

47. 熱力学

(4)

上底から l の所で静止するまでの温度変化を ΔT とすると、

$$\text{定圧変化より } \frac{Q}{3} = \frac{5}{2} R \Delta T \quad \dots \textcircled{1}$$

$$\text{(イ) より } Q = \frac{5}{4} R T_0 \quad \dots \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1}, \textcircled{2} \text{ より, } \Delta T = \frac{1}{6} T_0$$

よって、上底から l の所で静止した時の温度は $T_0 + \Delta T = \frac{7}{6} T_0$ 移動前の状態 $\left(\left(P_0 - \frac{Mg}{S} \right), \frac{2}{3} LS, T_0 \right)$ 、移動後の状態 $\left(\left(P_0 - \frac{Mg}{S} \right), lS, \frac{7}{6} T_0 \right)$ より、

$$\frac{\left(P_0 - \frac{Mg}{S} \right) \cdot \frac{2}{3} LS}{T_0} = \frac{\left(P_0 - \frac{Mg}{S} \right) \cdot lS}{\frac{7}{6} T_0} \quad \therefore l = \frac{7}{9} L \quad \dots \text{(答)}$$

(5)

(4), (5) の一連の操作でヒーターに t_1 [s] 間電流を流したから、ヒーターが系に与えた総熱量は Q である。**定圧変化過程で系が吸収した熱量と温度変化**

ピストンがシリンダーの下底に達するまでは定圧変化である。

(4) より、ピストンが $l - \frac{2}{3} L = \frac{7}{9} L - \frac{2}{3} L = \frac{1}{9} L$ 移動するのに系が吸収する熱量は $\frac{Q}{3}$ だから、

ピストンがシリンダーの下底に達するまで、

すなわちピストンが $L - \left(\frac{2}{3} L + \frac{1}{9} L \right) = \frac{2}{9} L$ 移動までに系が吸収した熱量は $2 \times \frac{1}{3} Q = \frac{2}{3} Q$ よって、この過程における温度変化を $\Delta T'$ とすると、 $\frac{2}{3} Q = \frac{5}{2} R \Delta T'$

$$\text{これと } Q = \frac{5}{4} R T_0 \text{ より, } \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{4} R T_0 = \frac{5}{2} R \Delta T' \quad \therefore \Delta T' = \frac{1}{3} T_0 \quad \dots \textcircled{1}$$

定積変化過程で系が吸収した熱量と温度変化

ピストンがシリンダーの下底に達するまで系が吸収した熱量は $\frac{2}{3}Q$ だから、

その後、残りの熱量 $Q - \frac{2}{3}Q = \frac{1}{3}Q$ は系の定積変化に消費される。

このときの温度変化を $\Delta T''$ とすると、 $\frac{1}{3}Q = \frac{3}{2}R\Delta T''$

これと $Q = \frac{5}{4}RT_0$ より、 $\frac{1}{3} \cdot \frac{5}{4}RT_0 = \frac{3}{2}R\Delta T'' \quad \therefore \Delta T'' = \frac{5}{18}T_0 \quad \dots \textcircled{2}$

変化前の温度が T_0 であることと①、②より、

求める温度 $T_1 = T_0 + \Delta T' + \Delta T'' = \left(1 + \frac{1}{3} + \frac{5}{18}\right)T_0 = \frac{29}{18}T_0 \quad \dots \text{(答)}$