

2023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。

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】理想気体について、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、比内部エネルギーを u 、比エンタルピーを h 、比エントロピーを s 、圧力を p 、温度を T 、定容比熱を c_v 、定圧比熱を c_p 、ガス定数を R とする。

(1) 熱力学第一法則から、以下の2つの式を導け。

$$\begin{aligned} du &= c_v dT \\ dh &= c_p dT \end{aligned}$$

(2) (1)を用いて、以下の式を導け。

$$c_p - c_v = R$$

(3) 質量 m の理想気体が次の(i)、(ii)の可逆変化をする場合、絶対仕事および熱量の変化を表す式を導け。

(i) 等温変化 (状態1から状態2)

(ii) 等圧変化 (状態1から状態3)

(4) 質量 m の理想気体が次の(i)、(ii)の可逆変化をする場合、エントロピー S の変化を表す式を導け。

(i) 等温変化 (状態1から状態2)

(ii) 等容変化 (状態1から状態4)

(5) (4)における(i)、(ii)の変化を解答用紙の T - S 線図上に示せ。

熱力学

【2】質量 1.00 kg の物質 A を作動流体とするカルノーサイクルについて考える。状態 1 において、圧力は 3.0 MPa であり、物質 A は飽和液である。これを等温加熱すると、状態 2 (圧力 1.0 MPa, 比エントロピー 6.86 kJ/(kg·K)) になる。また、状態 2 から状態 3 および状態 4 から状態 1 は等エントロピー変化であり、状態 3 および状態 4 の温度は 30°C である。表 1 の圧力基準飽和蒸気表および表 2 の温度基準飽和蒸気表を用いて、以下の問いに答えよ。

- (1) 状態 1 の温度を答えよ。
- (2) 状態 2 における作動流体は、圧縮液、湿り蒸気、飽和蒸気、過熱蒸気のうちどれか、理由とともに示せ。
- (3) 状態 3 における作動流体は、圧縮液、湿り蒸気、飽和蒸気、過熱蒸気のうちどれか、理由とともに示せ。
- (4) 状態 3 の圧力を答えよ。
- (5) 状態 3 の乾き度を答えよ。
- (6) カルノーサイクル (状態 1, 2, 3, 4) を解答用紙の $T-s$ 線図 (温度-比エントロピー線図) 上に示せ。
- (7) 1 サイクルあたりの仕事を答えよ。

表 1 物質 A の圧力基準飽和蒸気表

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''
1.0	180	1.13	0.194	763	2780	2.14	6.58
3.0	234	1.22	0.0666	1010	2800	2.65	6.18

ただし、飽和液の状態量に「'」、飽和蒸気の状態量に「''」を付けている

表 2 物質 A の温度基準飽和蒸気表

温度 (°C)	飽和圧力 (kPa)	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''
30	4.2	1.00	32.9	126	2560	0.437	8.45

ただし、飽和液の状態量に「'」、飽和蒸気の状態量に「''」を付けている