

2020年度 琉球大学工学部工学科 第3年次特別編入学者選抜試験
【機械工学コース・エネルギー環境工学コース】

試験科目： 熱力学

受験番号： _____

【注意】 計算結果の数値は有効数字3ケタで、単位をつけて解答すること。(合計100点)

問1. 熱力学に関する以下の用語①～⑤について、語句や式、イメージ図等を用いて説明しなさい。(20点)

① 熱力学の第1法則

② 熱力学の第2法則

③ 内部エネルギー

④ エンタルピー

⑤ エントロピー

問 2. 以下の式をそれぞれ証明せよ。(15 点)

(1) 定積比熱: $c_v = \frac{R}{\kappa - 1}$

(2) 断熱変化の温度と体積の関係: $TV^{\kappa-1} = \text{一定}$

(3) エントロピー変化量: $\Delta S = mc_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - mR \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$

【記号の説明】

c_v : 定積比熱, c_p : 定圧比熱, κ : 比熱比,
 R : 気体定数, m : 質量, S : エントロピー,
 T : 絶対温度, p : 圧力

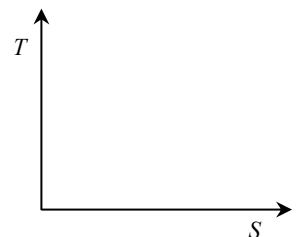
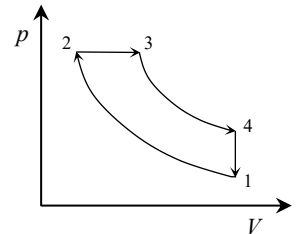
問 3. ある定常流動系のガスタービンにおいて、ポテンシャルエネルギーの変化と熱量の授受が無視できるとした場合、以下の (1) ~ (4) の値を求めよ。ただし、関連する数値は以下の通り。(20 点)

- (1) 入口と出口の比エンタルピーの差 $h_1 - h_2$, (2) 入口と出口の比内部エネルギーの差 $u_1 - u_2$,
 (3) 気体 1kg 当たりの運動エネルギーの差 $e_{K1} - e_{K2}$, (4) ガスタービン出力の毎秒の工業仕事 W_i

数値：気体の質量流量 $\dot{m} = 0.2 \text{ kg/s}$, 温度 1200 K , 圧力 1 MPa , 比体積 $0.5 \text{ m}^3/\text{kg}$, 速度 20 m/s で流入し、
 温度 500 K , 圧力 0.1 MPa , 比体積 $1.7 \text{ m}^3/\text{kg}$, 速度 300 m/s で流出する。 また、気体の定圧比熱を $c_p = 1.2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ とする。

問 4. シリンダー・ピストン内の理想気体が以下の p - V 線図で表される可逆サイクルを行う。過程 1→2, 過程 3→4 は断熱変化とする。以下の (1) , (2) の問いに答えよ。(20 点)

- (1) このサイクルの T - s 線図を描き、理想気体の単位質量当たりのサイクル放熱量 q_L と出力仕事 w を表わす面積を図示せよ。(2) 理想気体の単位質量当たりのサイクル吸熱量 q_H , 放熱量 q_L , 出力仕事 w , 熱効率 η を比熱と絶対温度を含む式で表せ。なお、サイクルの各点の温度を T_1, T_2, T_3, T_4 とする。



試験科目： 熱力学

受験番号： _____

問 5. 比熱比 1.4, 気体定数 $0.3 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, 質量 0.6 kg , 温度 1000 K の理想気体をシリンダ・ピストンで構成される容器に入れて, 体積が 2 倍になるまで可逆過程で膨張させた. この過程が (a) 等温変化, (b) 断熱変化 で行われるとする. (a) と (b) のそれぞれの過程について, 下図の p - V 線図と T - S 線図に描き比較する (出発点を同じとし, 変化する方向を矢印で示す) とともに, 以下の (1) ~ (4) の値を求めよ. (25 点)

(1) 膨張後の温度, (2) 気体が周囲にする仕事, (3) 加えられた熱量, (4) エントロピー変化量

