

2022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】質量 m の理想気体 (ガス定数 R) が, 状態 1 から温度 T_H で等温膨張して外部から熱量 Q_1 を供給され, 状態 2 となる. 次に, 状態 2 から可逆断熱膨張して状態 3 となる. その後, 温度 T_L で等温変化して熱量 Q_2 を放出して状態 4 になり, さらに可逆断熱圧縮で状態 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 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) 外部から供給される熱量 Q_1 , 放出する熱量 Q_2 を求めよ.
- (3) 状態 1 から状態 2, 状態 2 から状態 3, 状態 3 から状態 4 へのエントロピーの変化を求めよ.
- (4) $T_H=1200$ K, $T_L=600$ K の場合, このサイクルの熱効率を求めよ.

熱力学

【2】 ある気体 1 kg の状態変化を考える。温度を T 、圧力を p 、比容積を v 、比エントロピーを s 、比エンタルピーを h 、定圧比熱を c_p とするとき、以下の問いに答えよ。

(1) 可逆変化の場合、熱力学第一法則および第二法則より、次式を導け。

$$c_p = T \left(\frac{\partial s}{\partial T} \right)_p$$

(2) 比エントロピーが温度と圧力の関数で表されるとき、Maxwell の関係式の一つ

$$\left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p = - \left(\frac{\partial s}{\partial p} \right)_T$$
 を用いて、次式を導け。

$$dh = c_p dT + \left[v - T \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] dp$$

(3) 気体が絞りを通る際の圧力低下に対する温度変化、すなわち、Joule-Thomson 係数を求めよ。

(4) 気体が理想気体の場合、絞りを通る際の温度変化を説明せよ。