

## Модуль 2. Окремі розділи класичної фізики

### Практична робота 2.1

# Газові закони

## Частина 2

Компресор засмоктує з атмосфери щосекунди 4 л повітря, які подаються в балон ємністю 120 л. Через який час тиск у балоні буде перевищувати атмосферний у 9 разів? Початковий тиск у балоні дорівнює атмосферному.

Дано:

$$V = 120 \text{ л}$$

$$\Delta V_0 / \Delta t = 4 \text{ л/с}$$

$$p / p_0 = 9$$

$$p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\Delta t = 1 \text{ с}$$

---


$$t \text{ — ?}$$

СІ:

$$V = 0,12 \text{ м}^3$$

$$\Delta V_0 / \Delta t = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$p / p_0 = 9$$

$$p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\Delta t = 1 \text{ с}$$

Розв'язання:

Процес ізотермічний, застосовуємо закон Бойля — Маріотта.

Об'єм повітря при тиску  $p_0$  дорівнює

$$\left( V + t \frac{\Delta V_0}{\Delta t} \right).$$

# Задача 7

## Розв'язання

Це саме повітря в балоні  $V$  має тиск  $p$ :

$$p_0 \left( V + t \frac{\Delta V_0}{\Delta t} \right) = pV.$$

Виразимо  $t$ : 
$$t = \frac{V \left( \frac{p}{p_0} - 1 \right) \Delta t}{\Delta V_0}.$$

Обчислення:

$$[t] = \frac{\text{м}^3 \cdot \text{Па} \cdot \text{с}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} = \text{с},$$

$$\{t\} = \frac{0,12 \cdot (9 - 1) \cdot 1}{4 \cdot 10^{-3}} = 240.$$

Відповідь:  $t = 4$  хв.

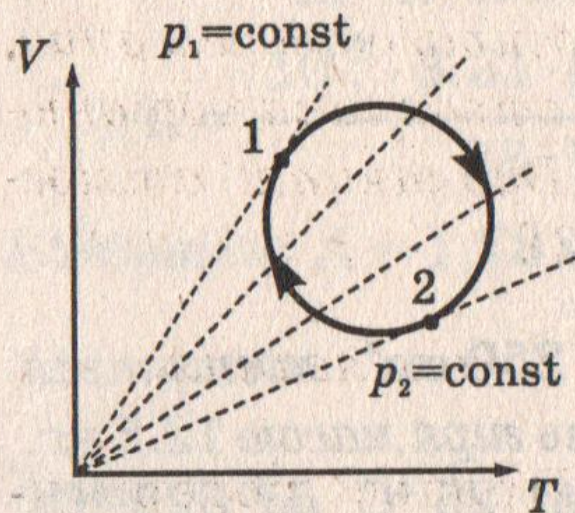


Рис. 154

Із даною кількістю ідеального газу проводять коловий процес (цикл), зображений на діаграмі у вигляді кола. На якій ділянці циклу тиск газу збільшується, а на якій — зменшується (рис. 154)?

*Розв'язання:*

Проведемо ряд ізобар через коловий процес. Оскільки нахил ізобар тим більший, чим менший тиск газу (це витікає із  $p = \text{const}$  ізобарного процесу), то  $p_1 < p_2$ . Таким чином, на ділянці циклу  $1 \rightarrow 2$  тиск газу збільшується, а на ділянці  $2 \rightarrow 1$  — зменшується.

