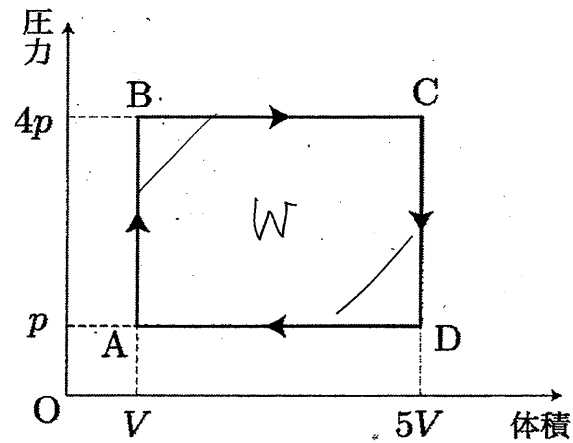


13-1 熱の吸収と放出をくり返して熱を仕事に変換する装置を熱機関という。気体の状態が、ある状態からいろいろな状態を経てもとの状態にもどるとき、この状態変化をサイクルという。サイクルは熱機関のモデルとして考えることができる。 $n$ [mol]の単原子分子理想気体に対して、圧力 $p$ [Pa]、体積 $V$ [m<sup>3</sup>]の状態Aから、図のような定積変化と定圧変化を組み合わせたサイクルでA→B→C→D→Aと状態を変化させた。状態Aの気体の温度を $T_A$ [K]、気体定数を $R$ [J/(mol·K)]として、以下の問いに答えよ。



- (1) 圧力 $4p$ [Pa]、体積 $V$ [m<sup>3</sup>]の状態Bの気体の温度は、状態Aの気体の温度 $T_A$ の何倍になるか求めよ。
- (2) 圧力 $p$ [Pa]、体積 $5V$ [m<sup>3</sup>]の状態Dの気体の温度は、状態Aの気体の温度 $T_A$ の何倍になるか求めよ。
- (3) 状態変化A→Bにおいて気体が吸収した熱量を、 $n$ 、 $R$ 、 $T_A$ を用いて表せ。
- (4) 状態変化D→Aにおいて気体が放出した熱量を、 $n$ 、 $R$ 、 $T_A$ を用いて表せ。
- (5) この1回のサイクルで気体がした仕事を、 $n$ 、 $R$ 、 $T_A$ を用いて表せ。
- (6) このサイクルを熱機関とみなしたときの熱機関の効率を求めよ(分数で答えよ)。

(2016年 佐賀大学)

- (1) ボイル・シャルルの法則を使う
- (2) (便利だから分子数だけと)

$$\frac{pV}{T_A} = \frac{4pV}{T_B} \quad \frac{pV}{T_A} = \frac{5pV}{T_D}$$

$$T_B = 4T_A, \quad T_D = 5T_A$$

- (3) 熱力学第1法則

A→Bについて

$$\begin{aligned} Q_{in} &= \Delta U + W_{out} \\ &= \frac{3}{2}nR(4T_A - T_A) + 0 \\ &= \frac{9}{2}nRT_A \end{aligned}$$

- (4) D→Aについて

$$\begin{aligned} Q_{in} &= \Delta U + W_{out} \quad p\Delta V = nR\Delta T \\ &= -\frac{3}{2}nR(T_A - 5T_A) + nR(T_A - 5T_A) \\ &= -10nRT_A \end{aligned}$$

- (5)(6) 表そうと。

$$A \rightarrow B \quad Q_{in} = \Delta U + W_{out} = \frac{9}{2}nRT_A + 0$$

$$B \rightarrow C \quad 40nRT_A \quad \frac{3}{2}nR(20T_A - 4T_A) = 16nRT_A = 24nRT_A$$

$$C \rightarrow D \quad -\frac{45}{2}nRT_A \quad \frac{3}{2}nR(5T_A - 20T_A) = -\frac{45}{2}nRT_A \quad 0$$

$$D \rightarrow A \quad -10nRT_A \quad \frac{3}{2}nR(T_A - 5T_A) = nR(T_A - 5T_A) = -4nRT_A$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{W}{Q_{in}} = \frac{16nRT_A - 4nRT_A}{\frac{9}{2}nRT_A + 40nRT_A} \\ &= \frac{24}{89} \end{aligned}$$

- (5)  $W_{BC} + W_{DA} \Leftarrow$  図のサイクルに囲まれた面積

$$= 12pV$$

$$= 12nRT_A$$

(1) 4倍

(2) 5倍

(3)  $\frac{9}{2}nRT_A$

(4)  $10nRT_A$

(5)  $12nRT_A$

(6)  $\frac{24}{89}$