

§ 11. ВЧИМОСЯ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ЗАДАЧІ

■ *Для чого потрібно вміти розв'язувати задачі з фізики? Що треба зробити для того, щоб навчитися їх розв'язувати? Як саме розв'язувати задачі? Сьогодні ми тільки починаємо відповідати на ці питання, вчимося розв'язувати найпростіші задачі, але мине час...*

1

Переконуємося в необхідності розв'язувати задачі з фізики

Для чого потрібно розв'язувати задачі з фізики? Спробуймо відповісти на це питання разом. Із цією метою звернімося до найпростішої конкретної задачі, з якою ви можете зустрітись у реальному житті.

Припустімо, що вам потрібно купити 3 кг олії. Ви маєте тільки пластиковий балон місткістю 3 літри. Чи поміститься в нього потрібна кількість олії?

Погодьтеся, багато хто з нас стикається з подібними задачами в житті. Тому нам потрібно вміти розв'язувати фізичні задачі насамперед для того, щоб, використовуючи знання з фізики, відповідати на практичні питання.

Очевидно, що, не знаючи необхідних фізичних величин, формул, фізичних законів, ви не зможете відповісти на запитання, поставлені в задачі. Таким чином, тільки добре знання фізичних законів, формул, умов перебігу фізичних процесів, описаних у задачах, дає змогу успішно розв'язувати задачі з фізики. І навпаки: нам необхідно розв'язувати задачі з фізики також для того, щоб краще знати й розуміти фізику загалом.

2

Знайомимося з основними етапами розв'язування фізичних задач

У ході розв'язування більшої частини фізичних задач можна виділити кілька етапів.

1-й етап. Аналіз фізичної проблеми

На цьому етапі вам необхідно:

- уважно прочитати умову задачі;
- виявити, які величини вже відомі, які потрібно знайти, значення яких величин можна відшукати в довідковій літературі;
- виконати пояснювальний рисунок (схему, графік), якщо в цьому є необхідність;
- коротко записати умову задачі;
- визначити, у яких одиницях вона буде розв'язуватися (якщо величини, використані в задачі, подано не в одиницях СІ або з префіксами, такі величини переважно переводять в одиниці СІ без префіксів).

2-й етап. Пошук математичної моделі

На цьому етапі необхідно:

- записати загальні рівняння, що пов'язують фізичні величини, які характеризують розглянуте в задачі фізичне явище;
- конкретизувати ці рівняння для даної задачі.

3-й етап. Розв'язання й аналіз результатів

На цьому етапі слід:

- розв'язати рівняння відносно шуканої величини;
- перевірити одиницю шуканої величини;
- виконати необхідні обчислення;
- проаналізувати результати.

3 Простежуємо основні етапи розв'язання

Розв'яжемо задачу, запропоновану на початку параграфа, простеживши основні етапи її розв'язання.

Аналіз фізичної проблеми. З'ясувати, чи помістяться 3 кг олії в пластиковий балон місткістю 3 л, ми можемо двома способами:

- визначити, скільки кілограмів олії вміщується в балон, і порівняти результат із масою необхідної нам олії;
- визначити, який об'єм займає олія масою 3 кг, і порівняти результат із місткістю балона.

При цьому в будь-якому разі нам необхідно знати густину олії — це значення можна знайти в таблиці. Перед цим слід визначитись, у яких одиницях краще розв'язувати задачу. Цю задачу краще розв'язувати в одиницях СІ.

Завершивши аналіз, ми можемо записати коротку умову задачі.

(Зрозуміло, що надалі, записуючи розв'язання задачі, частину розмірковувань ви проводитимете усно.)

Коротка умова задачі

Дано:

$$\rho = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$V_6 = 3 \text{ л} = 0,003 \text{ м}^3$$

$$V - ?$$

Пошук математичної моделі

Скористаємося визначенням густини:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Розв'язання й аналіз результатів

Розв'яжемо одержане рівняння відносно невідомої величини:

$$V = \frac{m}{\rho}.$$

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[V] = \text{кг} : \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^3}{\text{кг}} = \text{м}^3.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$\{V\} = \frac{3}{900} = 0,0033.$$

$$V = 0,0033 \text{ м}^3.$$

Проаналізуємо результат:

місткість балона ($V_6 = 0,003 \text{ м}^3$) є меншою, ніж об'єм ($V = 0,0033 \text{ м}^3$), який займає олія масою 3 кг.