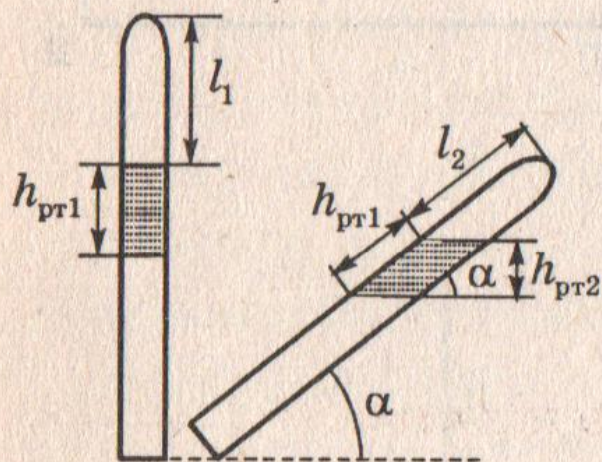


Рис. 153

У трубці, закритій з одного кінця, стовпчик повітря замкнутий стовпчиком ртуті довжиною  $h = 20$  см. Коли трубка розміщена відкритим кінцем униз, довжина стовпчика повітря дорівнює  $l_1 = 10$  см. Якщо ж трубку нахилити під кутом  $\alpha = 30^\circ$  до горизонту отвором вниз, довжина повітряного стовпчика дорівнюватиме  $l_2 = 8,46$  см. Визначити атмосферний тиск (рис. 153).

За скільки помахів поршневого насоса ємністю  $V_0$  можна відкачати газ у скляному балоні ємністю  $V$  до тиску  $p$ , якщо спочатку тиск у балоні дорівнював атмосферному  $p_0$ ? Процес ізотермічний.

Дано:

$V_0$

$V$

$p_0$

$p$

$T = \text{const}$

$n$  — ?

Розв'язання:

У балоні газ у стані  $p_0, V$ . При підключенні насоса — об'єм  $(V_0 + V)$ , тиск  $p$ . За законом Бойля — Маріотта після першого помаху:

$$p_0 V = p_1 (V_0 + V).$$

$$\text{Звідси } p_1 = \frac{p_0 V}{V_0 + V}.$$

# Задача 9

## Розв'язання

Дано:

$$\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/м}^3$$

$$h_{\text{рт1}} = 20 \text{ см}$$

$$l_1 = 10 \text{ см}$$

$$l_2 = 8,46 \text{ см}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$p_{\text{атм}} = ?$$

СІ:

$$\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$h_{\text{рт1}} = 0,2 \text{ м}$$

$$l_1 = 0,1 \text{ м}$$

$$l_2 = 8,46 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Розв'язання:

Процес ізотермічний,  $m = \text{const}$ .

Застосовуємо закон Бойля — Маріотта:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2,$$

$$V_1 = Sl_1, V_2 = Sl_2, p_1 Sl_1 = p_2 Sl_2 \Rightarrow p_1 l_1 = p_2 l_2. \quad (1)$$

Визначимо  $p_1$  і  $p_2$ :

$$p_1 + \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт1}} = p_{\text{атм}} \Rightarrow p_1 = p_{\text{атм}} - \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт1}},$$

$$p_2 + \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт2}} = p_{\text{атм}} \Rightarrow p_2 = p_{\text{атм}} - \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт2}}.$$

# Задача 9

## Розв'язання

Підставимо значення  $p_1$  і  $p_2$  в (1):

$$(p_{\text{атм}} - \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт1}}) l_1 = (p_{\text{атм}} - \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт2}}) l_2,$$

$$h_{\text{рт2}} = h_{\text{рт1}} \cdot \sin \alpha,$$

$$(p_{\text{атм}} - \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт1}}) l_1 = (p_{\text{атм}} - \rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт1}} \cdot \sin \alpha) l_2.$$

Звідки 
$$p_{\text{атм}} = \frac{\rho_{\text{рт}} g h_{\text{рт1}} (l_1 - l_2 \sin \alpha)}{l_1 - l_2}.$$



# Задача 9

## Розв'язання

Обчислення:

$$[p_{\text{атм}}] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м} \cdot \text{м}}{\text{м}^3 \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}} = \text{Па},$$

$$\{p_{\text{атм}}\} = \frac{13600 \cdot 9,8 \cdot 0,2 \cdot \left(0,1 - 0,0846 \cdot \frac{1}{2}\right)}{(0,1 - 0,0846)} = 10^5.$$

Відповідь:  $p_{\text{атм}} = 100 \text{ кПа}$ .