

問題6 熱力学 (100点)

以下の問い (問1, 問2) に答えよ。

問1 定圧モル比熱 (C_p), 定積モル比熱 (C_v) および内部エネルギー (U) の関係について, 次の (a)~(d) の問いに答えよ。

- (a) 内部エネルギーを温度 T と体積 V の関数とし, 熱力学第一法則を用いて, 定積モル比熱が以下のように書けることを示せ。ただし, n はモル数である。

$$C_v = \frac{1}{n} \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v \quad (1)$$

- (b) 定圧モル比熱が以下のように書けることを示せ。ただし, P は圧力である。

$$C_p = C_v + \frac{1}{n} \left\{ \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right\} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \quad (2)$$

- (c) 内部エネルギーの微小変量 (dU) を n , C_p , C_v , P , V , dT , dV および次に定義する熱膨張率 α を用いて示せ。 $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$

- (d) 理想気体の場合, (2) 式は $C_p = C_v + R$ (R は気体定数) となることを示せ。

問2 温度 T_0 の H_2O の氷 1 モルを, 温度一定 T_h ($T_h > T_m$: T_m は氷の融点) の熱源で定圧加熱することを考える。次の (a)~(d) の問いに答えよ。ただし, 氷の 1 モル当たりの融解熱 L , 水の定圧モル比熱 C^{water} , 氷の定圧モル比熱 C^{ice} は定数とする。

- (a) 熱平衡に至るまでに熱源が与えた熱量を示せ。
- (b) 最初と最後の熱源のエントロピー差を求めよ。
- (c) 加熱前の氷 (温度 T_0) と加熱後の水 (温度 T_h) のエントロピー差を求めよ。
- (d) この過程が不可逆過程であることを説明せよ。