - кандидат фізико-математичних наук, завідувач кафедрою фізики Житомирського державного педагогічного інституту ім. І. Франка.

Наукові інтереси:

– теорія і методика викладання фізики.

Рудніцький Віктор Леонідович - старший лаборант кафедри фізики Житомирського державного педагогічного інституту ім. І. Франка.

Наукові інтереси:

– теорія і методика викладання фізики.