

化学熱力学 A①試験問題

教員名 佐藤 健

平成 21 年 9 月 1 日 (火) 試験時間: 4 限 (90 分間)

クラス: 1 年 理 II, III (14-15, 17-18, 20-21, 23)

問題 1 枚・計算用紙 1 枚・解答用紙両面 1 枚 ノート・参考書・計算機持込不可

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 温度 T_i 、体積 V_i の理想気体 n モルを一定圧力 P のもとで体積が m 倍になるまで熱した。このとき気体に与えられた熱量のうち膨張のための仕事として使われた割合を、この気体の定積熱容量と定圧熱容量の比 γ (比熱比) を用いて表せ。

問題 2 状態方程式 $(P+b)V = RT$ で表される気体について、この気体の内部エネルギー U は $U = aT + bV + U_0$ であるとする。ただし、 a, b, U_0 は定数である。

準静的断熱変化においては、 $TV^{\frac{R}{a}} = \text{一定}$ の関係が成り立つことを示せ。

問題 3 1.00 モルの理想気体が温度 500 K の高温熱源と温度 300 K の低温熱源の間でカルノーサイクルを行う。高温熱源に接したままでの等温過程において、始め 1.00 dm^3 の気体が終わりに 5.00 dm^3 になっているとすると、このカルノーサイクルが 1 サイクルの間に外に対してする仕事と低温熱源に入る熱量を求めよ。(答えの有効数字は 3 桁とする)

問題 4 25.0°C における水の飽和蒸気圧は $3.13 \times 10^{-2} \text{ atm}$ である。 25.0°C で湿度 60.0% の大気中へ 1.00 kg の水が蒸発する際のギブスの自由エネルギー変化 ΔG およびエントロピー変化 ΔS を求めよ。また、この蒸発は自発的に進行する可能性があるか否かを理由とともに述べよ。ただし、水蒸気は理想気体とみなし、水の分子量は 18.0 とする。(答えの有効数字は 3 桁とする)

問題 5 硝酸アンモニウムを大気圧下で室温から加熱していくと、温度 305 K において結晶形 (I) から結晶形 (II) へ相転移をおこし、さらに温度 357 K において結晶形 (II) から結晶形 (III) へ相転移する。転移熱 ΔH 、および転移による体積変化 ΔV は下表に示すとおりである。

相転移	$\Delta H / \text{kJmol}^{-1}$	$\Delta V / \text{cm}^3\text{mol}^{-1}$
結晶形 (I) → 結晶形 (II)	1.68	1.92
結晶形 (II) → 結晶形 (III)	1.78	-1.20

また、結晶形 (II) が安定な温度領域は、高圧になるほど狭くなり、ある圧力において消失する (三重点)。以下の問いに答えよ。(答えの有効数字は 3 桁とする)

(A) 結晶形 (I) から結晶形 (III) へ直接変化したときの転移熱 ΔH の値を推定せよ。

(B) 各相を隔てる共存曲線を直線で近似できるものとして、三重点の温度と圧力を求めよ。