

# 基礎物理化学 期末試験

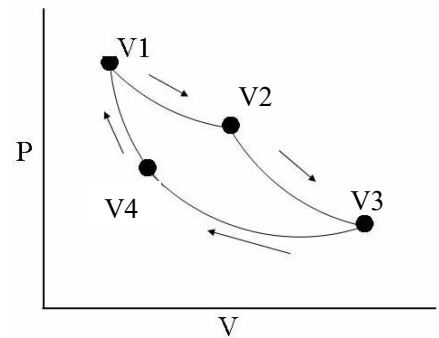
2017/2/9

注：途中の計算式，答えには単位も必ず書くこと

(ただし，  $\ln 2 = 0.7$ ,  $\ln 3 = 1.1$ ,  $\ln 5 = 1.6$ ,  $\ln 10 = 2.3$ , 気体定数  $R = 8.0 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$  とする。)

1. (1) ある気体 (圧力  $P_1$  [Pa], 体積  $V_1$  [L]) を  $V_2$  [L] まで等温膨張および断熱膨張させたとき，膨張後の圧力は，等温膨張  $>$  断熱膨張になる。その理由を  $P-V$  曲線を用いて説明せよ。
- (2) 熱力学第 2 法則を Thomson の原理から述べよ。
- (3) 熱力学第 3 法則を Planck の表現で述べよ。

2. 2.0 mol の理想気体を作業物質とする効率 0.5 の下に示すカルノーサイクルについて以下の問いに答えよ。ただし高温熱源の温度は 500 K，断熱膨張過程での体積変化は 5 倍，等温膨張過程での体積変化は 10 倍である。



- (1) カルノーサイクルの仕事効率は何で決まるか，述べよ。
- (2) 低温熱源の温度はいくらか。
- (3)  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$  をそれぞれ  $V_1$  で示せ。
- (4) 1 サイクルの間に外界になされる仕事はいくらか。
- (5) 等温膨張過程でのエントロピー変化  $\Delta S$  を求めよ。

3. (1) 純物質 A のモル凝固熱は  $-6.0 \text{ kJ/mol}$ ，モル凝縮熱は  $-80.0 \text{ kJ/mol}$  である。また，純物質 A は常圧下では 100 K で凍結，200 K で気化する。純物質 A の標準エントロピー  $S^\ominus$  を式で表せ。また， $S^\ominus$  の単位を示せ。ただし，純物質 A の固相，液相，気相の定圧モル熱容量を，それぞれ  $C_p(s)$ ,  $C_p(l)$ ,  $C_p(g)$  とする。
- (2) 理想気体の自由膨張では，自然界のエントロピーは増加する。その理由を説明せよ。
- (3) 定温，定圧下での平衡反応  $A \rightleftharpoons B$  について，以下の①，②のとき，反応はどちらに進行するか，理由とともに答えよ。

$$\text{① } \Delta H > 0, \Delta S < 0 \qquad \text{② } \Delta H < 0, \Delta S < 0$$

4. (1) 自由エネルギーとは何か説明せよ。
- (2)  $dA = -SdT - PdV$ ,  $dG = -SdT + VdP$  を導き，それぞれの自然変数を答えよ。
- (3) 次の関係式を導け。

$$(a) \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V \qquad (b) \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = C_p - P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

5. ある理想気体 2.0 mol を  $27^\circ\text{C}$  の温度一定の下，101.3 kPa から 506.5 kPa に準静的に等温圧縮した。このときの  $\Delta U$ ,  $W$ ,  $Q$ ,  $\Delta S$ ,  $\Delta A$  を求めよ。