Відповідь: олія в балон не поміститься.

4 Розв'язуємо задачі

Задача № 1. Кубик із ребром, що дорівнює 2 см, має масу 20 г. Із якого матеріалу виготовлений кубик?

Аналіз фізичної проблеми. Щоб відповісти на поставлене запитання, необхідно визначити густину речовини, з якої виготовлений кубик, а потім, скориставшись таблицею густин, виявити, якій речовині відповідає знайдене значення густини. Цю задачу можна розв'язувати в поданих одиницях.

Дано:

$$a = 2 \text{ см}$$

$$m = 20 \text{ г}$$

ρ — ?

Пошук математичної моделі

За визначенням густини:

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad (1)$$

Із математики відомо, що об'єм куба можна обчислити за формулою $V = a^3$.

(2)

Розв'язання й аналіз результатів

Підставивши вираз (2) у вираз (1), одержимо формулу для розрахунку густини матеріалу, з якого виготовлений кубик:

$$\rho = \frac{m}{a^3}.$$

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[\rho] = \frac{\text{г}}{\text{см} \cdot \text{см} \cdot \text{см}} = \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$\{\rho\} = \frac{20}{8} = 2,5,$$

$$\rho = 2,5 \text{ г/см}^3 = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Проаналізуємо результат: скориставшись таблицею густин, виявимо, якій речовині відповідає одержане значення густини; густину 2500 кг/м^3 має скло.

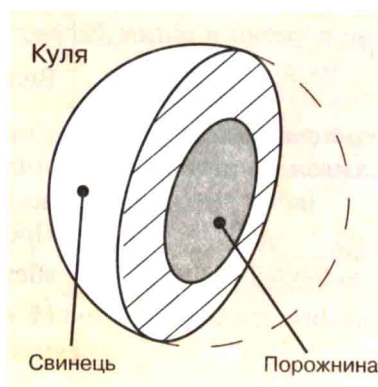
Відповідь: кубик може бути виготовлений зі скла.

Задача № 2. Свинцева куля об'ємом 60 см^3 має масу $0,565 \text{ кг}$. Визначте, суцільна ця куля чи порожниста. Якщо куля порожниста, то визначте об'єм порожнини.

Аналіз фізичної проблеми. Виконуємо пояснювальний рисунок.

Якщо $V_{\text{св}} < V_{\text{к}}$, то куля порожниста. Зрозуміло, що об'єм порожнини $V_{\text{пор}} = V_{\text{к}} - V_{\text{св}}$.

Щоб знайти об'єм порожнини, з'ясуємо, який об'єм займає в кулі свинець. Густину свинцю знайдемо в таблиці. У цій задачі



слід масу подати в грамах, об'єм — у сантиметрах кубічних, густину, відповідно, — у грамах на сантиметр кубічний.

Дано:
 $V_k = 60 \text{ см}^3$
 $m_{\text{св}} = 0,565 \text{ кг} = 565 \text{ г}$
 $\rho_{\text{св}} = 11,3 \text{ г/см}^3$

$V_{\text{пор}} = ?$

Пошук математичної моделі

За визначенням густини: $\rho_{\text{св}} = \frac{m_{\text{св}}}{V_{\text{св}}}$.

Розв'язання й аналіз результатів

Із формули для визначення густини знайдемо формулу для визначення об'єму: $V_{\text{св}} = \frac{m_{\text{св}}}{\rho_{\text{св}}}$.

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[V_{\text{св}}] = \text{г} : \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = \frac{\text{г} \cdot \text{см}^3}{\text{г}} = \text{см}^3.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$\{V_{\text{св}}\} = \frac{570}{11,4} = 50, \quad V_{\text{св}} = 50 \text{ см}^3.$$

Проаналізуємо результат: оскільки об'єм свинцю є меншим, ніж об'єм кулі, то куля порожниста.

$$V_{\text{пор}} = 60 \text{ см}^3 - 50 \text{ см}^3 = 10 \text{ см}^3.$$

Відповідь: куля має порожнину об'ємом 10 см^3 .

