

令和4年度第1次募集（令和3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
一般選抜

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 [材料科学（開発系）]

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，表紙を含めて全部で5ページある。
- 3 専門科目の問題は，次のⅠ～Ⅳに示す4科目である。あらかじめ届け出た選択科目1科目を選択し，解答する問題番号を解答用紙の指定された箇所に記入すること。
 - Ⅰ 電気化学・物理化学
 - Ⅱ 高分子化学・高分子材料工学
 - Ⅲ 生物化学工学・生物材料工学
 - Ⅳ 材料評価学・機能材料力学／組織学
- 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，出題科目に対応する解答用紙に記入すること。解答スペースが足りない場合は，「(裏面に続く)」と明記した上で，その用紙の裏に続けて解答してよい。ただし，別の問題の解答用紙に記入した場合は無効となる。
- 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）

I 次の I - (1) から I - (3) の設問に答えよ。

I - (1) 下の反応式について、以下の問①～④に答えよ。ただし、必要であれば、下表の標準生成エンタルピー (ΔH_f°)、標準生成 Gibbs エネルギー (ΔG_f°) および標準モルエントロピー (S_m) の値を用いよ。



- | 化合物 | $\Delta H_f^\circ/\text{kJ mol}^{-1}$ | $\Delta G_f^\circ/\text{kJ mol}^{-1}$ | $S_m/\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| $\text{CO}_2(\text{g})$ | -393.51 | -394.36 | 213.74 |
| $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ | -238.66 | -166.27 | 126.8 |
| $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ | -285.83 | -237.13 | 69.91 |
| $\text{O}_2(\text{g})$ | 0 | 0 | 205.14 |
- ① この反応は、標準状態において発熱反応か吸熱反応か答えよ。そのときの発熱または吸熱量はいくつか答えよ。
- ② この反応の標準エントロピー変化はいくつか答えよ。
- ③ この反応では、 $\text{CO}_2(\text{g})$ が6電子還元されて $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ を生成する。 $\text{CO}_2(\text{g})$ から $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ が生成する反応式を電子を含めて示せ。
- ④ $\text{CO}_2(\text{g})$ から $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ が生成する反応の標準酸化還元電位を答えよ。ただし、ファラデー定数は 96500 C mol^{-1} を用いよ。

I - (2) 波長 365 nm の光を吸収し、450 nm に発光を示す仮想物 **X** を考える。 $[\text{X}] = 1.0 \text{ mol L}^{-1}$ の溶液に対して、光路長 1.0 cm のセルを用いて入射光強度 $I_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ einstein}$ の 365 nm の光を照射したとき透過光強度 $I = 1.0 \times 10^3 \text{ einstein}$ を得た。**X** に関する以下の問①～⑦に答えよ。数式を用いる場合には、用いる文字を単位も含めて定義せよ。

- ① 吸光度を A としたとき、Lambert-Beer 式を記載せよ。
- ② 本条件における **X** の吸光度 A および吸収光量を算出せよ。
- ③ 本条件下における **X** の 365 nm におけるモル吸光係数を算出せよ。
- ④ **X** に限らず、多くの物質は吸収よりも発光の方が長波長側に観測される。その理由を内部変換過程および最低励起状態という語句を用いて説明せよ。
- ⑤ $1.0 \times 10^5 \text{ einstein}$ の強度を有する 365 nm の励起光を **X** に対して照射したところ、450 nm に強度 $3.0 \times 10^2 \text{ einstein}$ の発光を観測した。この反応の発光量子収率を算出せよ。なお、**X** による発光の再吸収は無視できるものとする。
- ⑥ 消光剤として $[\text{Q}] = 1.0 \text{ mol L}^{-1}$ を共存させ、⑤と同様な条件で発光を観測したところ、発光強度が $1.5 \times 10^2 \text{ einstein}$ に減少した。Stern-Volmer 式を記載するとともに、Stern-Volmer 定数 K_{SV} を算出せよ。
- ⑦ **X** の発光寿命が 5.0 ns であった場合、本反応の消光速度定数 k_q を算出せよ。

I - (3) 以下の問①と②に答えよ。

- ① 以下の文 (i) ~ (v) を読み、a ~ d に当てはまる最も適切な元素を Ga, C, K, Al, Zn, In の中からそれぞれ選び、理由も書け。
- (i) 元素 a ~ c は、周期表の p ブロックに属する。元素 d は、 s または d ブロックに属する。
- (ii) 元素 a は、周期表の第 4 周期に属する。
- (iii) 元素 b の同素体には、絶縁体および良導体がそれぞれ存在する。
- (iv) 元素 c の酸化物は、自動車触媒等の触媒担体として利用されている。
- (v) 元素 d の炭酸塩は、水に難溶性を示す。
- ② 炭化水素のクラッキングは、石油精製の重要なプロセスの 1 つである。石油精製におけるクラッキングを説明せよ。

