

科目	プロセス系-1-A
----	-----------

受験番号

氏 名

--

科目	プロセス系-1-A
----	-----------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 エントロピー S に関する以下の問いに答えよ。

(1) 内部エネルギー $U(V, T)$ の完全微分を示せ。

(2) 内部エネルギーは次のようにも表せる。

$$dU = -PdV + TdS$$

この関係と問題(1)の答えから、 dS を定容比熱 C_v 、 T 、 dT で表せ。ただし、体積 V は一定とする。

(3) 体積一定で温度 T_1 から T_2 に変化する場合のエントロピー変化 ΔS を示せ。

(4) 理想気体 A, B, C を体積比 1:1:1 で混合した場合の混合気体 1 mol あたりの混合のエントロピー変化 ΔS_m を求めよ。気体定数は $8.31 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$ とする。なお、対数関数の計算はしなくてよい。

科目	プロセス系－1-B
----	-----------

受験番号

氏 名

--

科目	プロセス系－1-B
----	-----------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 金属の凝固に関する以下の問いに答えよ。

(1) 溶融金属が平衡凝固温度になった時、溶融金属中にエンブリオが形成する。エンブリオを半径 r の球とした場合の、エンブリオの生成による自由エネルギー変化 ΔG を示せ。なお、単位体積の液体金属が固体になる際に減少する体積自由エネルギーを ΔG_V 、エンブリオの単位面積あたりの表面エネルギーを σ_s とする。

(2) ΔG はエンブリオが均質核の臨界核半径 r^* に達した際に極大値 ΔG_{max} を取る。問題(1)の ΔG を r で微分して r^* を求めよ。

(3) ΔG_{max} を求めよ。

(4) ΔG_V 、凝固潜熱 L 、過冷度 ΔT 、平衡凝固温度 T_s の関係は

$$\Delta G_V = \frac{L\Delta T}{T_s}$$

で表される。 r^* と過冷度の関係を式で示し、式から予想される過冷度が極めて小さい条件で凝固した組織の特徴を述べよ。

科目	プロセス系-2-A
----	-----------

受験番号

氏 名

--

科目	プロセス系-2-A
----	-----------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 物質 A が n 次反応速度式に従って消費される場合について、以下の設問に答えよ。ただし、A の濃度を $[A]$ 、時間を t 、反応速度定数を k とする。

- (1) 反応速度の濃度依存性を表す微分方程式を示せ。
- (2) (1)で導出した方程式を積分して、 kt を濃度 $[A]$ の関数として示せ。ただし、A の初期濃度を a とする。
- (3) 半減期 $t_{1/2}$ を求めよ。
- (4) 初濃度-半減期法により k と n の値を求める方法について説明せよ。

科目	プロセス系-2-B
----	-----------

受験番号

氏 名

--

科目	プロセス系-2-B
----	-----------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 水溶液中での $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$ の反応について以下の設問に答えよ。ファラデー定数を F ，気体定数を R ，絶対温度を T とする。

- (1) 純粋な Fe 電極に対して標準水素電極を用いた場合を考え、水素との反応によって電子を消去した反応式を示せ。
- (2) (1)で示した反応の自由エネルギー変化 ΔG を各成分の活量 a あるいは分圧 P を用いて示した上で、純粋な Fe 電極と標準水素電極であることから整理せよ。ただし、標準自由エネルギー変化を ΔG° とする。
- (3) (2)の標準自由エネルギー変化 ΔG° を各成分の標準化学ポテンシャル μ° を用いて示した上で、最も安定な単体の純物質であることとイオンの基準であることから整理せよ。
- (4) 反応の自由エネルギー変化 ΔG は系になされた電気的工作に等しいので、電極電位 E を用いると $\Delta G = -2FE$ となる。電位 E を標準化学ポテンシャルと活量を用いて示せ。
- (5) $a_{\text{Fe}^{2+}}$ を $1/10$ にした場合の電位 E の変化量を示せ。なお、対数関数の計算はしなくてよい。