

令和 3 年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No 1/2

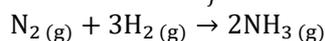
コース等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試 験 科 目	化学 A
------	----------------------------	---------	------

問1 以下の問に答えよ。

(1) 2.00 molの理想気体を定圧下で 300 K から400 K まで加熱した。この系が行った仕事 w , 内部エネルギー変化 ΔU , エンタルピー変化 ΔH を求めよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、定容モル熱容量 $C_v = 20.8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

(2) 300 K と450 K の間で可逆的に作動する蒸気機関がある。この蒸気機関が 2000 kJ の仕事を行う場合、高熱源から受け取るエネルギーを求めよ。

(3) 次の反応について、標準状態 (298 K, 1 atm) における標準生成エントロピー ΔS_f° 、標準生成エンタルピー ΔH_f° 、標準生成ギブスエネルギー ΔG_f° を求めよ。

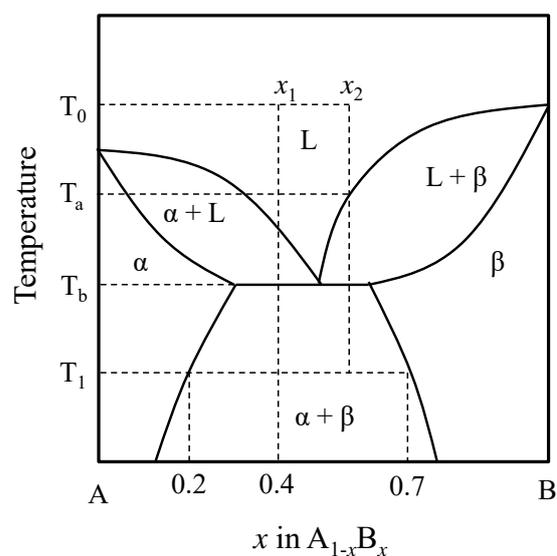


ただし、標準エンタルピー H° は $\text{NH}_3(\text{g})$: $-46.19 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、標準エントロピー S° は $\text{N}_2(\text{g})$: $191.5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $\text{H}_2(\text{g})$: $130.6 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $\text{NH}_3(\text{g})$: $192.5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。

問2 右図は 2 元系 A-B 共晶型合金の相図である。組成 x_1 ($\text{A}_{0.6}\text{B}_{0.4}$) もしくは組成 x_2 の合金を温度 T_0 まで昇温し、完全に溶融させたあと、平衡状態を維持しながら温度 T_1 まで徐冷した。

(1) 組成 x_1 ($\text{A}_{0.6}\text{B}_{0.4}$) について、温度 T_1 での α 相、 β 相それぞれの化学組成を求めよ。また、温度 T_1 での α 相、 β 相それぞれの含有割合を求めよ。

(2) 組成 x_2 について、 T_0 から T_1 までの温度変化に伴う冷却曲線を図中に示せ。ただし、温度 T_0 の時間を $t = t_0$ 、温度 T_1 の時間を $t = t_1$ とし、 T_0 から T_1 までの温度変化中に出現する相を明示すること。



令和 3 年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/2

コース等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試 験 科 目	化学 B
------	----------------------------	---------	------

問 1 Fe(金属・立方晶)の結晶構造に関する問いに答えよ。

- 1) Fe の単位格子を右図に示す。この結晶構造名、単位格子内に含まれる Fe 原子の個数、Fe の配位数を答えよ。
- 2) Fe の格子定数を a 、原子半径を r とした場合、 a と r の関係式を求めよ。
- 3) 右図を参照し、Fe の格子面(100)、(110)、(111)を図示せよ。
- 4) Fe の X 線回折測定にて求められた Fe(111)面の回折角($2\theta_{(111)}$)と Fe の原子半径 r の関係式を求めよ。なお X 線の波長は λ としてよい。

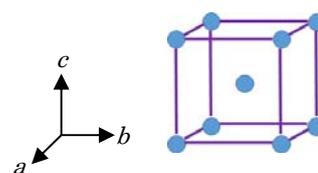


図 Fe の結晶構造

問 2 金属、半導体の電子構造に関する問いに答えよ。

- 1) 金属材料の抵抗についてその温度依存性を図示せよ。また、その抵抗の温度依存性を示す理由を説明せよ。
- 2) 半導体には p 型と n 型がある。絶対零度におけるそれぞれの電子構造の特徴(価電子帯、伝導帯、不純物準位、フェルミレベル)を図示せよ。
- 3) ある酸化物半導体の紫外・可視スペクトルを測定したところ、波長 λ にて直接遷移に伴う吸収がみられた。この酸化物半導体のバンドギャップ E_g と波長 λ との関係(式)を示せ。(なお、プランク定数を h 、光速を c とせよ)

令和 3 年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 2/2

コース等	グリーンエネルギー変換工学 特別教育プログラム	試 験 科 目	化学 B
------	----------------------------	---------	------

問 3 25.0 °C の水溶液中において、Ba²⁺および Cl⁻の無限希釈におけるモルイオン伝導率は、それぞれ 12.7 および 7.64 mS m² mol⁻¹ である。以下の問に答えよ。ただし、温度はすべて 25.0 °C とし、必要に応じて Faraday 定数 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ を用いよ。

- (1) Ba²⁺および Cl⁻の無限希釈における移動度 (m² s⁻¹ V⁻¹) を計算せよ。
- (2) BaCl₂ 水溶液の無限希釈におけるモル伝導率 (mS m² mol⁻¹) を計算せよ。
- (3) 無限希釈の BaCl₂ 水溶液における Ba²⁺および Cl⁻の輸率を計算せよ。

問 4 以下の問に答えよ。ただし、温度はすべて 25.0 °C とし、必要に応じて Faraday 定数 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ 、気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を用いよ。

(1) 反応式 $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$ を利用した電池について、カソード反応およびアノード反応を記せ。また、この電池において、H₂ 分子 1.00 mol あたりの標準反応ギブズエネルギー (kJ mol⁻¹) および平衡定数を計算せよ。ただし、電極 Pt | Fe²⁺, Fe³⁺ の標準電極電位は +0.770 V とする。

(2) 反応式 $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ を利用した電池について、理論エネルギー密度 (Wh kg⁻¹) を計算せよ。その際、質量として、Pb、PbO₂、および H₂SO₄ を考慮に入れること。ただし、この電池の標準起電力は 2.00 V、原子のモル質量はそれぞれ H : 1.00 g mol⁻¹、O : 16.0 g mol⁻¹、S : 32.1 g mol⁻¹、Pb : 207 g mol⁻¹ とする。