

科目名：熱力学 [1 / 2]

(問題[1], [2]は別々の答案用紙に解答すること.)

[1] ある気体が封入された閉じた系について、以下の問いに答えなさい。

(1) 次の文章において、それぞれの括弧【 】内に入る言葉を答えなさい。

熱力学的平衡状態における内部エネルギー U のように、系の状態のみで決まる熱力学変数を【 ① 】量という。微小な状態の変化に対する U の変化量は、微分 dU で書ける。一方、状態変化の過程で系に流入する熱量は【 ① 】量ではないため、 δQ などを書いて微分と区別する。 U はエントロピー S と体積 V の関数として記述できる： $U(S, V)$ 。これらの【 ① 】量は気体の質量に比例するため、示量的であるという。一方、 $U(S, V)$ を【 ② 】で偏微分して得られる絶対温度 T や、【 ③ 】で偏微分し負符号を付けて得られる圧力 P は、質量には依らないため【 ④ 】的であるという。

(2) 熱力学第1法則により、 $dU = \delta Q + \delta W$ が成り立つ。ここで、 δW は微小な状態変化のあいだに系に加えられた仕事である。状態変化が可逆的であるとき、 δQ および δW をそれぞれ問(1)に与えられた熱力学変数を用いて表しなさい。

(3) 可逆等積過程について、 $d\Phi = \delta Q$ と書くとき、 Φ を問(1)に与えられた熱力学変数を用いて表しなさい。導出過程を明記すること。

(4) 可逆等圧過程について、 $d\Psi = \delta Q$ と書くとき、 Ψ を問(1)に与えられた熱力学変数を用いて表しなさい。導出過程を明記すること。

(5) 可逆等温過程について、 $dX = \delta W$ と書くとき、 X を問(1)に与えられた熱力学変数を用いて表しなさい。導出過程を明記すること。

(6) 問(5)で求めた X の名称を答えなさい。また、系がする仕事の観点から、 X の物理的意味を説明しなさい。

2026 年度
神戸大学大学院工学研究科 博士課程前期課程
機械工学専攻 入学試験問題
科目名：熱力学 [2 / 2]

(問題[1], [2]は別々の答案用紙に解答すること.)

- [2] 空気を作動流体とし, 以下の 3 つの過程で構成される定常運転するシステムについて, 以下の問いに答えなさい.

過程 1: 大気 (状態 0) を圧力比 ε で状態 1 に可逆断熱圧縮する過程

過程 2: 状態 1 の空気を一定圧力のもと大気との熱交換で十分に冷却し, 状態 2 (温度 T_2 [K]) にする過程

過程 3: 状態 2 の空気を大気圧に可逆断熱膨張させ, 状態 3 にする過程

周囲環境の圧力, 温度をそれぞれ P_0 [Pa], T_0 [K] とする. なお, 空気は乾燥しており, 理想気体 (気体定数 R [J/(kg·K)], 比熱比 κ) として扱えるものとする.

解答で可以使用できる記号は, T_0 , T_2 , ε , R , κ とし, 解答には単位を明記すること.

- (1) 状態 0 から状態 3 の過程の Pv 線図, Ts 線図, Ph 線図を描きなさい. ここで, v は比体積 [m³/kg], s は比エントロピー [J/(kg·K)], h は比エンタルピー [J/kg] である. 図には状態 0, 状態 1, 状態 2, 状態 3 を明記すること.
- (2) 過程 1 における単位質量流量当たりの入力仕事 w_{01} , 比エンタルピーの変化量 Δh_{01} を求めなさい.
- (3) 過程 2 における単位質量流量当たりの冷却熱量 q_{12} , 入力仕事 w_{12} , 比エンタルピーの変化量 Δh_{12} を求めなさい.
- (4) 過程 3 における単位質量流量当たりの入力仕事 w_{23} , 比エンタルピーの変化量 Δh_{23} を求めなさい.
- (5) このシステムの応用例を考えてその動作を説明するとともに, その場合のエネルギー効率 η を求めなさい. なお, ここでのエネルギー効率は入力エネルギーに対してこのシステムで得られた有効エネルギーの比で定義する.
- (6) 現実の過程では, 断熱過程は不可逆である. 不可逆性が及ぼすエネルギー効率への影響を Ts 線図に基づき説明しなさい.