Задача № 3. Каністру, яка вміщує 20 кг води, наповнили бензином. Визначте масу бензину в каністрі.

Аналіз фізичної проблеми. Для визначення маси бензину в каністрі нам необхідно знайти густину бензину й місткість каністри, що дорівнює об'єму води. Об'єм води визначимо за її масою та густиною. Густину води та густину бензину знайдемо в таблиці. Задачу краще розв'язувати в одиницях СІ.

Дано:
 $m_{\text{в}} = 20 \text{ кг}$
 $V_{\text{в}} = V_{\text{б}}$
 $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$
 $\rho_{\text{б}} = 710 \text{ кг/м}^3$

$m_{\text{б}} = ?$

Пошук математичної моделі

За визначенням густини:

$$\rho_{\text{в}} = \frac{m_{\text{в}}}{V_{\text{в}}}, \text{ звідки } V_{\text{в}} = \frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}}, \quad (1)$$

$$\text{а } \rho_{\text{б}} = \frac{m_{\text{б}}}{V_{\text{б}}}, \text{ звідки } m_{\text{б}} = \rho_{\text{б}} \cdot V_{\text{б}}. \quad (2)$$

Розв'язання й аналіз результатів

Оскільки $V_{\text{в}} = V_{\text{б}}$, підставивши формулу (1) у формулу (2), дістанемо:

$$m_{\text{б}} = \rho_{\text{б}} \frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}} = \frac{\rho_{\text{б}} \cdot m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}}.$$

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[m_{\text{б}}] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \left(\text{кг} : \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^3}{\text{кг}} = \text{кг}.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$\{m\} = \frac{710 \cdot 20}{1000} = 14,2, \quad m = 14,2 \text{ кг}.$$

Проаналізуємо результат: отримане значення маси бензину в каністрі є цілком реальним.

Відповідь: каністра містить бензин масою $14,2 \text{ кг}$.

Задача № 4. Скільки залізничних цистерн потрібно для перевезення 1080 т нафти, якщо об'єм кожної цистерни 25 м³?

Аналіз фізичної проблеми. Щоб знайти кількість цистерн, необхідно обчислити загальний об'єм нафти, яку потрібно перевезти. Загальний об'єм нафти визначимо за її масою та густиною. Поділивши загальний об'єм нафти на місткість кожної цистерни, ми легко знайдемо кількість цистерн. Густина нафти знайдемо в таблиці. Задачу краще розв'язувати в одиницях СІ.

Дано:

$$m = 1080 \text{ т} = 1\,080\,000 \text{ кг}$$

$$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$V_0 = 25 \text{ м}^3$$

$N = ?$

Пошук математичної моделі

Кількість цистерн N розрахуємо за формулою

$$N = \frac{V}{V_0}, \quad (1)$$

де V — загальний об'єм нафти, V_0 — місткість цистерни. За визначенням густини: $\rho = \frac{m}{V}$.

$$\text{Звідси } V = \frac{m}{\rho}. \quad (2)$$

Розв'язання й аналіз результатів

Підставивши формулу (2) у формулу (1), знайдемо загальну кількість цистерн:

$$N = \frac{m}{\rho} : V_0 = \frac{m}{\rho \cdot V_0}.$$

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[N] = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{м}^3} = 1.$$

Знайдемо числове значення:

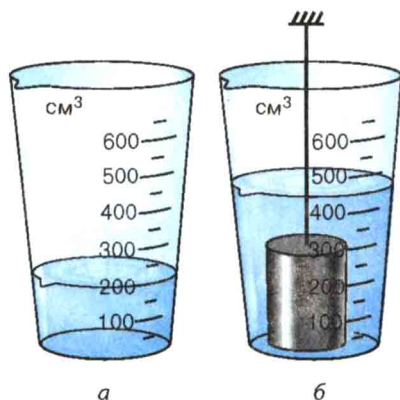
$$\{N\} = \frac{1\,080\,000}{800 \cdot 25} = 54, \quad N = 54.$$

Проаналізуємо результат: кількість цистерн, одержана нами в результаті розрахунків, є цілком реальною.

