

令和7年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[熱力学]

- 1 ピストン-シリンダー系に封入された質量 2.0 kg の理想気体 (比熱比 1.4) が状態 1 (温度 500 K 、圧力 1.0 MPa 、体積 0.30 m^3) からポリトロプ過程 (ポリトロプ指数 1.2) で状態 2 に膨張した。このとき、内部エネルギーが 375 kJ 減少した。次の設問に答えなさい。なお、解答に際しては単位も記載すること。

【30点】

- (1) この理想気体のガス定数を求めなさい。
- (2) この理想気体の定積比熱を求めなさい。
- (3) 状態 2 の温度・圧力・体積を求めなさい。
- (4) 状態 1 から状態 2 に変化する際に、理想気体が外部に対してなす仕事を求めなさい。

- 2 以下の文中の (ア) に適切な語句を選択肢群から全て選んで答えなさい。また、(イ) ~ (エ) に適切な数式を選択肢群から選んで答えなさい。なお、添え字および積分記号の数字は、任意の過程の初期状態を 1、最終状態を 2 とする。

【30点】

不可逆性の度合いを定量的に示す物理量であるエントロピー生成 S_{gen} は、

$$S_{\text{gen}} = (S_2 - S_1) - \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$$

と表される。ここで S_1 、 S_2 はそれぞれの状態におけるエントロピー、 δQ は微小熱量、 T は絶対温度である。上式の右辺第 1 項はエントロピー変化量であり、右辺第 2 項はエントロピー輸送量である。系内のエントロピー変化量は (ア) の値をとる。不可逆過程においてエントロピー生成は (イ) であり、可逆過程において (ウ) となる。エネルギーも物質も外部とのやりとりがない孤立系においてエントロピー変化量は (エ) となる。

(選択肢群) : 正、負、ゼロ、虚数

$$S_{\text{gen}} < 0, S_{\text{gen}} = 0, S_{\text{gen}} > 0, S_{\text{gen}} \geq 0$$

- 3 作動流体が理想気体であるディーゼルサイクルの p - v (圧力 - 比体積) 線図を図 1 に示した。以下の設問に答えなさい。なお、問題文中に定義された記号のみを用いて空欄 (①) ~ (④) に適切な数式を記述すること。

【40点】

- (1) このサイクルにおける断熱過程前後の温度比 T_1/T_2 、 T_4/T_3 並びに作動流体 1 kg あたりの受熱量 q_H 及び排熱量 q_L を、比体積 v 、温度 T 、定積比熱 c_v 、定圧比熱 c_p 、比熱比 γ のうち必要なものを用いて表しなさい。なお、作動流体の状態は図中の番号を記号の添え字に用いること。

状態 $1 \rightarrow 2$ 断熱圧縮 : $T_1/T_2 =$ (①)

状態 $2 \rightarrow 3$ 等圧加熱 : $q_H =$ (②)

状態 $3 \rightarrow 4$ 断熱膨張 : $T_4/T_3 =$ (③)

状態 $4 \rightarrow 1$ 等積冷却 : $q_L =$ (④)

- (2) ディーゼルサイクルの理論熱効率 η_{th} を圧縮比 $\varepsilon = v_1/v_2$ 、締切比 $\sigma = v_3/v_2$ 、および比熱比 γ のみを用いて表しなさい。

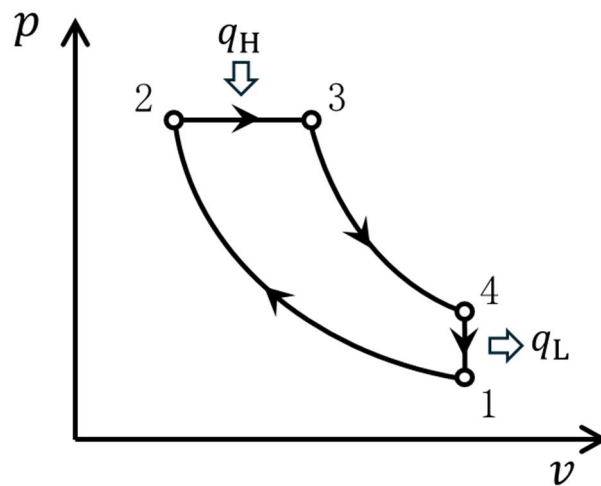


図 1