

平成25年度第1次募集（平成24年10月入学含む。）
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題

一般入試

材料生産システム専攻
機能材料科学コース 開発系

B2

専門科目

注意事項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、表紙を除いて4頁ある。
- 3 専門科目の問題は、次の4科目である。あらかじめ届け出た選択科目1科目を解答せよ。
 - I 電気化学・物理化学（1／4頁）
 - II 高分子化学・高分子材料工学（2／4頁）
 - III 生物化学工学・生物材料工学（3／4頁）
 - IV 材料評価学・機能材料力学／組織学（4／4頁）
- 4 それぞれの選択科目は3問出題されている。全問解答せよ。
- 5 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 6 受験番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入すること。
- 7 解答時間は、120分である。
- 8 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。

専門科目(電気化学・物理化学)

1/4 頁

I 次のI-(1)からI-(3)の設問に答えよ。

I-(1) 平衡定数と温度の関係について、以下の問①~③に答えよ。必要であれば、気体定数として $8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、 $\ln x = 2.30 \log x$ 、 $\log 2 = 0.301$ を用いよ。

- ① 平衡定数と温度の関係を表す式を何というか。また、この式を示せ。ただし、式に使う文字は定義すること。
- ② 絶対温度 T_1 のときの平衡定数を K_1 、絶対温度 T_2 のときの平衡定数を K_2 としたとき、 T_1 および T_2 を用いて $\log(K_1/K_2)$ を表せ。
- ③ 298 K から 10 K 温度を上げたとき、平衡定数が2倍になるとすると、反応の標準エンタルピー変化はいくらか。ただし、反応の標準エンタルピー変化は温度に依存しないものとする。

I-(2) 以下の問①と②に答えよ。

- ① 光の吸収と透過に関する以下の問(i)-(v)に答えよ。なお、 I_0 は入射光量、 I_t は透過光量、 I_a は吸収光量、 A は吸光度をそれぞれ表す。
 - (i) A を I_0 および I_t を用いて表せ。
 - (ii) Lambert-Beer の式を示せ。ただし、式に使う文字は単位を含めて定義すること。
 - (iii) I_a を I_0 および A を用いて表せ。
 - (iv) 量子収率の定義を記述せよ。
 - (v) 365 nm における A が 1.0 である溶液に、 $I_0 = 5.0 \times 10^8 \text{ einstein s}^{-1}$ の強度で 365 nm の光を 1,000 秒間照射したところ、 $5.0 \times 10^7 \text{ mol}$ の生成物を得た。このときの光化学反応の量子収率を求めよ。ただし、生成物による光の吸収および反応物の濃度変化は無視するものとする。
- ② 温度が一定の条件で反応物 R が時間 t の経過とともに生成物 P に変化する一次反応について、以下の問(i)-(iii)に答えよ。
 - (i) 時間 t における R の減少速度 $d[R]/dt$ を、一次反応速度定数 k を用いて表せ。
 - (ii) $[R]_t$ を時間の関数として表せ。また、この関数を図示せよ。
 - (iii) R の初期濃度を $[R]_0$ とした場合、 $[R]_t$ が $[R]_0$ の半分になる時間 $t_{1/2}$ を何というか。 $t_{1/2}$ が $[R]_0$ に依存しないことを証明せよ。

I-(3) 以下の問①~③に答えよ。なお、気体定数を $8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ 、 $\ln x = 2.30 \log x$ 、銅の原子量を 63.6 とする。

- ① Cr と Cu の基底状態における電子配置を、例にならって示せ。
(例: Rh の場合、 $[\text{Kr}] 4d^8 5s^1$)
- ② 0.10 mol L^{-1} の Cu(II) 水溶液中における 90% の銅イオンが陰極に析出するときの平衡電位は、銀塩化銀電極 (SSCE) に対して何 V か。温度は 298 K、 Cu^{2+}/Cu の標準酸化還元電位 E° は 0.34 V vs 標準水素電極 (SHE)、および SHE に対する SSCE の電位は、+0.20 V として答えよ。
- ③ 0.10 mol L^{-1} の Cu(II) を含む水溶液 (100 mL) を用いて、電流を 1.00 A に固定して電気分解を行った。電流効率が 100% (副反応が起こらない条件) の場合、50% の銅を析出させるために要する時間は何分か答えよ。

専門科目(高分子化学・高分子材料工学)

2/4 頁

II 次のII-(1)からII-(3)の設問に答えよ。

II-(1) 以下の問①～③に答えよ。

- ① 逐次重合におけるモノマーの反応度と分子量との関係について説明せよ。
- ② ラジカル重合の開始剤に用いられる過酸化ベンゾイルの分解反応を書け。また、過酸化ベンゾイルの開始剤効率が0.9～1.0と高い値になる理由を説明せよ。
- ③ カチオン重合に用いられるモノマーの e 値について説明せよ。

