

物理学 C 講義内容確認テスト (5月8日実施)

ガソリンエンジンの理想サイクルであるオットーサイクル(Otto cycle)を考える。シリンダー内部には 1 mol の理想気体を封入する。サイクルは図 1 のように行う:

A→B: 断熱膨張。温度は $T_A \rightarrow T_B$ 、体積は $V_0 \rightarrow V_1$ に変化。

B→C: 定積排熱。温度は $T_B \rightarrow T_C$ に変化。(一般には C 点で空気とガソリンを封入)

C→D: 断熱圧縮。温度は $T_C \rightarrow T_D$ 、体積は $V_1 \rightarrow V_0$ に変化。

D→A: 定積吸熱。温度は $T_D \rightarrow T_A$ に変化。(この過程でガソリンが爆発)

理想気体の状態方程式は以下のように記述できるものとする:

$$pV = RT \quad U = \frac{3}{2}RT$$

ここで、圧力を p 、内部エネルギーを U 、気体定数を R とする。また、理想気体における断熱変化の一般式 $VT^{\frac{3}{2}} = \text{const.}$ は断りなく用いてよい。

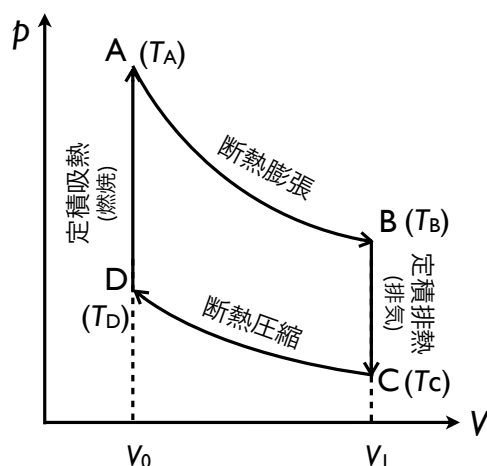


図 1 : オットーサイクル

問: (1) 吸収した熱 $\Delta Q_{D \rightarrow A}$ と排出した熱 $-\Delta Q_{B \rightarrow C}$ を T_A 、 T_B 、 T_C 、 T_D を用いて表せ。

ただし、熱量は系が吸収した分を正とする。

(2) サイクル(1周)が外界に行う仕事の総和 $-\Delta W_{\text{ex}}$ を T_A 、 T_B 、 T_C 、 T_D を用いて表せ。ただし、仕事は系が外界から与えられた分を正とする。

(3) サイクルの熱効率 $\eta = \Delta W_{\text{ex}} / \Delta Q_{D \rightarrow A}$ を T_C 、 T_D を用いて表せ。

(4) 高温熱源の温度と低温熱源の温度が T_A 、 T_C のカルノーサイクルの熱効率は、 $\eta_C = 1 - T_A/T_C$ となることが知られている(講義で証明済み)。この事実を用いて、オットーサイクルの熱効率はカルノーサイクルの熱効率と比べて大きいか小さいかを述べよ。