

Розв'язування задач

1. Який об'єм займе газ за температури 77 °С, якщо при 27 °С його об'єм був 6 л при сталому тиску?

Дано:

$$T_1 = (27 + 273)\text{K}$$

$$= 300\text{ K}$$

$$T_2 = (77 + 273)\text{K}$$

$$= 350\text{ K}$$

$$V_1 = 6\text{ л}$$

$$= 6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$V_2 = ?$$

Розв'язання

Скористаємося законом Гей-Люссака: ($p = \text{const}$):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

$$[V_2] = \frac{\text{м}^3 \cdot \text{К}}{\text{К}} = \text{м}^3 V_2 = \frac{6 \cdot 10^{-3} \cdot 350}{300} = 7 \cdot 10^{-3} (\text{м}^3)$$

Відповідь: $V_2 = 7\text{ л}$.

2. Унаслідок нагрівання газу в закритій посудині на 140 К тиск збільшився в 1,5 раза. Визначте початкову температуру газу.

Дано:

$$\Delta T = 140\text{ K}$$

$$p_2 = 1,5p_1$$

$$T_1 = ?$$

Розв'язання

Оскільки посудина замкнута, то маса газу та його об'єм залишаються незмінними ($V = \text{const}$), процес нагрівання можна вважати ізохорним, тому скористаємося законом Шарля:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} p_2 = 1,5p_1 T_2 = T_1 + \Delta T$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{1,5p_1}{T_1 + \Delta T} \Rightarrow T_1 + \Delta T = 1,5T_1$$

$$T_1 = \frac{\Delta T}{0,5} T_1 = \frac{140\text{ K}}{0,5} = 280\text{ K}$$

Відповідь: $T_1 = 280\text{ K}$.

3. Після стискання газу його об'єм зменшився з 8 до 5 л, а тиск підвищився на 60 кПа. Визначте початковий тиск.

Дано:

$$V_1 = 8\text{ л}$$

$$= 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Розв'язання

Скористаємося законом Бойля – Маріотта ($T = \text{const}$):

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$V_2 = 5 \text{ л}$$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\Delta p = 60 \text{ кПа}$$

$$= 6 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$p_1 = ?$$

$$p_2 = p_1 + \Delta p$$

$$p_1 V_1 = (p_1 + \Delta p) V_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{V_2} - p_1 = \Delta p \Rightarrow p_1 = \frac{\Delta p}{\left(\frac{V_1}{V_2} - 1\right)} = \frac{\Delta p V_2}{V_1 - V_2}$$

$$[p_1] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{м}^3 - \text{м}^3} = \text{Па}$$

$$p_1 = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}} = 10^5 \text{ (Па)}$$

Відповідь: $p_1 = 100 \text{ кПа}$.

4. На рисунку подано графік зміни стану ідеального газу незмінної маси в координатах V, T . Подайте графік цього процесу в координатах p, V і p, T .

Розв'язання

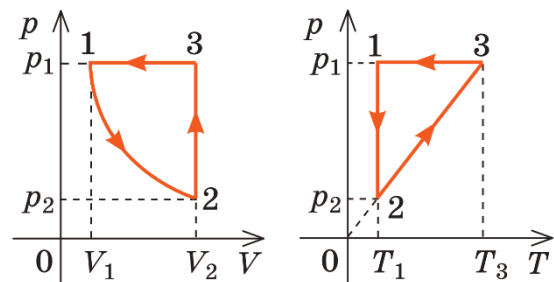
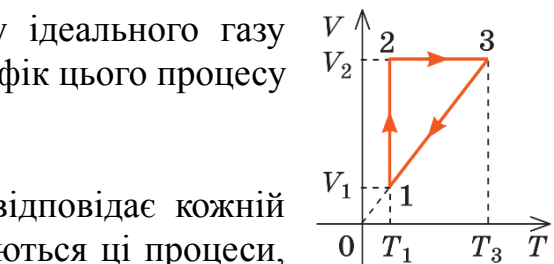
1) За графіком з'ясуємо, який ізопроцес відповідає кожній його ділянці; знаючи закони, за якими відбуваються ці процеси, визначимо, як у ході ізопроцесів змінюються макроскопічні параметри газу.

Ділянка 1–2: ізотермічне розширення; $T = \text{const}$, $V \uparrow$, отже, згідно із законом Бойля – Маріотта $p \downarrow$.

Ділянка 2–3: ізохорне нагрівання; $V = \text{const}$, $T \uparrow$, отже, згідно із законом Шарля $p \uparrow$.

Ділянка 3–1: ізобарне охолодження; $p = \text{const}$, $T \downarrow$, отже, згідно із законом Гей-Люссака $V \downarrow$.

2) Зважаючи на те, що точки 1 і 2 лежать на одній ізотермі, точки 1 і 3 – на одній ізобарі, а точки 2 і 3 на одній ізохорі, та використавши результати аналізу, побудуємо графік процесу в координатах p, V і p, T .



5. Пляшку, заповнену газом, щільно закрили корком, що має в поперечному перерізі площу $2,5 \text{ см}^2$. До якої температури треба нагріти газ, щоб корок вилетів із пляшки, коли сила тертя, що утримує корок, дорівнює 12 Н ? Початкова температура $-3 \text{ }^\circ\text{C}$, атмосферний тиск 10^5 Па .

Дано:

$$S = 2,5 \text{ см}^2$$

$$= 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$F = 12 \text{ Н}$$

Розв'язання

Скористаємося законом Шарля ($V = \text{const}$):

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$F = (p_2 - p_1)S \Rightarrow p_2 = p_1 + \frac{F}{S}$$

$$T_1 = (-3 + 273) \text{ K}$$

$$= 270 \text{ K}$$

$$p_1 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_2 = ?$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_1 + \frac{F}{S}}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 \left(p_1 + \frac{F}{S} \right)}{p_1} = T_1 \left(1 + \frac{F}{S p_1} \right)$$

$$[T_2] = \text{K} \cdot \frac{\text{H}}{\text{м}^2 \cdot \text{Па}} = \text{K} \cdot \frac{\text{Па}}{\text{Па}} = \text{K}$$

$$T_2 = 270 \cdot \left(1 + \frac{11,8}{2,5 \cdot 10^{-4} \cdot 10^5} \right) \approx 400 \text{ (K)}$$

Відповідь: $T_2 = 127 \text{ }^\circ\text{C}$.