

2020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。
5. 解答欄が足りないときは、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】 以下のようなサイクルを考える。状態1から一定温度 T_L のもとで膨張して状態2となり、状態2から容積一定で加熱されて状態3となる。次に、状態3から一定温度 T_H のもとで圧縮されて状態4となる。状態4から容積一定で、冷却されて状態1となる。以下の問いに答えよ。ただし、作動流体は質量 m の理想気体であり、ガス定数を R 、定容比熱を c_v とする。なお、状態 i における容積 V は添字 i を付けて V_i と表す。

- (1) このサイクルは熱機関、冷凍機のどちらであるか答えよ。
- (2) 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。
- (3) 各状態変化において、この系に出入りする熱量を求めよ。
- (4) 各状態変化におけるエントロピーの変化量を求めよ。
- (5) このサイクルの成績係数を温度のみで表せ。ただし、状態4から状態1の過程で放出されるすべての熱を再生器によって蓄積し、状態2から状態3へ変化するときには再び利用することができるものとする。
- (6) この作動流体が理想気体ではなく、定容比熱が $c_v = a + bT + cT^2$ (ただし、 a , b および c は定数) で表される半理想気体の場合、各状態変化におけるエントロピーの変化量を求めよ。

熱力学

【2】 圧力 2.0MPa における水の圧力基準飽和蒸気表、圧縮液・過熱蒸気表を表 1, 2 に示す。これらを用いて、水 1 kg に対して (1) ~ (6) では値を、(7) では語句を示せ。

- (1) 水が沸騰する温度
- (2) 水がすべて蒸気になったときの容積
- (3) 水をすべて蒸気に変えるために必要な熱量
- (4) 乾き度 0.3 の湿り蒸気をもつ熱量
- (5) 飽和水のもつ内部エネルギー
- (6) 200°C の圧縮水を 240°C の過熱蒸気に変えるために必要な熱量
- (7) 温度 215°C の蒸気の状態 (飽和蒸気か、過熱蒸気か)

表 1 水の圧力基準飽和蒸気表 (抜粋)

| 圧力 (MPa) | 飽和温度 (°C) | 比容積 (m ³ /kg) | | 比エンタルピー (kJ/kg) | | 比エントロピー (kJ/(kg·K)) | |
|-------------|--------------|-----------------------------|-----------|--------------------|--------|------------------------|---------|
| | | $v' \times 10^3$ | v'' | h' | h'' | s' | s'' |
| 2.0 | 212.37 | 1.17661 | 0.0995361 | 908.588 | 2797.2 | 2.44686 | 6.33665 |

表 2 水の圧縮液・過熱蒸気表 (抜粋)

| 圧力 2.0 MPa | | | |
|------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------|
| 温度 (°C) | 比容積 v (m ³ /kg) | 比エンタルピー h (kJ/kg) | 比エントロピー s (kJ/(kg·K)) |
| 200 | 0.0011560 | 852.6 | 2.3300 |
| 210 | 0.0011725 | 897.8 | 2.4245 |
| 220 | 0.1021 | 2819.9 | 6.3829 |
| 230 | 0.1053 | 2848.4 | 6.4403 |
| 240 | 0.1084 | 2875.9 | 6.4943 |