

平成28年度

大学院博士前期課程（修士）一般入学試験問題

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3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】 図1に示すように、ある気体が質量流量 m でパイプの断面Ⅰより流入し、断面Ⅱから流出する系がある。途中、タービンで得られる工業仕事を W_t とする。以下の問いに答えよ。ただし、流速を w 、圧力を P 、比容積を v 、温度を T 、比エンタルピーを h とし、断面Ⅰにおける値には添字1、断面Ⅱは添字2を付けて答えよ。

- (1) 断面Ⅰにおいて、この気体を押し込む際になされる仕事はいくらか。
- (2) 熱が外部に Q だけ逃げたとすると、 W_t はいくらか。

次に、図1において、タービンの代わりに絞りを設置した。流速は非常に遅く、熱損失はないものとする。

- (3) この系のエネルギー保存式を書け。
- (4) 熱力学第一法則と比エントロピー s の定義式を用いて、次式を導け。

$$dh = Tds + vdP$$

- (5) $s=s(P, T)$ の全微分を考え、また、マックスウェルの関係式の一つである $(\partial v / \partial T)_P = -(\partial s / \partial P)_T$ を用いて、次式を導け。ただし、定圧比熱を c_p とする。

$$dh = c_p dT + \{v - T(\partial v / \partial T)_P\} dP$$

- (6) ジュール・トムソン係数を求めよ。
- (7) 状態式が以下の式で表されるとき、逆転温度を求めよ。ただし、 R はガス定数、 a および b は定数である。

$$P\{v - a + b/(RT)\} = RT$$

- (8) この気体が理想気体の場合、絞り通過後の温度はどうなるか、説明せよ。

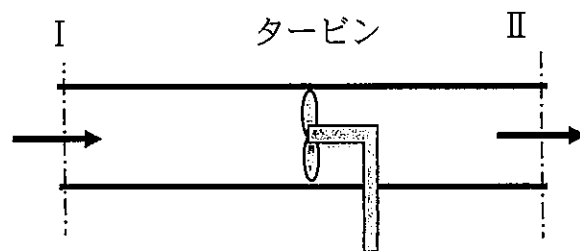


図 1

熱 力 学

- 【2】 圧力 1.2MPa の水を 0°C から 190°C まで加熱し、同温度の蒸気にするために 2800kJ/kg の熱量が必要である。この熱量のうち、 1800kJ/kg が 0°C の低温熱源に関する無効エネルギーであり、 1000kJ/kg が有効エネルギーである。このとき、水のエントロピーは、 6.6kJ/kg だけ増加する。

この熱量 2800kJ/kg のエネルギーが、 1400°C の温度に保たれる燃焼炉から熱放射によってボイラに伝えられたものとする。以下の問いに答えよ。

- (1) このエネルギーが 1400°C の温度で可逆的に利用されたとき、初め（伝えられる前）のエントロピーおよび 0°C に関する無効エネルギーを求めよ。
- (2) このエネルギーがボイラで不可逆的に伝えられた後のエントロピーの増加量および無効エネルギーの増加量を求めよ。

熱 力 学

【3】 図2に示すように、ボイラ圧力が2MPa、復水器圧力が0.004MPaの乾き飽和蒸気サイクルがある。表1を用いて、以下の問いに答えよ。ただし、ポンプ仕事は無視してよい。なお、(1)～(3)は、有効数字二桁で示せ。

- (1) 状態4の乾き度を求めよ。
- (2) このサイクルの熱効率を求めよ。
- (3) このサイクルをカルノーサイクルとみなした場合の熱効率を求めよ。
- (4) 蒸気サイクルを利用する実際の原動所では、構成する各装置内とそれらを結ぶ導管内などで種々の損失と不可逆性が生じる。どのような損失や不可逆性が生じるかを説明せよ。

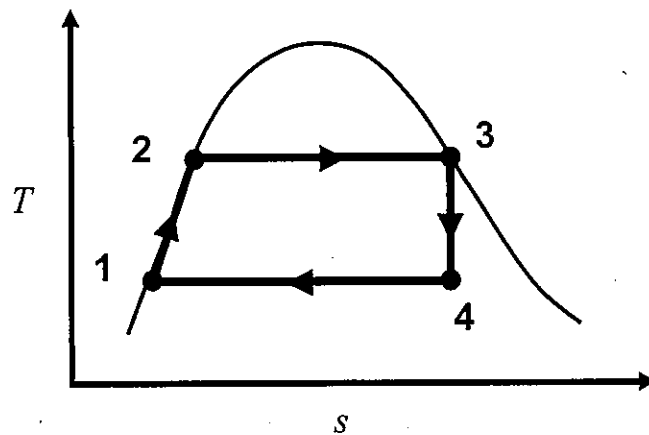


図 2

表 1 水の圧力基準飽和蒸気表（概略）

圧力 (MPa)	飽和温度 (°C)	比エンタルピー (kJ/kg)		比エントロピー (kJ/(kg・K))	
		h'	h''	s'	s''
0.004	30	100	2500	0.4	8.5
2	200	900	2800	2.5	6.3