

物理学 C 講義内容確認テスト (5 月 29 日実施)

理想気体(1 mol)を封入したカルノーサイクルが図 1 のように運転する。熱力学の第 1 法則は可逆過程に於いてエントロピー S を用いて

$$dU = TdS - pdV$$

と書ける。ここで U は系の内部エネルギー、 T は温度、 p は圧力、 V は体積である。理想気体の状態方程式は(気体定数を R とする)

$$U(T) = \frac{3}{2}RT, \quad pV = RT$$

である。これらを用いて以下の問いに答えよ。

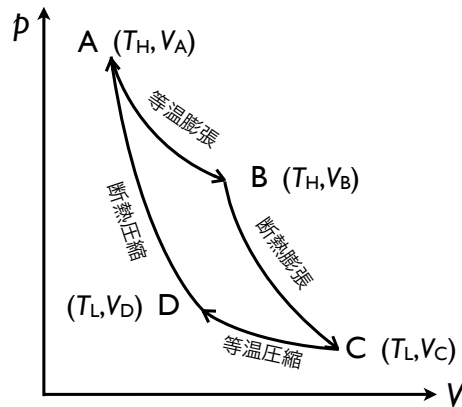


図 1: p - V 図で描いたカルノーサイクル

問: (1) 図 1(p - V 図)を T - S 図(横軸 S)で描け。エントロピー変化は ΔS_{AB} 等とする。(ヒント: 断熱過程は $d'Q = 0$ であるという事実とエントロピーの定義式を組み合わせる。)

(2) 各過程におけるこの熱機関のエントロピーの変化量 ΔS を計算し、 V_A と V_B を用いて表せ。また、1 サイクル後にエントロピーの変化はどうなるか答えよ。

但し、断熱過程における関係式 $VT^{\frac{3}{2}} = \text{const}$ から $V_A/V_B = V_D/V_C$ となる事は証明無しに用いてよい。

(ヒント: 理想気体の等温過程に於いて、内部エネルギーはどうなるか?)

(3) 吸熱量、廃熱量からサイクルがした仕事を(2)の結果を元に求めよ。それは(1)で求めた T - S 図におけるどの領域に対応しているか答えよ。