

## '01 名古屋工業大学

ピストンとシリンダーからなる熱機関について考える。シリンダー内には、理想気体として扱うことができる単原子分子気体が  $n$  [mol] 封入されている。この気体の気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とするとき、

定積モル比熱は  $\frac{3}{2}R$  [J/(mol·K)]、定圧モル比熱は

$\frac{5}{2}R$  [J/(mol·K)] である。この熱機関では、気体の状態が図のように  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  という経路

(サイクル) で変化する。状態変化  $A \rightarrow B$  および  $C \rightarrow D$

は定圧変化、状態変化  $B \rightarrow C$  および  $D \rightarrow A$  は断熱変化である。気体の状態を気体の圧力  $p$  [Pa] と体積  $V$  [m<sup>3</sup>] を組にして  $(p, V)$  で表すとき、図の各状態は、状態 A :  $(p_H, V_0)$ 、状態 B :  $(p_H, 2V_0)$ 、状態 C :  $(p_L, 4V_0)$ 、状態 D :  $(p_L, 2V_0)$  である。以下

の(1)~(9)に答えよ。ただし、気体が行う仕事の符号は、気体が膨張する場合を正とし、収縮する場合を負とする。また、熱の符号は、気体が加熱される場合を正とし、冷却される場合を負とする。なお、各設問の末尾で { } 内に記号が指示されている場合には、その記号のみを用いて解答せよ。

- (1) 状態 A の気体の絶対温度を求めよ。{ $p_H, V_0, n, R$ }
- (2) 状態変化  $A \rightarrow B$  において、気体の内部エネルギーの変化  $\Delta U_{AB}$  [J] と気体が行う仕事  $W_{AB}$  [J] を求めよ。ただし、 $\Delta U_{AB}$  は、 $U_A, U_B$  をそれぞれ状態 A、状態 B の気体の内部エネルギーとすると、 $\Delta U_{AB} = U_B - U_A$  を表すものとする。{ $p_H, V_0$ }
- (3) 状態変化  $A \rightarrow B$  で、気体が行う熱量  $Q_{AB}$  [J] を求めよ。{ $p_H, V_0$ }
- (4) 状態変化  $B \rightarrow C$  は断熱膨張である。このときの気体の内部エネルギーの変化を  $\Delta U_{BC}$  [J]、気体が行う仕事を  $W_{BC}$  [J] とするとき、 $W_{BC}$  を  $\Delta U_{BC}$  で表せ。また、内部エネルギーの変化  $\Delta U_{BC}$  を求めよ。{ $p_H, p_L, V_0$ }
- (5) この熱機関が 1 サイクル  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  の間に得る熱量は合計でいくらになるか。{ $p_H, p_L, V_0$ }
- (6) この熱機関が 1 サイクルの間にする仕事は合計でいくらになるか。{ $p_H, p_L, V_0$ }
- (7) この熱機関の熱効率を求めよ。{ $p_H, p_L$ }
- (8) 単原子分子理想気体の断熱変化では、 $pV^{\frac{5}{3}}$  が一定に保たれることがわかっている。このため、図の状態変化における  $p_H$  と  $p_L$  は互いに独立ではない。 $p_H$  と  $p_L$  の関係を式で表せ。{ $p_H, p_L$ }

次に、この熱機関の熱効率を有効数字 2 桁 (けた) で計算せよ。必要なら  $2^{\frac{2}{3}} = 1.59$  を利用せよ。

- (9) 「熱機関」ということばを用いて、熱力学の第 2 法則を 60 字以内で説明せよ。

