九州大学工学部 平成 28 年実施 物理 過去問回答

高専生向け大学編入サポート
サポーター：RW

2021/03/29

問 [1]

(ア)

運動方程式を考えて

$$\begin{aligned} m_1a_1 &= T_1 - mg\sin\theta \\ T_1 &= m_1(a_1 + g\sin\theta) \end{aligned}$$

(イ)

運動方程式を考えて

$$\begin{aligned} m_2a_2 &= T_2 - m_2g \\ T_2 &= m_2(a_2 + g) \end{aligned}$$

(ウ)

ひもが張り切っていることから

$$T_1 = T_2, \quad a_1 = -a_2$$

(ア)、(イ) より T_1, T_2, a_1 を削除して

$$\begin{aligned} m_1(-a_2 + g\sin\theta) &= m_2(a_2 + g) \\ a_2(m_1 + m_2) &= g(m_1\sin\theta - m_2) \\ a_2 &= \frac{g(m_1\sin\theta - m_2)}{m_1 + m_2} \end{aligned}$$

(エ)

垂直抗力は

$$m_1g\cos\theta$$

摩擦力は

$$\mu_D m_1 g\cos\theta$$

した仕事は、摩擦力と進む方向が逆向きであることより

$$-L\mu_D m_1 g\cos\theta$$

(オ)

物体 1、物体 2 共に初期位置をそれぞれの位置エネルギーの基準としてエネルギー保存を考える

$$\begin{aligned} 0 &= m_1gL\cos\theta + \frac{1}{2}m_1v^2 - m_2gL + \frac{1}{2}m_2v^2 - L\mu_0 m_1 g\cos\theta \\ \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 &= gL(-m_1\cos\theta + m_2 + \mu_0 m_1\cos\theta) \\ v &= \sqrt{\frac{2gL(-m_1\cos\theta + m_2 + \mu_0 m_1\cos\theta)}{m_1 + m_2}} \end{aligned}$$

問 [2]

(ア)

本問題と、以下の問題で使う気体定数 R を求める。以下 R はこの値を指すものとする

また、理想気体であることよりその 1.0 mol 当たりの体積を 22.4×10^{-3} m^3 とする

1 °C = 273 K とする

$$R = \frac{pV}{nT} = \frac{1.0 \times 10^5 \times 22.4 \times 10^{-3}}{1.0 \times 273} = 8.205 \cdots \simeq 8.2 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$$

理想気体の状態方程式 $pV = nRT$ より

$$p\Delta V = nR\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{p\Delta V}{nR} = \frac{1.0 \times 10^5 \times 0.05 \times 0.03}{1.0 \times R} = \frac{1.5 \times 10^2}{R} \text{ K}$$

(イ)

$$C_p = \frac{Q_{in}}{nR} = \frac{4.0 \times 10^2}{1.0 \times 1.5 \times 10^2} R = \frac{8}{3} R \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

(ウ)

断面積にかかる力は圧力と断面積の積で求められる

$$\therefore W = 1.0 \times 10^5 \times 0.05 \times 0.03 = 1.5 \times 10^2 \text{ J}$$

(エ)

$$\Delta U = Q_{in} - W = 4.0 \times 10^2 - 1.5 \times 10^2 = 2.5 \times 10^2 \text{ J}$$

(オ)

マイヤーの法則より

$$C_v = C_p - R = \frac{5}{3} R \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

問 [3]

(ア)

G に電流が流れないことより G の両側の電位は等しい

$$\therefore I_1 R_x = I_2 R_v$$

(イ)

$$\begin{cases} I_1 R_x = I_2 \times 50 \\ I_1 \times 10 = I_2 \times 20 \end{cases}$$

これを解いて

$$R_x = 25 \ \Omega$$

(ウ)

この銅線で (イ) で求めた抵抗を再現する

$$25 = 1.72 \times 10^{-8} \times \frac{0.2\pi \times N}{(5 \times 10^{-4})^2 \pi}$$

$$N = 343.37 \cdots \simeq 343 \text{ 回} \quad \text{(重なりによる銅線の半径の増加は無視できる)}$$

(エ)

$$H = \frac{I_a N}{2l} \sqrt{2} \quad (l\text{はコイルの長さ,導出過程は省略})$$

$$\therefore I_a = \frac{2 \times 0.2}{\sqrt{2} \times 343} \times 3000 = 2.473 \cdots \simeq 2.47\ \mathrm{A}$$