

**Задания****Задание 30 № 7402**

Гелий в количестве  $\nu = 0,1$  моля находится в горизонтальном закреплённом цилиндре с поршнем, который может без трения перемещаться в цилиндре и вначале удерживается в равновесии силой  $F_1 = 200$  Н. При этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия составляет  $v_1 = 1100$  м/с. Затем гелий стали нагревать, а поршень удерживать в равновесии, медленно сдвигая его и постепенно увеличивая действующую на него силу. Когда эта сила равнялась  $F_2 = 300$  Н, среднеквадратичная скорость движения атомов гелия стала равной  $v_2 = 1500$  м/с. На какое расстояние  $\Delta l$  от исходного положения при этом сдвинулся поршень?

**Решение.**

Обозначим начальный объём гелия в цилиндре через  $V_1 = S \cdot l_1$ , а давление — через  $p_1 = \frac{F_1}{S}$ , где площадь поршня равна  $S$ , а длина столба газа равна  $l_1$ . Тогда, согласно уравнению Клапейрона — Менделеева,  $p_1 V_1 = F_1 l_1 = \nu R T_1$ . Среднеквадратичная скорость атомов гелия при начальной температуре  $T_1$  равна  $u_1 = \sqrt{\frac{3RT_1}{\mu}}$ , где  $\mu$  — молярная масса гелия. Отсюда  $T_1 = \frac{\mu u_1^2}{3R}$ . Из написанных соотношений получаем:  $l_1 = \frac{\nu \mu u_1^2}{3F_1}$ . Аналогичным образом получаем, что в конце процесса  $l_2 = \frac{\nu \mu u_2^2}{3F_2}$ . Таким образом, искомый сдвиг поршня равен

$$\Delta l = l_2 - l_1 = \frac{\nu \mu}{3} \left( \frac{u_2^2}{F_2} - \frac{u_1^2}{F_1} \right) = \frac{0,1 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{3} \cdot \left( \frac{1500^2}{300} - \frac{1100^2}{200} \right) \approx 0,193 \text{ м} \approx 19 \text{ см.}$$

Ответ: 19 см.