

№6

Дано: $p = 100 \text{ кПа}$; $t = 10^\circ\text{C}$; $d = 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

Найти: D ; η

Решение

Коэффициент диффузии определяется по формуле:

$$D = \frac{1}{3} \cdot \bar{v} \cdot \lambda,$$

где $\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi m}}$ - средняя скорость молекул;

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \sigma \cdot n} = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi d^2 \cdot n} \quad \text{- длина свободного}$$

прохода молекулы;

$\sigma = \pi d^2$ - эффективное сечение молекулы;

$d = 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ - диаметр молекулы

Число молекул n в единице объема найдем из уравнения состояния:

$$p = n k T,$$

где $k = 1,381 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ - постоянная

Больцмана;

$T = 10^\circ\text{C} = 273 + 10 = 283 \text{ К}$ - температура

№6 (стр. 2)

$p = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$ - давление. Отсюда

$$n = \frac{p}{kT}; \text{ тогда}$$

$$\lambda = \frac{kT}{\sqrt{2} \cdot \pi d^2 \cdot p}. \text{ Проверим размерность}$$

$$[\lambda] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot \text{К}}{\text{м}^2 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} = \frac{\text{Дж} \cdot \text{м}}{\text{Н}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Н}} = \text{м}.$$

Правильно, вычисляем:

$$\lambda = \frac{1,381 \cdot 10^{-23} \cdot 283}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot (3 \cdot 10^{-10})^2 \cdot 10^5} = 9,774 \cdot 10^{-8} \text{ м}$$

Молярная масса воздуха $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$.

Тогда

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 8,314 \cdot 283}{\pi \cdot 29 \cdot 10^{-3}}} = 454,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Коэффициент диффузии:

$$D = \frac{1}{3} \cdot \bar{v} \cdot \lambda = \frac{1}{3} \cdot 454,5 \cdot 9,774 \cdot 10^{-8} =$$

$$= 1,481 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$$

Коэффициент внутреннего трения определяется по формуле

$$\eta = \frac{1}{3} \rho \cdot \bar{v} \cdot \lambda = \rho D$$

плотность ρ найдем из уравнения состояния:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT. \quad \text{Отсюда}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\mu p}{RT} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5}{8,314 \cdot 283} = 1,233 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \quad \text{Тогда}$$

$$\eta = \rho D = 1,233 \cdot 1,481 \cdot 10^{-5} = 1,826 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$$

Ответ: $D = 1,48 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$

$$\eta = 1,83 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$$

www.1cov-edu.ru