

注意: 計算問題は導出過程も示すこと。必要に応じて次の値を参照せよ。
 $\ln 2 = 0.693$, $\ln 3 = 1.10$, $\ln 5 = 1.61$, $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$, 気体定数 $R = 8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$, $0^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}$
 問題に明らかな誤りがあると思う場合は、それを指摘・修正して解答すること。

問題 1 定圧モル比熱が温度と共に $C_{P,m} = a + bT - \frac{c}{T^2}$ (a, b, c は定数) で変わる気体について、一定圧力のもとでこの気体 2 mol が温度 T_1 から T_2 まで変化する間に系内に流れ込む熱量を求めよ。

問題 2 ファンデルワールスの状態方程式

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad (a, b \text{ は気体の種類によって定まる定数})$$

に従う気体について、定積熱容量を C_V とすると準静的断熱過程においては、 $T(V - b)^{\frac{R}{C_V}} = \text{一定}$ の関係が成り立つことを示せ。ただし、定積熱容量 C_V は温度に無関係とし

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P \text{ の関係式を利用せよ。}$$

問題 3 25.0°C 、 1.00 atm における理想気体を体積 $V_1 = 1.00 \text{ dm}^3$ から $V_2 = 10.0 \text{ dm}^3$ まで等温膨張させた。この過程における: (A) 気体の内部エネルギー変化 (B) 気体になされた仕事 (C) 気体が受け取った熱量 (D) エンタルピー変化 (E) エントロピー変化 (F) ギブスの自由エネルギー変化 をそれぞれ計算せよ。(答えの有効数字は 3 桁とする)

問題 4 温度 500 K の高温熱源と温度 300 K の低温熱源で働くカルノーサイクルの効率は何%か求めよ。また、このカルノーサイクルでは、高温熱源から受け取った 300 J の熱のうちいくらを低温熱源に放出しなければならないか求めよ。

問題 5 反応 $\text{SO}_{2(g)} + \text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{SO}_{3(g)} + \text{NO}_{(g)}$ を 5.00 dm^3 の容器中で行かせたところ、平衡混合物に $\text{SO}_3: 3.00 \text{ mol}$, $\text{NO}: 2.00 \text{ mol}$, $\text{NO}_2: 0.500 \text{ mol}$, $\text{SO}_2: 4.00 \text{ mol}$ が含まれていた。以下の問いに答えよ。(答えの有効数字は 3 桁とする)
 (A) この条件における濃度平衡定数 K_c を求めよ
 (B) 平衡状態において NO_2 の量を 1.50 mol に増加させるには NO を何モル加えればよいか求めよ。