

平成 3 1 年 度

受 験 番 号

化学システム工学専攻

(専門科目(修士))

平成 3 0 年 8 月 2 8 日 (火) 9 : 0 0 ~ 1 2 : 0 0

【出題】以下の 7 問題中より 4 問題を選択して解答せよ。

問題番号	科目名	ページ
第 1 問	物理化学 1	1 ~ 2
第 2 問	物理化学 2	3 ~ 4
第 3 問	無機化学	5 ~ 6
第 4 問	有機化学	7 ~ 8
第 5 問	化学工学 1	9 ~ 10
第 6 問	化学工学 2	11 ~ 12
第 7 問	化学数学	13 ~ 14

【注意】

1. 解答用紙を 5 枚、計算用紙を 2 枚、配布する。1 問につき 1 枚の解答用紙を使用せよ。解答用紙の表面で足りない場合は裏面にまたがって解答してもよい。なお、第 3 問については、第 3 問専用の解答用紙を用いよ。
2. 監督者の指示のあるまで問題を見ないこと。
3. 5 枚全ての解答用紙に受験番号を記入すること。氏名を書いてはならない。問題冊子、計算用紙および使用しない解答用紙にも受験番号を記すこと。
4. 選択する問題への解答用紙には、その問題番号を記入すること。たとえ白紙解答の場合も同様である。
5. 選択した 4 つの問題番号を、問題選択票に記入せよ。この問題選択票に記入した問題のみが採点の対象となる。
6. 問題冊子、計算用紙のいずれも持ち帰ってはならない。

第 1 問 (物理化学 1)

I. エントロピーに関する以下の問に答えよ。

(1) 温度 T_0 、体積 V_0 における理想気体のモルエントロピーを S_0 とする。気体定数を R 、定容熱容量を C_V とするとき、任意の温度 T 、体積 V におけるモルエントロピー S を S_0 、 C_V 、 T_0 、 V_0 、 T 、 V 、 R を用いて示せ。この際、内部エネルギー変化 dU 、エントロピー変化 dS 、圧力 p 及び体積変化 dV は $dU = TdS - pdV$ の関係にあることに留意せよ。

(2) N_A 個の元素 A および N_B 個の元素 B からなる置換型固溶体 $A_{N_A}B_{N_B}$ を考える。なお、固溶による格子定数の変化は無視できると仮定し、ボルツマン定数を k_B とする。

i) 固溶体の原子配置は何通りあるか計算せよ。

ii) 固溶に伴うエントロピー変化を求めよ。 $\ln N! = M \ln N - N$ の近似式を用いてよい。

(次ページに続く)

II. 水に関する以下の問に答えよ。

(1) 水と氷の相平衡について、両者の化学ポテンシャル、モルエントロピー、モルエンタルピー、モル体積を、それぞれ μ_l 、 μ_s 、 S_l 、 S_s 、 H_l 、 H_s 、 V_l 、 V_s とし

て、以下の問に答えよ。

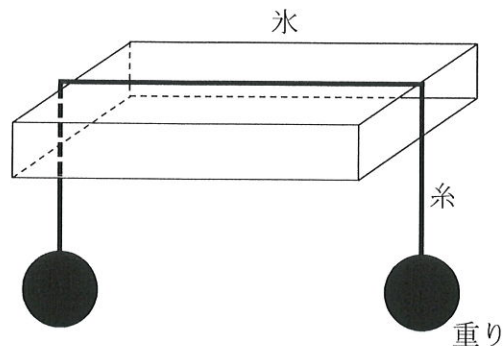
i) 圧力 p 、温度 T で水と氷が平衡を保っている場合、化学ポテンシャルについてどのような関係が成り立つか。

ii) 平衡を保ちながら圧力がごくわずかに変化した時に成り立つ式 $d\mu = Vdp - SdT$ を用いて、融点の圧力依存性 $(dT_m/dp)_{eq}$ を表す式を導け。

iii) 氷の融解に伴うモルエントロピー変化 ΔS_{melt} を温度 T_m とモル融解熱 ΔH_{melt} を用いて示せ。

iv) ii), iii)の結果を用いて、 $(dT_m/dp)_{eq}$ をモル融解熱 ΔH_{melt} を含む式で示せ。

v) 大気圧下 0°C の環境において、下図のように固定された氷に十分細い糸で重りをつると、どのような現象が起こると考えられるか。i) - iv)の結果と関連付けて 200 字以内で説明せよ。



(2) $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ の解離反応の標準ギブスエネルギーは 2300 K で

118.1kJ mol^{-1} である。1.000 bar、2300 K における H_2O の解離度はいくらか答え

よ。ただし解離度は 1 より十分に小さいものとする。気体定数 R は

$8.314\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ とする。