令和4年度第1次募集（令和3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
一般選抜

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（高分子化学・高分子材料工学）

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 代表的なラジカル重合の開始剤を2つあげよ。また、開始剤効率およびそれぞれの開始剤の特徴を説明せよ。
- ② スチレンのラジカル重合における2分子停止反応について説明せよ。
- ③ リビング重合で得られる高分子の特徴について説明せよ。ただし、分子量分布、共重合体、触媒濃度の用語を用いること。

II-（2）以下の問①～④に答えよ。

- ① 応力、ひずみ、ヤング率の単位をそれぞれ書け。
- ② 高分子材料の応力-ひずみ曲線を描け。また、図中に降伏点と破断点を示し、それぞれの点について説明せよ。
- ③ 線形粘弾性について説明せよ。
- ④ ②で描いた応力-ひずみ曲線を用いて、ヤング率の求め方を説明せよ。また、ひずみの定義式を書け。

II-（3）以下の問①～④に答えよ。

- ① 高分子の難燃性の指標について説明せよ。
- ② 難燃性を示す高分子の物質名を2つ書け。
- ③ 自己消火性を示す高分子の物質名を2つ書け。
- ④ 代表的な難燃化剤の物質名を書け。また、その難燃化のメカニズムについて説明せよ。

令和4年度第1次募集（令和3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
一般選抜

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（生物化学工学・生物材料工学）

Ⅲ 次のⅢ－（1）からⅢ－（3）の設問に答えよ。

Ⅲ－（1）以下の問①～③に答えよ。

- ① 酵素は、特定の環境において変性してその触媒活性を失う。タンパク質である酵素が変性する環境条件を3つ例示せよ。また、変性においてタンパク質に起こる変化について説明せよ。
- ② 偏性（絶対）嫌気性菌、通性嫌気性菌および偏性（絶対）好気性菌の違いを説明せよ。また、パン酵母はいずれに分類されるか答え、パンの製造に利用される「呼吸」反応を化学反応式を用いて書け。
- ③ Michaelis-Menten 型反応速度式に従う酵素において、そのミカエリス定数 K_m や最大反応速度 V_{max} を求めるために Lineweaver-Burk プロットがよく利用される。Lineweaver-Burk プロットから K_m および V_{max} を求める方法を説明せよ。また、Lineweaver-Burk プロットの短所について説明せよ。

Ⅲ－（2）以下の問①～③に答えよ。

- ① グルコースは水溶液中において、 α 型、 β 型および鎖状構造をとりうる。これらのうち、 β 型に比べて α 型が不安定である理由を構造上の観点から説明せよ。
- ② ステアリン酸とオレイン酸はどちらも炭素数が 18 個である脂肪酸であるが、その融点はオレイン酸の方が低い。ステアリン酸とオレイン酸の構造を、構造式を用いてその違いがわかるように書け。また、オレイン酸の融点がステアリン酸より低い理由を説明せよ。
- ③ 真核生物におけるタンパク質合成の過程において、転写された mRNA は修飾などを受けて成熟化する。この過程を mRNA プロセッシングとよぶ。このプロセッシングの具体例を 3 つ示し、それぞれの特徴について説明せよ。

Ⅲ－（3）以下の問①と②に答えよ。

- ① ポリ乳酸の分子構造を書き、不斉炭素に*の印を付けよ。次にその性質、合成法および応用例について説明せよ。
- ② ポリアクリルアミドの分子構造を書け。次にポリアクリルアミドのゲルを作製する方法について説明し、ポリアクリルアミドゲルを用いたタンパク質の分子量測定について説明せよ。

令和4年度第1次募集（令和3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
一般選抜

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（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）長さ l ，幅 b ，高さ h の両端支持はりの全体にわたって，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 はり左端からの任意の位置 x においてはりを仮想的に切断した場合の図を描き，切断部における力と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 以下の各数値が与えられた場合の，このはりに発生する最大曲げ応力 σ_{\max} [MPa] を算出せよ。
 $l=1000. \text{ mm}$ ， $b=15.0 \text{ mm}$ ， $h=20.0 \text{ mm}$ ， $w=2.00 \text{ N/mm}$

IV－（2） $[100]$ 方向の引張応力 σ が作用する，格子定数 $a=b=c=1$ の仮想的な体心立方構造の単結晶を考え，以下の問①～③に答えよ。

- ① この単結晶の単位格子を解答用紙に描画し，そこにすべり面 (110) ，およびその面上のすべり方向 $[\bar{1}\bar{1}1]$ を重ねて図示せよ。
- ② ①の作図に，引張応力の作用方向 $[100]$ ，およびすべり面の法線方向 $[110]$ を重ねて図示せよ。また，引張応力の作用方向とすべり面の法線方向のなす角 ϕ ，および引張応力の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 この単結晶の臨界分解せん断応力 $\tau_c=10.0 \text{ MPa}$ である場合，この単結晶の降伏応力 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 衝撃試験に関する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」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－ぜい性遷移温度について説明せよ。次に，延性－ぜい性遷移温度と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。