

科目 【化学工学Ⅰ】 化学熱力学 （1枚）

問題1 [25点]

1.0 mol の気体について考える．ジュール・トムソン係数を $\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H$ と定義する．

また，次の関係式が成り立つものとする． $\mu_{JT} = \frac{1}{c_p} \left[T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p - V \right]$

以下の問いに答えよ．ただし，気体定数 R ，エンタルピー H ，定圧熱容量 $c_p (> 0)$ とする．

- (1.1) 完全気体でのジュール・トムソン係数を求めよ．
- (1.2) ファンデルワールス状態方程式に従う気体（実在気体）は，低圧では以下の近似式に従うものとする．このとき，実在気体でのジュール・トムソン係数を求めよ．ただし， a と b は定数とする．

$$V \simeq \frac{RT}{p} + b - \frac{a}{RT}$$

- (1.3) 実在気体の低圧領域で $\mu_{JT} = 0$ となる温度を逆転温度 T_{INV} とする． T_{INV} を求めよ．
- (1.4) $T < T_{INV}$ および $T > T_{INV}$ における μ_{JT} の符号をそれぞれ答えよ．また，エンタルピー一定の条件で圧力を低下させる場合，どちらの温度領域で気体が冷却されるか説明せよ．

問題2 [25点]

以下の問いに答えよ．なお，気体定数は $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする．

- (2.1) 沸点上昇について考える．この変化を大きくするための溶媒および溶質の条件について，その理由とともに示せ．
- (2.2) 85.0°C における物質 A（液体）および物質 B（液体）の蒸気圧はそれぞれ 55.0 kPa および 25.0 kPa であり，共に理想溶液としてふるまう．圧力が 45.0 kPa であるとき， 85.0°C で沸騰する液体混合物の組成および生じる蒸気組成を求めよ．
- (2.3) 物質 C および物質 D は完全気体であり， $C \rightleftharpoons 2D$ の平衡が成り立っている． 25.0°C ， 1.00 bar において物質 C の 20.0% が解離していた場合， 100°C における平衡定数を求めよ．ただし，対象となる温度域では標準反応エンタルピーは 60.0 kJ mol^{-1} で一定であるとする．