

(問題5の続き)

問2 1モルの理想気体からなるカルノーサイクルを考える(図2)。以下の設問(1)~(5)に答えよ。 V はモル体積, P は圧力, T は温度, Q_1 は高温熱源から吸収する熱量, Q_2 は低温熱源に放出する熱量とする。解答では, 適宜図中の記号も用いてよい。

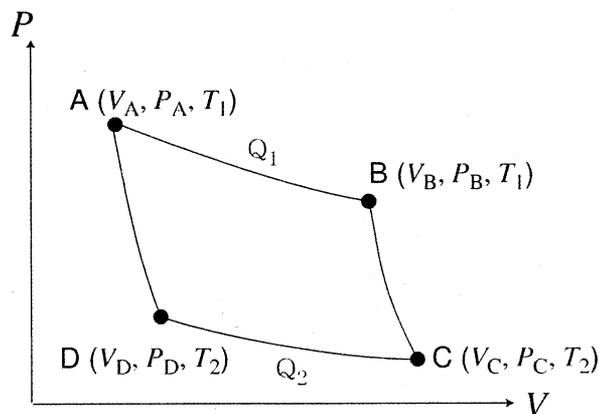


図2

- (1) 等温過程A-Bにおいて, カルノーサイクルが外界に対して行った仕事 W_{AB} を計算せよ。
- (2) 断熱過程における圧力と温度の関係は, 一般に,

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_S = \frac{C_P}{VT\alpha_P}$$

と与えられる。ここで, C_P は等圧モル比熱で一定とする。 α_P は熱膨張率である。理想気体の場合について α_P をその定義に基づき計算し, それを用いて断熱過程における圧力と体積の関係を導出せよ。

- (3) 前問で導出した圧力と体積の関係をを用いて, 断熱過程B-Cにおいて, カルノーサイクルが外界に対して行った仕事 W_{BC} を計算せよ。
- (4) カルノーサイクルが1サイクルの間に外界に対してなす仕事 W の効率 η は, 高温熱源から吸収する熱量 Q_1 に対してカルノーサイクルが外界に対して行った仕事の比 $\eta = W/Q_1$ で定義される。 W と Q_1 を計算し, カルノーサイクルの効率が

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad (a)$$

となることを示せ。

- (5) 熱力学第1法則及び式(a)を考慮して, カルノーサイクル1サイクルにおいてはエントロピーが保存されることを示せ。