

Задания

Задание 30 № 7943

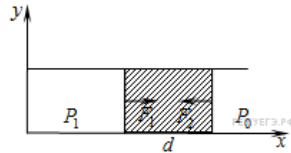
В горизонтально расположенной трубке с одним закрытым концом с помощью столбика ртути заперт воздух при температуре $27\text{ }^\circ\text{C}$. Затем трубку переворачивают вертикально открытым концом вверх и нагревают на $60\text{ }^\circ\text{C}$, в результате чего объём запертого воздуха становится таким же, как и был в горизонтальном положении. Найдите d — высоту столбика ртути, если атмосферное давление равно 750 мм рт. ст.

Решение.

Рассмотрим процесс до и после нагревания.

В горизонтальном положении трубки давление воздуха равно внешнему давлению $p_1 = p_0$. Согласно уравнению Менделеева — Клапейрона

$$p_1 V_1 = \nu R T_0 \Leftrightarrow V_1 = \frac{\nu R T_0}{p_0}.$$



В вертикальном положении трубки давление воздуха равно $p_2 = p_0 + \rho g d$, где ρ — плотность ртути. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для воздуха после нагревания:

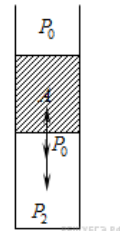
$$p_2 V_2 = \nu R T_2 \Leftrightarrow V_2 = \frac{\nu R T_2}{p_2}.$$

По условию $V_1 = V_2$, значит

$$\frac{\nu R T_0}{p_0} = \frac{\nu R T_2}{p_2},$$

количество вещества не менялось

$$\frac{T_0}{p_0} = \frac{T_2}{p_0 + \rho g d}.$$



после нагрева

Пусть $T_2 = T_0 + \Delta T \Leftrightarrow \Delta T = T_2 - T_0$, тогда

$$\frac{T_0}{p_0} = \frac{T_0 + \Delta T}{p_0 + \rho g d} \Leftrightarrow p_0 T_0 + p_0 \Delta T = p_0 T_0 + T_0 \rho g d \Leftrightarrow d = \frac{p_0 \Delta T}{\rho g T_0},$$

$$d = \frac{750\text{ мм} \cdot \rho g \cdot 60\text{ К}}{\rho g \cdot 300\text{ К}} = \frac{750\text{ мм} \cdot 60\text{ К}}{300\text{ К}} = 150\text{ мм} = 15\text{ см}.$$

Ответ: $d = \frac{p_0 \Delta T}{\rho g T_0} = 15\text{ см}.$