

科目名：熱力学 [1 / 2]

(問題 [1], [2] は別々の答案用紙に解答すること.)

- [1] 図 1 に示すように、周囲圧力 P_0 [Pa] 中に、シリンダおよび可動ピストンが置かれている。ピストンにより、理想気体 (体積 V_1 [m^3]) が周囲圧力と同じ P_0 [Pa] で閉じ込められている。これを状態 1 とする。その後、以下に示す過程 A~C を行った。全ての過程は、準静的過程であるとみなす。



図 1

- 過程 A : シリンダ壁を通して気体を冷却し、等圧状態で圧縮したところ、シリンダ内の体積が V_2 [m^3] となった (状態 2)。
過程 B : 過程 A の後、ピストンを固定し、気体の圧力が P_3 [Pa] になるまでシリンダ壁を通して気体を加熱した (状態 3)。
過程 C : 過程 B の後、等温変化させたところ、状態 1 となり変化が終了した。

以下の問いに答えなさい。理想気体の比熱比は κ とする。各設問で使って良い記号は P_0, V_1, V_2, κ とする。

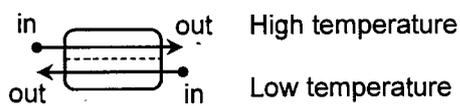
- (1) このサイクルの P - V 線図を描きなさい。状態および変化の方向を明記すること。
- (2) 過程 A において、気体が周囲にした仕事 W_A [J] を求めなさい。
- (3) 過程 A において、気体の放熱量 Q_A [J] を求めなさい。
- (4) 過程 B において、気体が周囲にした仕事 W_B [J] を求めなさい。
- (5) 過程 B において、気体への加熱量 Q_B [J] を求めなさい。
- (6) 過程 C において、気体が周囲にした仕事 W_C [J] を求めなさい。
- (7) このサイクルの熱効率 η を求めなさい。

科目名：熱力学 [2 / 2]

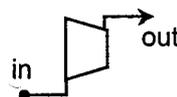
(問題 [1], [2] は別々の答案用紙に解答すること.)

[2] 周囲環境 (温度 T_0 [K], 圧力 P_0 [Pa]) と平衡状態にある理想気体 (気体定数 R [J/(kg·K)], 比熱比 κ) を, 環境温度, 高圧 (圧力 P_s [Pa]) で供給するシステムを構築する. 供給流量は m [kg/s] とする. 圧縮機およびタービンでの過程は可逆断熱過程とし, システムから外界への放熱および流路での圧力損失は考慮しない. 以下の問いに答えなさい.

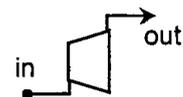
- (1) 熱交換器を通過する理想気体の温度 T [K] と比エントロピー s [J/(kg·K)] の関係式を導出しなさい.
- (2) この理想気体について, このシステムを実現するフローを図 2 のうち 2 つの要素を使って描きなさい.
- (3) この理想気体の状態変化について T - S 線図, P - V 線図を描きなさい. ここで, S はエントロピー [J/K], V は体積 [m³] である.
- (4) この理想気体の状態変化に要する動力 \dot{W} [W] を $m, R, \kappa, T_0, P_0, P_s$ で表しなさい.
- (5) 熱交換器での熱交換量 \dot{Q} [W] を $m, R, \kappa, T_0, P_0, P_s$ で表しなさい.
- (6) 圧縮機およびタービンでの過程が不可逆断熱過程である場合の T - S 線図を描きなさい.
また, 可逆断熱過程である場合に対する温度およびエネルギー量の差異を説明しなさい.



(a) Heat exchanger



(b) Compressor



(c) Turbine

図 2 Components used in energy system