

理想気体の断熱変化において、その圧力を p 、体積を V とすると $pV^\gamma = \text{constant}$ の関係 (ポアソンの法則) がある。理想気体の絶対温度を T とする。ただし、 C_p は定圧モル比熱、 C_v は定積モル比熱であり、定数 γ は $\gamma \equiv C_p/C_v (> 1)$ と定義される比熱比である。

1. 理想気体 1 モルの状態方程式を記せ。(ただし、気体定数 R を用いよ。)
2. T, V, γ の間の関係式を導け。
3. 理想気体の断熱変化 $(T_1, V_1) \rightarrow (T_2, V_2)$ のとき、成り立つ式を記せ。
4. 前問の結果を用いて、断熱膨張 $V_1 < V_2$ のとき、温度はどうなるか述べよ。
5. 前前問の結果を用いて、断熱圧縮 $V_1 > V_2$ のとき、温度はどうなるか述べよ。

(解答例)

1. $pV = RT$.
2. 理想気体の状態方程式をポアソンの法則に代入すると

$$\begin{aligned} \left(\frac{RT}{V}\right)V^\gamma &= \text{constant} \\ \rightarrow TV^{\gamma-1} &= \frac{\text{constant}}{R} \equiv \text{constant}'. \end{aligned} \quad (1)$$

3. 題意より

$$\begin{aligned} T_1 V_1^{\gamma-1} &= T_2 V_2^{\gamma-1} \\ \rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} &= \left(\frac{T_1}{T_2}\right). \end{aligned} \quad (2)$$

4. 比熱比 $\gamma > 1$ だから、 $V_1 < V_2$ の場合、 $T_1 > T_2$ となる。したがって断熱膨張のとき、温度は下降する。
5. 比熱比 $\gamma > 1$ だから、 $V_1 > V_2$ の場合、 $T_1 < T_2$ となる。したがって断熱圧縮のとき、温度は上昇する。