

z. 29.3 s. 107

Zbiornik zawiera dwutlenek węgla w warunkach normalnych. W temperaturze 0°C

średnia szybkość kwadratowa cząsteczek tego gazu jest równa $390 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Oblicz liczbę cząsteczek dwutlenku węgla w jednostce objętości tego zbiornika. Masa molowa dwutlenku węgla jest równa $44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.

Dane:

$$\mu_{\text{CO}_2} = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,044 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$\sqrt{\bar{v}^2} = 390 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Warunki normalne to:

$$T = 0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$$

$$p = 101325 \text{ Pa}$$

Szukane:

$$\frac{N}{V} = ?$$

Rozwiązanie:

Korzystamy z podstawowego wzoru teorii kinetyczno-molekularnej gazu

doskonałego:

$$p = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot \bar{E}_k$$

$$\bar{E}_k = \frac{1}{2} m \bar{v}^2, \text{ więc}$$

$$p = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot \frac{1}{2} m \bar{v}^2$$

$$p = \frac{1}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot m \cdot \bar{v}^2 \quad | \cdot 3$$

$$3p = N \cdot m \bar{v}^2 \quad | : m \bar{v}^2$$

$$\frac{3p}{m \bar{v}^2} = \frac{N}{V}$$

Masę pojedynczej cząsteczki możemy wyrazić jako stosunek masy mola gazu do liczby Avogadra: $m = \frac{\mu}{N_A}$, więc

$$\frac{N}{V} = \frac{3p}{\frac{\mu}{N_A} \cdot \bar{v}^2}$$

$$\frac{N}{V} = \frac{3p \cdot N_A}{\mu \bar{v}^2}$$

liczba
Avogadra:

$$6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

Podstawiamy dane liczby do wzoru:

$$\begin{aligned} \frac{N}{V} &= \frac{3 \cdot 101325 \text{ Pa} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}}{0,044 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot (390 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} = \frac{1829929,5 \cdot 10^{23} \text{ Pa} \cdot \frac{1}{\text{mol}}}{0,044 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \cdot 152100 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \\ &= \frac{18299,295 \cdot 10^{23} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{1}{\text{mol}}}{6692,4 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \cdot \frac{1}{\text{mol}} \cdot \text{m}^2} = \frac{18299,295 \cdot 10^{25} \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \cdot \frac{1}{\text{m}}}{6692,4 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}^2} = \\ &= 2,734339699 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{m}^3} \approx \underline{\underline{2,7 \cdot 10^{25} \frac{1}{\text{m}^3}}} \end{aligned}$$