

9. 気体の分子運動と統計力学

() () 番 氏名 () 月 日

9-1. 次の状態の分子の平均速度（速度の大きさの2乗平均値 $\sqrt{c^2}$ ）を求めよ。

(1) 27 °C の酸素分子の熱運動の平均速度。

(解答)

$$\frac{1}{2} m \overline{c^2} = \frac{1}{2} m (\overline{u^2} + \overline{v^2} + \overline{w^2}) = \frac{3}{2} kT \quad \text{より,}$$

$$\sqrt{\overline{c^2}} = \sqrt{\frac{3 kT}{m}} = \sqrt{\frac{3 R_0 T}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8314.3 \text{ J/(kmol K)} \times 300.15 \text{ K}}{32 \text{ kg/kmol}}} = 483.7 \text{ m/s}$$

$R = 259.8 \text{ kJ/(kg K)}$ を用いて、

$$\sqrt{\overline{c^2}} = \sqrt{3 RT} = \sqrt{3 \times 259.8 \text{ J/(kg K)} \times 300.15 \text{ K}} = 483.7 \text{ m/s} \quad \text{でも OK}$$

(2) 27 °C の二酸化炭素分子の熱運動の平均速度。

(解答)

$$\sqrt{\overline{c^2}} = \sqrt{\frac{3 R_0 T}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8314.3 \text{ J/(kmol K)} \times 300.15 \text{ K}}{44 \text{ kg/kmol}}} = 412.49 \text{ m/s}$$

(3) 327 °C の二酸化炭素分子の熱運動の平均速度。

(解答)

$$\sqrt{\overline{c^2}} = \sqrt{\frac{3 R_0 T}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8314.3 \text{ J/(kmol K)} \times 600.15 \text{ K}}{44 \text{ kg/kmol}}} = 583.3 \text{ m/s}$$

9-2. 27 °C, 760 mmHg の酸素分子の平均自由行程はいくらか。

(解答)

$$\text{O}_2 \text{ の衝突断面積は } 0.40 \times 10^{-18} \text{ m}^2$$

粒子密度は

$$n = \frac{p}{kT} = \frac{0.101325 \times 10^6}{1.3805 \times 10^{-23} \times 300.15} = 244.5 \times 10^{23} \text{ 1/m}^3$$

これを用いて、

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \sigma n} = \frac{1}{\sqrt{2} \times 0.40 \times 10^{-18} \times 244.5 \times 10^{23}} = 7.230 \times 10^{-8} \text{ m} = 72.30 \text{ nm}$$

Ans. 72.3 nm