

2024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2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。
5. 解答スペースが足りないときは、同じ問題の解答用紙の裏に記入して下さい。裏に解答を記入するときは、表の頁に裏に解答を記入していることを明記して下さい。

岡山大学大学院環境生命自然科学研究科  
機械システム都市創成学位プログラム  
先端機械学コース

## 熱力学

【1】質量  $m$  の理想気体が、状態 1 から状態 2 に断熱圧縮され、等容変化で外部から熱量  $Q_{23}$  を受け取り、状態 3 になる。状態 3 から断熱膨張して状態 4 になり、等容変化で熱量  $Q_{41}$  を放出して状態 1 に戻るとき、以下の問いに答えよ。ただし、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、気体の圧力を  $p$ 、容積を  $V$ 、温度を  $T$ 、エントロピーを  $S$ 、比熱比を  $\kappa$ 、定容比熱を  $c_v$ 、圧縮比を  $\varepsilon (=V_1/V_2)$ 、圧力比を  $\xi (=p_3/p_2)$  とする。

- (1) このサイクルの  $p$ - $V$  (圧力-容積) 線図および  $T$ - $S$  (温度-エントロピー) 線図を描け。また、図中に状態 1, 2, 3, 4 を明記するとともに熱の出入りを示せ。
- (2) 状態 2, 3 および 4 の温度を  $T_i$  を用いて示せ。
- (3) 状態 2 から状態 3 に変化するとき、外部から受け取る熱量  $Q_{23}$ 、外部になす仕事  $W_{23}$  を求めよ。なお、各状態の温度は(2)で求めた温度を用いること。
- (4) 状態 3 から状態 4 に変化するとき、外部になす仕事  $W_{34}$  を求めよ。なお、各状態の温度は(2)で求めた温度を用いること。
- (5) 状態 4 から状態 1 に変化するとき、放出する熱量  $Q_{41}$  を求めよ。なお、各状態の温度は(2)で求めた温度を用いること。
- (6) このサイクルの熱効率を求めよ。
- (7) 図示平均有効圧力を  $p$ - $V$  線図を用いて説明せよ。

## 熱力学

【2】 燃焼ガスで水を加熱するボイラにおいて、燃焼ガスは、質量流量  $m_g$ 、温度  $T_{g1}$  でボイラに入り、温度  $T_{g2}$  で出ていく。燃焼ガスの圧力は一定であり、定圧比熱は  $c_p$  で一定とする。水は、質量流量  $m_w$ 、温度  $T_{w1}$  でボイラに入り、圧力一定のもと、飽和温度  $T_{w2}$  まで加熱され、さらに蒸発潜熱  $r$  を得て、乾き飽和蒸気となる。水の比熱は  $c_w$  で一定とする。周囲温度を  $T_0$ 、ボイラ外への放熱はないものとし、以下の問いに答えよ。

- (1) 水の温度上昇に要する熱量を求めよ。
- (2) 水の蒸発に要する熱量を求めよ。
- (3) 燃焼ガスが失う熱量を求めよ。
- (4) 燃焼ガスの質量流量  $m_g$  と水の質量流量  $m_w$  の比  $m_g/m_w$  を求めよ。
- (5) 水の温度上昇にともなうエントロピーの変化を求めよ。
- (6) 水の蒸発にともなうエントロピーの変化を求めよ。
- (7) 燃焼ガスのエントロピーの変化を求めよ。
- (8) 系全体のエントロピーの変化を求めよ。
- (9) 水のエクセルギーの変化を求めよ。
- (10) 系全体のエクセルギーの変化を求めよ。