

平成30年4月入学

大学院博士前期課程（修士）一般入試 問題

熱 力 学

注意事項

1. 解答始めの合図があるまで、中の頁を見てはいけません。
2. 問題用紙が2枚、解答用紙が3枚、草案用紙が1枚あります。
3. 解答始めの合図があったら、全ての用紙を見て枚数を確認して下さい。  
また、全ての解答用紙及び草案用紙に、受験番号を記入して下さい。
4. 解答は、それぞれの問題の解答用紙に記入して下さい。他の問題の解答を記入しても採点の対象となりません。

岡山大学大学院自然科学研究科（工学系）  
機械システム工学専攻（機械系）

## 熱力学

【1】質量  $1\text{kg}$  の理想気体が状態 1 からポリトロープ変化で膨張して状態 2 になる。圧力を  $P$ 、比容積を  $v$ 、ポリトロープ指数を  $n$ 、ガス定数を  $R$  とし、状態  $i$  における状態量にはそれぞれ添字  $i$  を付ける。定容比熱  $c_v$ 、比熱比  $\kappa$  は一定とする。以下の問いに答えよ。

- (1) この過程における仕事および熱量を求めよ。
- (2) 比熱を、 $c_v$ 、 $n$ 、 $\kappa$  で表せ。
- (3) この過程における比エントロピー  $s$  の変化を、 $c_v$ 、 $n$ 、 $\kappa$ 、 $P$  で表せ。
- (4)  $n=0, 1$  および  $\kappa$  のとき、これらの過程の  $P-v$  線図および  $T-s$  線図を示せ。ただし、状態 1, 2 を明記せよ。

【2】質量  $m\text{kg}$  の理想気体が、状態 1 から状態 2 に可逆断熱圧縮され、外部から熱を受け取り、定容変化で圧力が上昇して状態 3 になる。状態 3 から可逆断熱膨張して状態 4 になり、定容変化で状態 1 に戻るとき、以下の問いに答えよ。ただし、気体の圧力を  $P$ 、容積を  $V$ 、温度を  $T$ 、エントロピーを  $S$  とし、状態  $i$  における状態量にはそれぞれ添字  $i$  を付ける。また、比熱比を  $\kappa$ 、定容比熱を  $c_v$ 、圧縮比  $\varepsilon=V_1/V_2$  とする。

- (1) このサイクルの  $P-V$  線図および  $T-S$  線図を描け。ただし、状態 1, 2, 3, 4 を明記せよ。
- (2) この系に入る熱量およびこの系から出る熱量を求めよ。
- (3) 状態 2, 3 および 4 における温度を求めよ。
- (4) このサイクルの熱効率を  $\kappa$  および  $\varepsilon$  で表せ。
- (5) 状態 1 から状態 2、および状態 2 から状態 3 へ変化するときのエントロピー変化を求めよ。ただし、定容比熱  $c_v$  は温度の関数であり、 $c_v=a+bT$  ( $a$  および  $b$  は定数) で与えられる。
- (6) 断熱変化が不可逆のとき、このサイクルの  $T-S$  線図を示せ。

## 熱 力 学

【3】図1に示すように、乾き飽和蒸気サイクル ABCDA を蒸気 1kg あたりで考える。AB は飽和水が乾き飽和蒸気となる等圧（等温）変化であり、蒸気圧力は 3.98MPa（飽和温度は  $T_1=500\text{K}$ ）とする。加熱源は、燃焼ガスとして、その温度は  $T_H=1500\text{K}$  であり、蒸気 1kg あたり熱量  $Q=5000\text{kJ}$  を与える。BC は蒸気タービンでの可逆断熱膨張である。CD は蒸気から飽和水に戻る等圧（等温）変化であり、真空ポンプで 0.005MPa（飽和温度  $T_2=300\text{K}$ ）に減圧する。DA はポンプで可逆断熱圧縮をする。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) この乾き飽和蒸気サイクルの熱効率と仕事を求めよ。
- (2) 高温熱源温度  $T_H$  と低温熱源温度  $T_L=T_2$  との間で働くカルノーサイクルの熱効率と仕事を求めよ。
- (3) この乾き飽和蒸気サイクルのエクセルギー効率を求めよ。
- (4) 高温熱源から作動流体への伝熱にともなうエントロピー変化を求めよ。

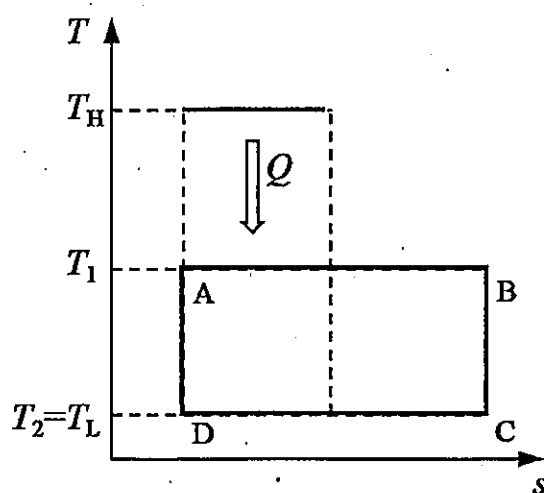


図 1