

- 注1) 表面(本頁)に注意事項,裏面に問題が載っている.注意事項を精読してから解答のこと.
- 注2) 不正行為には学群学則で定める厳罰が課される.
- 注3) 鉛筆(シャープペンシルおよび替え芯),消しゴム,時計のみ机上においてよい.電卓,筆箱,定規は使用不可.携帯電話は電源をオフにして鞆の底にしまう.鞆のチャックをしめて床におく.
- 注4) やむなくトイレなどの退室を希望する場合は挙手のこと.携帯電話をポケットに入れたまま退室すると,それだけで不正行為とみなされる.
- 注5) 答案用紙の全てに要記名.2枚目以降は氏名のみでもよい.足りなければ挙手のこと.未使用答案用紙も提出のこと.答案用紙右肩に,1/4,2/4,...のように計何枚中何枚目かを明記のこと.
- 注6) 以下の3点全てを提出のこと:
(1) 答案用紙(未使用答案用紙も含む), (2) 授業評価アンケートマークシート,
(3) 授業評価アンケート自由記述用紙
- 注7) 公式を導出せずに用いた場合,定理を証明せずに用いた場合は,ともに0点とする.ただし,ある問題の解答において導いた数式や証明済事項は,他の問題の解答において,導出や証明を繰り返すことなく,引用の形で自由に用いてよい.ただし,どの公式をどこでどのように用いたのかを明記のこと.
- 注8) 考え方の筋道,式変形の根拠,途中計算を,論理的かつ正確に略さず記述のこと.答えだけが正しいことは正答とみなされない.日本語での説明中に数式を挿入する形で解答のこと.
- 注9) 問題文に与えられているかによらず,以下の記号と添え字を用いてよい:
(i) 圧力を p , 絶対温度を T , 容積を V , 比容積を v , 内部エネルギーを U , 比内部エネルギーを u , エンタルピーを H , 比エンタルピーを h , 可逆過程のエントロピー(可逆エントロピー)を S , 可逆過程の比エントロピーを s , 密度を ρ , 質量を m , 定圧熱容量を C_P , 定容熱容量を C_V , 定圧比熱を c_P , 定容比熱を c_V , 質量ベースの気体定数を R , 比熱比を κ , 熱効率を η , 入熱を Q , する仕事を W とする.熱と仕事の正負の定義を変えて用いたいならば,その旨を述べて,記号の定義を更新のこと.
(ii) 添え字1と2はそれぞれ熱平衡状態1と2における量,添え字1 \rightarrow 2は過程1 \rightarrow 2に関する量,添え字 H と L はそれぞれ高温熱源と低温熱源に関する量を意味する.
(iii) (i)(ii)以外の記号を用いる場合は,定義(意味)を略さずに述べよ.記号の誤用は減点する.
- 注10) 解答順は問わない.しかし,この順序には意味がある.

問1. 以下の各用語について, (1) から (7) まではそれぞれ 500 字程度で, (8) は 2000 字程度 (答案用紙 1 枚を目安) で説明せよ.

注 1) まず, 各用語の定義を正確な日本語で述べよ. つぎに, 対になっている用語との関連性(類似点や相違点など)を議論せよ. 具体例も示すことが望ましい.

注 2) 説明にあたり, 数式や図表を用いてもよいが, 最小限に留め, 日本語での説明を主体とせよ.

注 3) 字数はあくまで目安である. 大幅に超過あるいは不足しても, 本質を突いておれば正答とするが, 誤りが書かれていれば減点するので, 曖昧なことを書いてはならない.

- (1) 系, 境界, 外界
- (2) 熱力学第 0 法則, 熱平衡
- (3) 微小変化, 有限変化
- (4) 導関数, 微分
- (5) 状態量, 非状態量
- (6) 状態, 過程, サイクル
- (7) Clausius の原理, Kelvin の原理
- (8) 可逆サイクルと不可逆サイクル, Carnot サイクルと Carnot の定理, 理論最大熱効率と Clausius 積分, エントロピー増大則

問2. 以下の各公式をそれぞれ導くと同時に, 「いかなる場合に成立するのか(仮定)」もそれぞれ過不足なく正確に述べよ. (例)“理想気体”の“断熱”過程に限り成立する.

$$(1) \quad \eta = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \qquad (2) \quad \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^\kappa \exp\left(\frac{s_2 - s_1}{c_P - R}\right)$$

問3. 等温膨張過程 1→2, 定容減圧過程 2→3, 断熱圧縮過程 3→1 の 3 つの準静的可逆過程から構成されるサイクルを考える. 作動流体に理想気体を用いる.

(注意) 解答順序は問わない. 可逆エントロピーの定義式は天下りの的に用いてよい.

(1) p - V 線図および T - S 線図を描け. ただし, 全ての過程を表す各線の根拠を「詳細に漏れなく」述べよ.

(注意) たとえば, 温度が低下すると主張するのならば, 低下する理由を数式を用いて示せ. たとえ正しい線図が描かれていても, 理由が正当でなければ 0 点となる. 注意深く詳細かつ精密に解答せよ.

(2) サイクル全体で内部エネルギーの変化がゼロとなることを示せ.

(3) 熱効率 η が次式で与えられることを示せ.

$$\eta = 1 - \frac{1 - T_L/T_H}{(\kappa - 1) \ln(p_1/p_2)}$$

以上