

14-3 図4に示すように、容器Aと容器Bとが、コックのついた細管でつながれている。容器Aにはピストンがついており、ピストンは容器Aの奥からストッパーの位置までなめらかに動く。ピストンがストッパーの位置にあるとき、容器Aの容積は $4V_0$ である。容器Bの容積は V_0 である。容器Aと容器Bには、同じ単原子分子理想気体が入っている。装置の外側の圧力は p_0 である。なお、容器、ピストン、細管、コックは断熱材でできており、細管およびコックの大きさは無視できるものとする。各問に対する解答は、{ }内に示されている記号を用いて記すこと。この問題で、熱量は正の量とする。

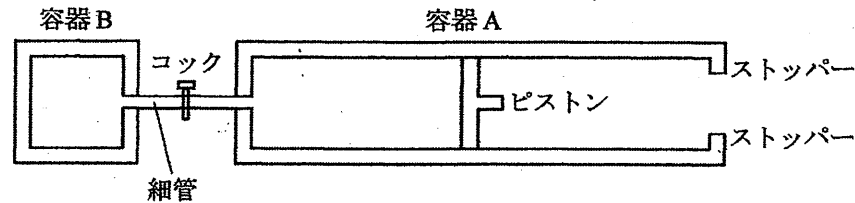


図4

はじめの状態ではコックは開いており、容器A内の気体の体積は $2V_0$ 、温度は T_0 、容器B内の気体の温度は T_0 であった。これを状態0とする。

問1 容器A内の気体の物質量を求めよ。気体定数を R とする。{ p_0, V_0, R, T_0 }

コックを閉じて容器A内の気体をゆっくりと加熱したところ、ピストンは右に動き、ストッパーに接して停止した。停止した瞬間の状態を状態1とする。その後、容器A内の気体の圧力が $4p_0$ になったところで、加熱を停止した。この状態を状態2とする。

問2 状態1における容器A内の気体の温度を求めよ。{ T_0 }

問3 状態0→状態1の変化において、容器A内の気体が吸収した熱量を求めよ。{ p_0, V_0 }

問4 状態2における容器A内の気体の温度を求めよ。{ T_0 }

問5 状態1→状態2の変化において、容器A内の気体が吸収した熱量を求めよ。{ p_0, V_0 }

状態2においてコックを開くと、容器Aと容器B内の気体は断熱的に混合した後、平衡状態に達した。この状態を状態3とする。

問6 状態3における気体の温度を求めよ。{ T_0 }

問7 状態3における気体の圧力を求めよ。{ p_0 }

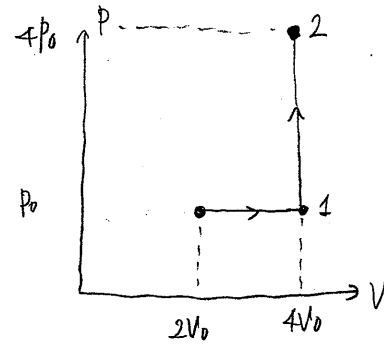
(2014年 岡山大)

1. 状態方程式

$$p_0 \cdot 2V_0 = nRT_0$$

$$n = \frac{2p_0V_0}{RT_0}$$

2.



ボイル-シャルルの法則より、

$$\frac{p_0 \cdot 2V_0}{T_0} = \frac{p_0 \cdot 4V_0}{T_1}$$

$$T_1 = 2T_0$$

$$Q_{in} = \Delta U + W_{out}$$

$$= \frac{3}{2} nR(2T_0 - T_0) + 2p_0V_0$$

$$= \frac{5}{2} p_0V_0$$

ボイル-シャルルの法則より、

$$\frac{p_0 \cdot 2V_0}{T_0} = \frac{4p_0 \cdot 4V_0}{T_2}$$

$$T_2 = 8T_0$$

問1 $\frac{2p_0V_0}{RT_0}$

問2 $2T_0$

問3 $5p_0V_0$

問4 $8T_0$

問5 $18p_0V_0$

問6 $\frac{17}{3}T_0$

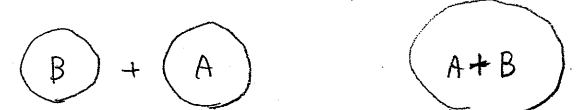
問7 $\frac{17}{5}p_0$

5 $Q_{in} = \Delta U + W_{out}$

$$= \frac{3}{2} (16p_0V_0 - 4p_0V_0)$$

$$= 18p_0V_0$$

6 混合は、エネルギーに注目



$$\frac{3}{2} p_0V_0 + \frac{3}{2} 4p_0 \cdot 4V_0 = \frac{3}{2} p' \cdot 5V_0$$

7 $p' = \frac{17}{5} p_0$

$$\frac{3}{2} \frac{p_0V_0}{RT_0} \cdot R \cdot T_0 + \frac{3}{2} \frac{2p_0V_0}{RT_0} \cdot R \cdot 8T_0 = \frac{3}{2} \frac{3p_0V_0}{RT_0} \cdot R \cdot T'$$

8 $T' = \frac{17}{3} T_0$