

平成24年度

大学院博士前期課程（修士）入学試験問題

工業熱力学

注意事項：解答用紙に指示してある問題番号，解答の仕方にしたがって記入すること。

岡山大学大学院自然科学研究科（工学グループ）
機械システム工学専攻（機械系）

工 業 熱 力 学

- 【1】質量 m の理想気体が、状態 1 から状態 2 に断熱圧縮され、定容変化で外部から熱量 Q_1 を受け取ることにより圧力が上昇して、状態 3 になる。状態 3 からさらに熱量 Q_2 を受け取り、等温で膨張して状態 4 になる。その後、定容変化で熱量 Q_3 を放出して状態 1 に戻るとき、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 、ガス定数を R 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 、定容比熱を c_v 、圧力比 $\xi = P_3/P_2$ 、圧縮比 $\varepsilon = V_1/V_2$ とする。

- (1) このサイクルの P - V 線図および T - S 線図を描き、状態 1 から 4 を明示せよ。
- (2) 受け取る熱量 Q_1 、 Q_2 、放出する熱量 Q_3 を求めよ。
- (3) このサイクルの理論熱効率を κ 、 ξ および ε で表せ。途中の過程も示せ。
- (4) $\xi = 2.0$ 、 $\varepsilon = 10$ 、 $\kappa = 1.4$ の場合の理論熱効率を有効数字 2 桁で答えよ。
ただし、 $10^{0.4} = 2.5$ 、 $\log_e(10) = 2.3$ である。

- 【2】水を作動流体とするサイクルがある。最初、2MPa の飽和液である（状態 1）。この飽和液を等温の下で 1MPa になるまで加熱する（状態 2）。その後、等エントロピー変化で最低温度 10℃ となり（状態 3）、等温の下で冷却され、状態 4 から等エントロピー変化で元の状態 1 に戻る。以下の問いに答えよ。なお、水（蒸気）の状態は、【圧縮液、飽和液、湿り蒸気、乾き飽和蒸気、過熱蒸気】より選ぶこと。

- (1) 状態 1 の飽和液の温度、比エントロピーを蒸気表より求めよ。
- (2) 状態 2 の状態を【 】内から選べ。
- (3) 状態 3 の状態を【 】内から選べ。また、この状態の圧力を蒸気表より求めよ。
- (4) 状態 4 の状態を【 】内から選べ。
- (5) 以上のサイクルの温度・比エントロピー線図を描き、状態 1 から 4 を明示せよ。
なお、図中には飽和限界線を破線で示せ。また、このサイクルを何と呼ぶか、答えよ。

【3】直径が大きな管内の気体が狭い通路（絞り）を通過する。この絞りについて、以下の問いに答えよ。

- (1) 絞り通過前の管内の気体の比エンタルピーが h_1 、絞り通過時の気体の比エンタルピーが h_2 であるとする。絞り通過時の気体速度 w_2 を求めよ。ただし、絞りを通過する前の気体速度を w_1 とし、外部との熱の出入り、外部への仕事および位置エネルギーの変化はないとする。
- (2) 管内の気体が蒸気の場合、絞り通過前の気体温度に比べ、絞りでの気体温度は上昇するか、同じか、下降するかを答えよ。また、この現象を何と呼ぶか、答えよ。なお、絞り通過前の蒸気の温度は、逆転温度以下である。
- (3) 絞り通過前の管内の気体温度を計測する。温度計の指示と実際の気体温度との間にどれだけの差が生じるか；管内の気体速度 w_1 を用いて、答えよ。ただし、気体の定圧比熱を c_p とし、温度計受感部がよどみ点になっていると考える。