

# 電力工学

## 問題 1.

A. ピストンで封じられたシリンダー内の気体に着目して、熱力学での基本的な扱いを考える。

1. 気体の圧力を  $P$ ，体積の微小増分を  $dV$ ，内部エネルギーの微小増分を  $dU$ ，気体に加えられた微小熱量を  $d'Q$  として，仕事と熱の等価性を表す熱力学第一法則の微分形の式を示しなさい。
2. 1. の式は，等温変化ではどの様になるか。
3. 1. の式は，断熱変化ではどの様になるか。

B. 汽力発電の原理である熱機関について考える。単原子分子理想気体の系が，高温および低温の二つの熱源と熱量のやりとりをしながら，可逆過程からなるサイクルを構成する，いわゆるカルノーサイクルを扱う。高温および低温の各熱源の温度 ( $T$ ) を，それぞれ  $T_1, T_2$  とする。気体の圧力 ( $P$ ) - 体積 ( $V$ ) 平面上で，1 mol の気体によるカルノーサイクルを描くと図 1 の様になる。1, 2, 3, 4 の各点は変化過程が切り替わるときの状態を，I, II, III, IV の各曲線経路は矢印の方向に変化する過程を，それぞれ示す。以下の問に答えなさい。

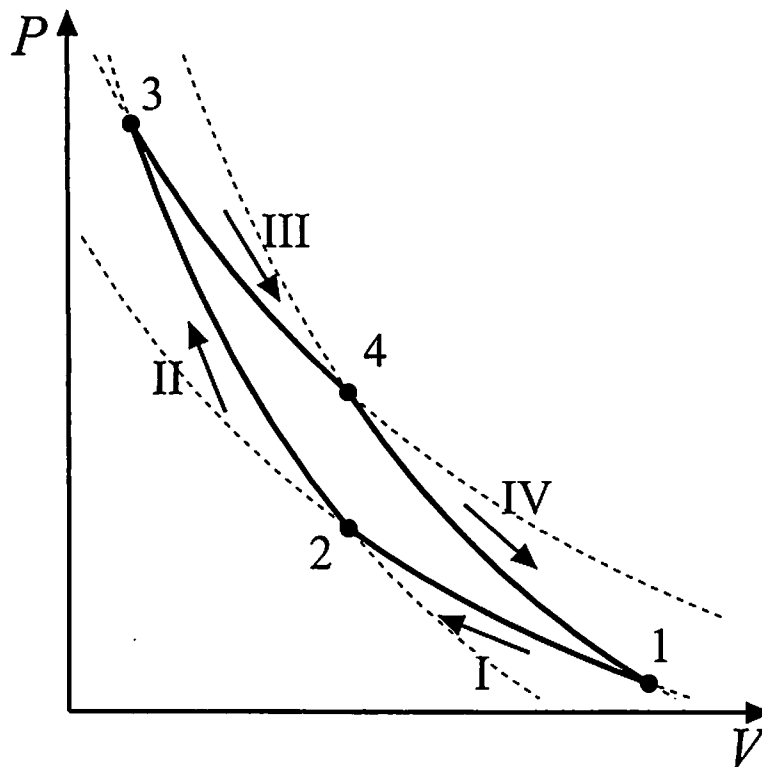


図 1: カルノーサイクル

(次ページへ続く)

4. 図 1 中の I, II, III, IV の各過程は、等温膨張、等温圧縮、断熱膨張、断熱圧縮のいずれに対応するか、解答欄に過程を示すローマ数字を記入しなさい。
5. 図 1 のサイクルを、解答欄の温度 ( $T$ )-エントロピー ( $S$ ) 平面上に描きなさい。解答欄中には、以下を全て示しなさい。
- (a) I, II, III, IV の各過程に対する経路と変化方向を示す矢印
  - (b) 1, 2, 3, 4 の各状態に対する位置 (図 1 の様に中途の小丸で)
  - (c) 熱源温度  $T_1, T_2$  ( $T$  軸上に)
  - (d) 状態 1 および 2 それぞれにおけるエントロピー  $S_1, S_2$  ( $S$  軸上に)
6. 以下の量を、定積比熱  $C_V, T_1, T_2, S_1, S_2$  で表しなさい。
- (a) I, II, III, IV の各過程で、系が外部に対してなした仕事
  - (b) 外部からこのサイクルに与えられる熱量
7. このサイクルの効率を求めなさい。

問題 2. 太陽電池の電流-電圧 ( $I$ - $V$ ) 特性を、 $I = I_s - I_0 \left[ \exp \left( \frac{eV}{k_B T} \right) - 1 \right]$  とする。ここに、 $I$  および  $V$  は太陽電池の出力電流および出力電圧、 $I_s$  は短絡電流、 $I_0$  は暗電流、 $e$  は電気素量、 $k_B$  はボルツマン定数、 $T$  は温度である。

1.  $I$ - $V$  特性を元に、最大出力電力を得る電圧 ( $V_m$ ) と、 $I_s, I_0, e, k_B, T$  との関係式を導きなさい。
2.  $I$ - $V$  特性および出力電力-電圧 ( $P$ - $V$ ) 特性について、それぞれのグラフの概形を描き、 $P$ - $V$  のグラフ中に  $V_m$  を示しなさい。

問題 3. 次の ア~カ に入れるべき最も適切な言葉を【語群】から選んで、その記号を解答欄に記入しなさい。

出力変動の大きな再生可能エネルギーの普及を図るには、電気エネルギーの貯蔵技術をよりいっそう発展させる必要がある。その方式として、従来から広く用いられてきた大規模 ア や鉛蓄電池に加えて、磁気エネルギーや静電エネルギーをそれぞれ利用する イ や ウ、回転運動エネルギーを利用する エ、大きなエネルギー密度で期待される新たな二次電池たる オ 電池がある。また、普及が期待される燃料電池への適合性から、カ によるエネルギー貯蔵・輸送にも大きな期待が寄せられている。

【語群】

- |            |          |           |             |                |
|------------|----------|-----------|-------------|----------------|
| a. MHD,    | b. 燃料,   | c. 地熱発電,  | d. フライホイール, | e. 電気二重層キャパシタ, |
| f. 水素,     | g. 揚水発電, | h. 太陽,    | i. SMES,    | j. 酸素,         |
| k. ガスタービン, | l. PEFC, | m. 核融合発電, | n. NAS,     | o. 塩素          |