

295

(1)

$R = C_p - C_v$ より、

$$C_p = 21.0 \text{ J/mol} \cdot \text{K} , C_v = 12.6 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

を代入して、

$$R = 8.4 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$PV = nRT$ より、

$$P_B = 2.02 \times 10^5 \text{ Pa} , V_B = 0.025 \text{ m}^3 , n = 1.00 \text{ mol} , R = 8.4 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$$P_C = 2.02 \times 10^5 \text{ Pa} , V_C = 0.050 \text{ m}^3 , n = 1.00 \text{ mol} , R = 8.4 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$$P_D = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa} , V_D = 0.050 \text{ m}^3 , n = 1.00 \text{ mol} , R = 8.4 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

を各々に代入して、

$$2.02 \times 10^5 \cdot 0.025 = 1.00 \cdot 8.4 \cdot T_B$$

$$\therefore T_B = 6.01 \times 10^2 \text{ K}$$

$$2.02 \times 10^5 \cdot 0.050 = 1.00 \cdot 8.4 \cdot T_C$$

$$\therefore T_C = 1.20 \times 10^3 \text{ K}$$

$$1.01 \times 10^5 \cdot 0.050 = 1.00 \cdot 8.4 \cdot T_D$$

$$\therefore T_D = 6.01 \times 10^2 \text{ K}$$

(2) (3)

A→Bの過程において、

定積変化なので、

$\Delta U = Q = nC_v\Delta T$ より、

$$n = 1.00 \text{ mol} , C_v = 12.6 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

$$\Delta T = T_B - T_A = (6.01 \times 10^2) - (3.00 \times 10^2) = 3.01 \times 10^2 \text{ K}$$

を代入して、

$$Q_{AB} = 1.00 \cdot 12.6 \cdot 3.01 \times 10^2$$

$$= 3.79 \times 10^3 \text{ J} \quad \cdots \textcircled{1}$$

B→Cの過程において、

定圧変化なので、

$Q = C_p n \Delta T$ より、

$$C_p = 21.0 \text{ J/mol} \cdot \text{K} , n = 1.00 \text{ mol}$$

$$\Delta T = T_C - T_B = (1.20 \times 10^3) - (6.01 \times 10^2) = 5.99 \times 10^2 \text{ K}$$

を代入して、

$$Q_{BC} = 21.0 \cdot 1.00 \cdot 5.99 \times 10^2$$

$$= 1.26 \times 10^4 \text{ J} \quad \cdots \textcircled{2}$$

C→Dの過程において、

定積変化なので、

$\Delta U = Q = nC_v\Delta T$ より、

$$n = 1.00\text{mol} \quad , \quad R = \frac{12.6\text{J}}{\text{mol}} \cdot K$$

$$\Delta T = T_D - T_C = (6.01 \times 10^2) - (1.20 \times 10^3) = -5.99 \times 10^2 K$$

を代入して、

$$\begin{aligned} Q_{CD} &= 1.00 \cdot 12.6 \cdot (-5.99 \times 10^2) \\ &= -7.55 \times 10^3 J \quad \cdots \textcircled{3} \end{aligned}$$

D→Aの過程において、

定圧変化なので、

$Q = C_p n \Delta T$ より、

$$C_p = 21.0\text{J/mol} \cdot K \quad , \quad n = 1.00\text{mol}$$

$$\Delta T = T_A - T_D = (3.00 \times 10^2) - (6.01 \times 10^2) = -3.01 \times 10^2 K$$

を代入して、

$$\begin{aligned} Q_{DA} &= 21.0 \cdot 1.00 \cdot (-3.01 \times 10^2) \\ &= -6.32 \times 10^3 J \quad \cdots \textcircled{4} \end{aligned}$$

式①,②,③,④より、

気体が外部から熱を吸収したのは、

A→B→Cの過程でそれらの熱量の合計 Q_1 は、

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_{AB} + Q_{BC} \\ &= 3.79 \times 10^3 + 1.26 \times 10^4 \\ &= 1.64 \times 10^4 J \end{aligned}$$

気体が外部に熱を放出したのは、

C→D→Aの過程でそれらの熱量の合計 Q_2 は、

$$\begin{aligned} Q_2 &= -(Q_{CD} + Q_{DA}) \\ &= -((-7.55 \times 10^3) + (-6.32 \times 10^3)) \\ &= 1.39 \times 10^4 J \end{aligned}$$

(4)

気体が外部にした仕事量 W は、

$W = Q_1 - Q_2$ より、

$$\begin{aligned} W &= 1.64 \times 10^4 - 1.39 \times 10^4 \\ &= 2.5 \times 10^3 J \quad \cdots \textcircled{5} \end{aligned}$$

また四角形ABCDの面積 S は、

$$\begin{aligned} S &= \Delta P \Delta V \text{ より、} \\ &= (1.01 \times 10^5) \cdot (0.025) \\ &= 2.5 \times 10^3 J \quad \cdots \textcircled{6} \end{aligned}$$

式⑤,⑥より、

気体が外部にした仕事量と四角形ABCDの面積は等しい。