

令和7年度 熊本県立大学 環境共生学部 環境共生学科 環境資源学専攻
私費外国人留学生選抜 物理 解答例

問題 I

問 1 小球が最高点では、速度の鉛直成分が 0 となる。

$$0 = v \sin 30^\circ - gt$$

$$t = (39.2 \times 0.5) / 9.8 = 2 \text{ s}$$

$$h = v \sin 30^\circ t - 0.5 gt^2 = 19.6 \times 2 - 0.5 \times 9.8 \times 2^2 = 19.6 \text{ m}$$

問 2 木材丸太の体積は 1 m^3 とすると、水面下の部分の体積 V は

$$V = (1 \times 4.0 \times 10^2) / (1.0 \times 10^3) = 0.4 \text{ m}^3$$

$$\text{水面より上の部分の体積} = 0.6 \text{ m}^3$$

$$\text{丸太全体のパーセント} = (0.6 / 1) = 60\%$$

問 3 全体の温度が 20°C から 40°C になる間に、容器と水が吸収した熱量 Q は

$$Q = (40 - 20) \times (140 + 4.2 \times 100) = 20 \times 560 \text{ J}$$

$$Q \text{ は金属球が失った熱量と等しいため、} Q = 280 \times (200 - 40) \text{ c}$$

$$\text{よって、} c = 0.25 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$$

問 4 クーロンの法則により

小球 A と小球 B 間に働く静電気力 F は

$$F = k \frac{q_A q_B}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{2.0 \times 10^{-7} \times 4.0 \times 10^{-7}}{2^2} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ N}$$

問 5 コンデンサーに蓄えられる静電エネルギーは次の式で求められる

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times 100^2 = 5.0 \times 10^{-2} \text{ J}$$

電気量 $Q = CV$ により

$$Q = CV = 10 \times 10^{-6} \times 100 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ C}$$

問題 II

気体の定積比熱 $C_V = \frac{3}{2}nR$; 気体の定圧比熱 $C_p = \frac{5}{2}nR$

(1) 状態 A、B、C、D のそれぞれの状態方程式を立てると、

$$pV = nRT, \quad 2pV = nRT_B, \quad 4pV = nRT_C, \quad 2pV = nRT_D$$

がある。これらを比較すると、 $T_B = 2T$ [K] , $T_C = 4T$ [K] , $T_D = 2T$ [K]

(2) A→B(定積変化), B→C (定圧変化) で気体に加えられた熱量を Q_{AB} , Q_{BC} とすると、

$$Q_{AB} = \frac{3}{2}nR(T_B - T_A) = \frac{3}{2}nR(2T - T) = \frac{3}{2}nRT$$

$$Q_{BC} = \frac{5}{2}nR(T_C - T_B) = \frac{5}{2}nR(4T - 2T) = 5nRT$$

がある。よって、 $Q_1 = Q_{AB} + Q_{BC} = \frac{13}{2}nRT$ [J]

(3) C→D(定積変化), D→A (定圧変化) で気体から奪った熱量を Q_{CD} , Q_{DA} とすると、

$$Q_{CD} = -\frac{3}{2}nR(T_D - T_C) = -\frac{3}{2}nR(2T - 4T) = 3nRT$$

$$Q_{DA} = -\frac{5}{2}nR(T_A - T_D) = -\frac{5}{2}nR(T - 2T) = \frac{5}{2}nRT$$

がある。よって、 $Q_2 = Q_{CD} + Q_{DA} = \frac{11}{2}nRT$ [J]

(4) A→B(定積変化), B→C (定圧変化), C→D(定積変化), D→A (定圧変化) で気体が外部にした仕事を W_{AB} , W_{BC} , W_{CD} , W_{DA} とすると、

$$W_{AB} = 0, \quad W_{BC} = 2p(2V - V) = 2nRT, \quad W_{CD} = 0, \quad W_{DA} = p(V - 2V) = -nRT$$

がある。よって、 $W' = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} = nRT$ [J]

(5) この 1 サイクルで、吸収する熱は A→B→C である。したがって、

$$e = \frac{W'}{Q_1} = \frac{nRT}{\frac{13}{2}nRT} = \frac{2}{13} = 0.15$$