

H16 熱力学 (国場)

1. 次の事柄について、それぞれ 3, 4 行程度で説明せよ。式や図を使ってもよい。

- (1) カルノーの定理
- (2) マクスウェルの関係式
- (3) 臨界点と三重点 (水の相図の場合に限定してもよい)

2. ファンデルワールスの状態方程式

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

に従う 1 モルの気体を考える。

- (1) この気体が温度 T で体積 V_1 から V_2 まで準静的等温膨張するとき、外部にする仕事 W を求めよ。
- (2) この間の気体の内部エネルギーの変化 ΔU を求めよ。ただし、

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$$

を用いてよい。

- (3) 気体が吸収する熱量 Q を求めよ。
- (4) 気体のエントロピーの変化 ΔS を求めよ。

3.

- (1) ギブス自由エネルギー G の微分 dG を状態量 S, T, V, P 及びその微分 dS, dT, dV, dP で表わす式を書け。(閉じた系の場合)
- (2) 純物質の気相・液相平衡の条件を与えよ。
- (3) (1), (2) を参考に、蒸気圧曲線 (気相・液相共存線 $P = P(T)$) に関するクラペイロン・クラウジウスの式

$$\frac{dP}{dT} = \frac{s_g - s_l}{v_g - v_l}$$

を導け。ただし、 s_g, v_g は気相のモルエントロピー、モル体積であり、 s_l, v_l は液相のモルエントロピー、モル体積である。(モルエントロピー = 1 モルあたりのエントロピー、モル体積 = 1 モルあたりの体積)

- (4) 1 気圧 100 における水の蒸発エンタルピー (潜熱) は $h = 41$ [kJ/mol] である。また、水蒸気のモル体積は 3.0×10^{-2} [m³/mol] であり、水のモル体積はこれの 1000 倍以上小さい。クラペイロン・クラウジウスの式から 1 気圧 100 における蒸気圧曲線

の傾きを求めよ。これを用いて 0.9 気圧での沸点を概算せよ。(有効数字 2 桁で答えよ。)

注: 純物質の気相のモルエントロピー s_g 、液相のモルエントロピー s_l 、沸点の絶対温度 T 、

蒸発エンタルピー(潜熱) h の間には $s_g - s_l = h/T$ の関係がある。1 気圧 = 101325Pa

4. 国場が担当した部分について、その内容や授業に関する自由な意見、感想、批判も歓迎。(何を書いても書かなくても評点に関係なし)

(編註: この年は最後の4週間国場さんが授業をすることができなくなり、他の方が変わりに授業を行なったそうです。「国場が担当した部分について」とはそういう意味です。)