II-(2) 以下の問①～③に答えよ。

- ① 粘度測定から固有粘度を求める方法について説明せよ。
- ② 結晶性高分子のガラス転移点と融点における高分子鎖の運動性について、それぞれ説明せよ。
- ③ ポリスチレンのアイソタクチック(イソタクチック)構造を書け。また、その配列構造の特徴を説明せよ。

II-(3) 以下の問①～③に答えよ。

- ① 耐衝撃性ポリスチレンにおけるポリマーブレンドの効果について説明せよ。
- ② 1,4-フェニレンジアミンとテレフタル酸ジクロリドをモノマーとして用いた高分子の生成反応式を書け。また、合成される高分子の特徴と用途について説明せよ。
- ③ ポリエチレンとポリアセチレンの構造式を書け。また、ポリエチレンに比べてポリアセチレンが高い導電性を示す理由を説明せよ。

専門科目（生物化学工学・生物材料工学）

3/4 頁

Ⅲ 次のⅢ-（1）からⅢ-（3）の設問に答えよ。

Ⅲ-（1）以下の問①と②に答えよ。

- ① **Michaelis-Menten**式を誘導せよ。また、**Michaelis**定数 K_m と最大反応速度定数 V_{max} を求める方法について説明せよ。
- ② a) ヒトの必須アミノ酸（名称、3文字表記、および1文字表記）、b) 酵素の6大分類、および c) タンパク質の高次構造について、それぞれ説明せよ。

Ⅲ-（2）以下の問①と②に答えよ。

- ① a) 活性汚泥法、b) メタン発酵、および c) **BOD**について、それぞれ説明せよ。
- ② 微生物の増殖曲線を図示し、各時期に起こっていることを説明せよ。

Ⅲ-（3）以下の問①と②に答えよ。

- ① 医療用金属材料に求められる条件を説明せよ。また、ステンレス鋼について、その成分と性質、および医療用材料としての用途例について説明せよ。
- ② 現在、実用化されている人工腎臓の機能とその仕組みについて説明せよ。

専門科目（材料評価学・機能材料力学／組織学）

IV 次のIV—（1）からIV—（3）の設問に答えよ。

IV—（1）ある両端支持はり（長さ l 、幅 b 、高さ h ）において、はり全体にわたって垂直方向等分布荷重 w が作用する場合を考え、以下の問①～③に答えよ。

- ① はりの左端からの任意の位置 x においてはりを切断したと想定した時の、切断部の力と回転モーメントのつり合いから、せん断力および曲げモーメントの分布式を導出せよ。
- ② せん断力線図および曲げモーメント線図を作成せよ。
- ③ $l=1,000$ mm、 $b=15.0$ mm、 $h=20.0$ mm、 $w=2.00$ N/mm の場合、このはりに発生する最大曲げ応力 σ_{\max} [MPa]を算出せよ。

IV—（2）ある単純立方単結晶金属（格子定数 $a=b=c=1$ ）において、 $[100]$ 方向の引張応力 σ が作用する場合を考え、以下の問①～③に答えよ。

- ① すべり面 (110) 、およびその面上のすべり方向 $[1\bar{1}1]$ を図示せよ。
- ② ①の作図に重ねる形で、引張応力の作用方向 $[100]$ 、およびすべり面の法線方向 $[110]$ を図示し、引張応力作用方向とすべり面の法線方向のなす角 ϕ 、および引張応力作用方向とすべり方向のなす角 θ を図示せよ。（ $[100]$ および $[110]$ とともに、すべり方向の線上の任意の点を起点として作図すること）
- ③ この単結晶金属の臨界分解せん断応力 $\tau_c = 10.0$ MPa である場合、この単結晶金属の降伏応力 σ_Y [MPa]を算出せよ。ただし、 $\sqrt{6} = 2.45$ とする。

IV—（3）以下の問①～③に答えよ。

- ① 衝撃試験について述べた以下の文章において、空欄 (a) ～ (d) に当てはまる語句を答えよ。
衝撃試験は材料の [(a)] を評価するための材料特性試験であり、代表的なものとしてシャルピー衝撃試験がある。試験片の [(b)] に要したエネルギーを「衝撃吸収エネルギー E 」として定義する。鋼においてぜい性破壊が生じやすい条件として、 [(c)] がある場合、 [(d)] が低い場合、衝撃荷重により材料の変形速度が大きい場合などが知られている。
- ② 延性 - ぜい性遷移温度の全般的意味、および結晶構造との関係について説明せよ。
- ③ 延性 - ぜい性遷移温度が高温側に移る、代表的な要因を3つ答えよ。