

平成31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】容器に入っているガスが熱を与えられ、状態1から状態2になる。圧力を p 、容積を V 、温度を T とし、状態 i における状態量はそれぞれ添字 i を付ける。このガスは理想気体として扱い、ガス定数 $R=0.25\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、比熱比 $\kappa=1.4$ は一定とし、 $p_1=400\text{kPa}$ 、 $V_1=1\text{m}^3$ 、 $T_1=500\text{K}$ とする。

(1) 容器内のガスの質量を求めよ。

以下のそれぞれの場合について、外部になす仕事、与えられた熱量、エントロピーの変化を求めよ。ただし、 $\ln 2=0.7$ 、 $(1.93)^{0.4}=1.3$ を用いてよい。

(2) 等圧変化の場合。ただし、 $V_2=2\text{m}^3$ とする。

(3) 等温変化の場合。ただし、 $V_2=4\text{m}^3$ とする。

(4) 可逆断熱変化 ($pV^\kappa=\text{一定}$) の場合。ただし、 $V_2=1.93\text{m}^3$ とする。

- 【2】質量 m の理想気体を動作流体とするブレイトンサイクルを考える。状態1から圧縮機で可逆断熱圧縮され、状態2になる。状態2から加熱器によって等圧で加熱され、状態3になる。状態3から可逆断熱膨張され、タービンを回し、状態4になる。その後、冷却器によって圧力一定で状態1に戻る。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 における状態量はそれぞれ添字 i を付ける。また、比熱比を κ 、定圧比熱を c_p 、圧力比を $\varphi (=p_2/p_1)$ 、加熱器による体積膨張比を $\alpha (=V_3/V_2)$ とする。

(1) このサイクルの p - V 線図と T - S 線図を描け。ただし、状態1, 2, 3, 4 を明記せよ。

(2) この系に入る熱量とこの系から出る熱量を求めよ。

(3) 状態2, 3, 4 における温度を、 α 、 φ 、 κ 、 T_1 を用いて表せ。

(4) このサイクルの熱効率を κ 、 φ を用いて表せ。

熱力学

【3】摩擦を無視できるノズル内の流れは等エントロピー流れであり，全エンタルピーは一定である．圧力 p_1 ，温度 T_1 ，比エンタルピー h_1 の流体（ガス定数： R ，比熱比： κ ）を，ノズル出口において完全に膨張させる条件を考える．以下の問いに答えよ．ただし，ノズル出口での比エンタルピーを h_2 とし，温度を T_2 とする．ノズル入口での流速は無視する．

- (1) 圧縮性 1 次元定常流動において，エネルギー保存則を考える．ノズル入口と出口において，位置エネルギーは無視し，ノズルは仕事をしないとする．エネルギー保存則を示し，ノズル出口での流速を求めよ．
- (2) ノズル入口と出口の比エンタルピーの差をノズル入口，出口での温度を用いて表せ．
- (3) ノズルの臨界圧力を示せ．
- (4) ノズル入口において圧力 $p_1=0.25\text{MPa}$ の空気（ $R=287.0\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ， $\kappa=1.4$ ）が，ノズル出口で大気圧 $p_2=0.10\text{MPa}$ まで膨張するとき，ノズルの形状として，先細ノズル，末広ノズルのどちらを用いるべきか示し，理由を述べよ．ただし， $(5/6)^{3.5}=0.53$ を用いてよい．