Відповідь: потрібні 54 цистерни.

Задача № 5. У мензурку з водою (рисунок а) занурили металевий циліндр масою 675 г (рисунок б). Визначте густину речовини, з якої виготовлено циліндр. Що це за речовина?

Аналіз фізичної проблеми. Для визначення густини речовини, з якої виготовлено циліндр, нам необхідно знайти його об'єм (маса циліндра відома з умови задачі). Об'єм обчислимо як різницю показань



мензурки до і після занурення циліндра. Задачу краще розв'язувати в поданих одиницях.

Дано:

$$V_1 = 200 \text{ см}^3$$

$$V_2 = 450 \text{ см}^3$$

$$m = 675 \text{ г}$$

Пошук математичної моделі

За визначенням густини $\rho = \frac{m}{V}$. (1)

Об'єм циліндра обчислимо за формулою: $V = V_2 - V_1$, (2)
де V_1 і V_2 — показання мензурки до і після занурення циліндра відповідно.

Розв'язання й аналіз результатів

Підставивши вираз (2) у вираз (1), дістанемо формулу для обчислення густини речовини:

$$\rho = \frac{m}{V_2 - V_1}.$$

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[\rho] = \frac{\text{г}}{\text{см}^3 - \text{см}^3} = \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Знайдемо числове значення:

$$\{\rho\} = \frac{675}{250} = 2,7, \quad \rho = 2,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Проаналізуємо результат: скориставшись таблицею густин, виявимо, якій речовині відповідає одержане значення густини; густину 2700 кг/м^3 має алюміній.

Відповідь: густина речовини 2700 кг/м^3 , це алюміній.

ρ — ?



Вправи

- З якого матеріалу виготовлений дитячий кубик, об'єм якого дорівнює 250 см^3 , а маса — 110 г ?
- В автомобільний бак для пального вміщується 71 кг бензину. Визначте місткість баку. Подайте отриману відповідь у літрах.
- Щоб визначити місткість посудини, її зважили, потім повністю заповнили водою та знову зважили. Визначте місткість посудини, якщо маса порожньої посудини дорівнює $1,2 \text{ кг}$, а маса посудини з водою — $11,2 \text{ кг}$.
- Маса срібної фігурки становить 707 г , а її об'єм $0,7 \text{ дм}^3$. Визначте, суцільна це фігурка чи порожниста. Відповідь обґрунтуйте.
- Що більше — маса тіла вчителя фізкультури чи маса повітря в спортзалі, якщо маса тіла вчителя становить 80 кг , а розміри спортзалу $20 \times 10 \times 5 \text{ м}$? Об'ємом, який займає в спортзалі спортивний інвентар, знехтувати.
- Алюмінієвий циліндр масою $1,35 \text{ кг}$ повністю занурили в посудину, до країв наповнену спиртом. Якою є маса спирту, що вилився?
- Об'єм залізничної цистерни дорівнює 30 м^3 . Скільки тонн нафти привезе потяг із 50 цистерн?

**Експериментальні завдання**

1. Визначте густину сирої картоплі. Скористайтесь обладнанням, що зображене на рисунку. Можете визначити також густину інших овочів, які є на вашій кухні. Пам'ятайте: щоб правильно визначити об'єм тіла, його слід занурити у воду повністю.
2. Маючи посудину, до країв наповнену водою, терези та важки, визначте густину невеликого металевого тіла. З якого металу виготовлене це тіло?
3. За легендою, давньогрецький учений Архімед допоміг викрити шахрайство ювеліра. На замовлення царя Сиракуз Гієрона ювелір виготовив золоту корону, призначену стати дарунком безсмертним богам. Архімед узяв зливok золота, який за масою дорівнював короні, наповнив водою до країв посудину і... Як ви гадаєте, що зробив Архімед? Змодельуйте задачу Архімеда на досліді.

