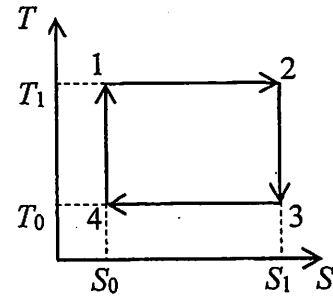


科目名：熱力学 [1/2]

(問題[1], [2]と問題[3]は別々の答案用紙に解答すること.)

[1] 右図に示す準静的サイクルを行う系に関する以下の設問に答えなさい。ただし、図中の  $S$  はエントロピー ( $S_1 > S_0$ ),  $T$  は絶対温度 ( $T_1 > T_0$ ) であり、サイクルに使用した作動流体の内部エネルギー  $U$  は温度のみの関数  $U(T)$  である。



- (1) 過程 1→2, 過程 2→3, 過程 3→4, 過程 4→1 は各々, 以下(a)~(h)のどの過程か選びなさい。  
 (a)断熱圧縮, (b)断熱膨張, (c)等圧圧縮, (d)等圧膨張,  
 (e)等温圧縮, (f)等温膨張, (g)等積昇圧, (h)等積減圧
- (2) 過程 1→2 で系が外界とやりとりした熱量  $Q_{12}$  と仕事  $W_{12}$  を求めなさい。なお, 熱及び仕事の出入りの方向も解答すること。
- (3) 過程 2→3 での系のヘルムホルツの自由エネルギーの変化量を求めなさい。
- (4) 過程 4→1 で系が外界とやりとりした熱量  $Q_{41}$  と仕事  $W_{41}$  を求めなさい。なお, 熱及び仕事の出入りの方向も解答すること。
- (5) このサイクルの効率  $\eta$  を求めなさい。
- (6) このサイクルを現実実現できるか否か, 理由とともに答えよ。

[2] 熱力学の基本法則を用いて以下の設問に答えなさい。

- (1) 第 1 種永久機関が不可能なことを証明しなさい。
- (2) 熱は自発的には物体の低温部から高温部には移動しないことを証明しなさい。

科目名：熱力学 [2/2]

(問題[1], [2]と問題[3]は別々の答案用紙に解答すること.)

[3] 高温・高圧 (圧力  $P_1$ , 温度  $T_1$ ) の単位質量の理想気体 (気体定数  $R$ , 比熱比  $\kappa$ ) を環境 (圧力  $P_0$ , 温度  $T_0$ ) において, 圧力  $P_0$  まで可逆断熱膨張させる過程を考える. 使用する系は, 閉じた系もしくは定常流動系とする. 以下の問いに答えなさい.

- (1) この過程の  $Pv$  線図 (ここで,  $v$  は比体積である) を描き, 閉じた系によって得られる仕事  $W_C$ , 定常流動系によって得られる仕事  $W_F$  を線図上に図示し, それらの違いを説明しなさい.
- (2) この過程での気体の圧力  $P$  と比体積  $v$  は “  $Pv^\kappa = \text{一定}$  ” で表されることを導出しなさい.
- (3) 膨張後の気体温度  $T_2$  を与えられた変数で表しなさい.
- (4) 理想気体の比エンタルピー  $h$  が温度の関数で表されることを示しなさい.
- (5) 閉じた系および定常流動系でのエネルギー保存の式をそれぞれ示しなさい. ただし, 運動エネルギー, 位置エネルギーは無視できるとする.
- (6) 不可逆断熱過程では, 膨張後の気体温度は  $T_3$  となった. 可逆過程での膨張後の気体との比エントロピー差  $\Delta s$  を  $T_2, T_3, R, \kappa$  で表しなさい.