

No. 1 - 2 熱力学 I 復習問題

—理想気体の状態式—

1. 圧力 $9 \times 10^6 \text{ Pa}$ 、温度 15°C の炭酸ガス 10 kg を入れるボンベの体積を求めよ。炭酸ガスの気体定数は $0.189 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ である。

$$pV = mRT \quad \text{より} \quad V = \frac{mRT}{p} = \frac{10\text{kg} \times 0.189\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \times (273 + 15)\text{K}}{9 \times 10^3 \text{ kPa}} = 0.0605 \text{ m}^3$$

2. 二酸化炭素 CO_2 の 2.2 g は何 mol か求めよ。

CO_2 のモル質量 M kg/kmol は、

$$M = [\text{CO}_2] = 12 + 16 \times 2 = 44 \text{ kg}/\text{kmol} \quad \text{より、}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{2.2 \times 10^{-3} \text{ kg}}{44 \text{ kg}/\text{kmol}} = 0.05 \times 10^{-3} \text{ kmol} = 0.05 \text{ mol}$$

3. プロパンの分子記号は C_3H_8 であり、比熱比 $\kappa = 1.138$ であることが分かっている。このとき、定圧比熱 c_p と定積比熱 c_v を求めよ。

$$MR = R_0 = 8314 \text{ J}/(\text{kmol} \cdot \text{K}) \quad \text{より、} \quad R = 8314 / 44 = 189 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$c_p = \frac{\kappa}{\kappa - 1} R = \frac{1.138}{1.138 - 1} \times 189 = 1559 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) = 1.559 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$c_v = \frac{1}{\kappa - 1} R = \frac{1}{1.138 - 1} \times 189 = 1370 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) = 1.370 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$\text{または、} \quad c_v = c_p - R = 1.559 - 0.189 = 1.370 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

4. 体積 0.5 m^3 のタンクに圧力 300 kPa 、温度 280 K の酸素が入っている。この酸素の質量を求めよ。また、この酸素を 360 K まで加熱するのに要する熱量を求めよ。
ただし、気体定数 R は $259 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 、定積比熱 c_v は $0.654 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ とする。

$$m = \frac{pV}{RT} = \frac{300 \times 10^3 \text{ Pa} \times 0.5 \text{ m}^3}{259 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \times 280 \text{ K}} = 2.07 \text{ kg}$$

$$Q_{12} = mc_v(T_2 - T_1) = 2.07 \text{ kg} \times 0.654 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \times (360 - 280) \text{ K} = 108 \text{ kJ}$$

5. ある気体 3 kg が圧力 105 kPa 、体積 2.2 m^3 の状態から、圧力 400 kPa 、体積 0.6 m^3 の状態に変化した。この変化で内部エネルギーに変化がないとすれば、エンタルピーの増加はいくらか。

状態 1, 2 のエンタルピー H_1, H_2 は

$$H_1 = U_1 + p_1 V_1, \quad H_2 = U_2 + p_2 V_2$$

$$\therefore \Delta H = H_2 - H_1 = (U_2 - U_1) + (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$= 0 + (400 \text{ kPa} \times 0.6 \text{ m}^3 - 105 \text{ kPa} \times 2.2 \text{ m}^3) = 9 \text{ kJ}$$