

平成31年度第1次募集（平成30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 [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4ページある。
- 3 専門科目の問題は、次の3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
- 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) 酸素の4電子還元による水の生成反応、およびプロトンの2電子還元による水素生成反応は、それぞれ式(i)および(ii)で表される。 $E^\circ$ はそれぞれの標準電極電位を表す。以下の問①～⑤に答えよ。ただし、気体定数およびファラデー定数はそれぞれ  $8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  および  $96500 \text{ C mol}^{-1}$  とし、 $\ln x = 2.30 \log x$  とせよ。



- ① 式(i)に関して、標準状態における酸素の還元電位を pH の関数として表せ。
- ② 式(ii)に関して、標準状態におけるプロトンの還元電位を pH の関数として表せ。
- ③ 上の①および②で得られた関数を図示せよ。
- ④ pH = 7.0 において、プロトンを還元できる電位条件を答えよ。
- ⑤ 1.0 V vs. SHE で水を酸化できる pH 条件を答えよ。

I - (2) 以下の問①と②に答えよ。

- ① 以下の問(i)～(iv)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定義せよ。計算問題に対しては、計算過程も明記せよ。
  - (i) 量子収率の定義を記述せよ。
  - (ii) 400 nm のモル吸光係数が  $1.0 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  である物質 A について考える。 $[\text{A}] = 0.50 \text{ mol L}^{-1}$  の溶液 5.0 mL に対し、光路長 10.0 cm のセルを用いて  $1.0 \times 10^4 \text{ einstein s}^{-1}$  の強度を有する 400 nm の光を 100 秒間照射したところ、 $1.0 \times 10^4 \text{ mol}$  の生成物を得た。この反応の収率および量子収率を算出せよ。ただし、反応中の 400 nm における吸光度に変化はないとする。
  - (iii) 一般的に光励起状態になった分子の酸化力と還元力は、基底状態に比べてともに増大する。その理由を HOMO と LUMO を図示して説明せよ。
  - (iv) 光励起状態の分子が系間交差（項間交差）を行う原因の一つとして、スピン-軌道相互作用がある。スピン-軌道相互作用により、系間交差が誘起される理由を説明せよ。図を用いて説明しても良い。
- ② 消光剤 Q 存在下における増感剤 S の発光強度を測定する場合を考える。 $K_{\text{SV}}$  を Stern-Volmer 定数とした場合、以下の問(i)～(iii)について答えよ。
  - (i) Stern-Volmer 式を示せ。ただし、式に用いる文字は単位を含め定義せよ。
  - (ii)  $[\text{Q}] = 0$  および  $10 \text{ mol L}^{-1}$  における S の発光強度は、それぞれ 100 および 50 einstein であった。このときの  $K_{\text{SV}}$  を算出せよ。
  - (iii)  $K_{\text{SV}}$  が  $0.10 \text{ L mol}^{-1}$  の反応系を考える。Q が存在しない条件での S の寿命( $\tau$ )が 5.0 ns または  $1.0 \mu\text{s}$  であった場合、それぞれの寿命における消光速度定数( $k_q$ )を算出せよ。

I - (3) 1 種類の剛体球を隙間なく箱に詰めていくことで、hcp または ccp 構造ができる。以下の問①～④に答えよ。

- ① hcp と ccp の正式名称を日本語と英語でそれぞれ答えよ。
- ② 常温において、4 族金属は hcp 構造を、10 族金属は ccp 構造を形成する。4 族と 10 族の金属元素を、質量の軽い順に第 6 周期までそれぞれ並べよ。
- ③ hcp と ccp の構造的な違いを、八面体型空孔および四面体型空孔をもとに図示して説明せよ。
- ④ hcp 構造における剛体球、八面体型空孔、四面体型空孔の数の比を答えよ。

平成31年度第1次募集（平成30年10月入学を含む）  
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（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 トルエン中でスチレンのラジカル重合を行ったところ、ポリスチレンからトルエンへの連鎖移動反応が生じた。連鎖移動反応の反応式を書き、反応機構について説明せよ。
- ② ブロック共重合とグラフト共重合について、違いが分かるように説明せよ。
- ③ 1,4-フェニレンジアミンとテレフタル酸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、得られた高分子の性質について説明せよ。

II-（2）以下の問①～③に答えよ。

- ① 分子量  $1.0 \times 10^4$  の非電解質高分子 1.0 g を純水に溶かし、1.0 L の水溶液を作った。27 °C での浸透圧を求めよ。ただし、気体定数  $R$  を  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  とする。
- ② Flory-Huggins 理論から導かれる高分子と溶媒の混合によるエントロピー変化  $\Delta S$  の式を書け。ただし、気体定数を  $R$ 、溶媒の物質質量、体積分率をそれぞれ  $n_1, \phi_1$  とし、高分子の物質質量、体積分率をそれぞれ  $m_2, \phi_2$  とする。また、高分子を溶媒に溶かしたときの混合エントロピー変化は、低分子より小さいことを示せ。
- ③ ある高分子は分子量  $1.0 \times 10^4$  の分子数が 100 と分子量  $4.0 \times 10^4$  の分子数が 500 で構成されている。この高分子の数平均分子量、重量平均分子量、および分散度を求めよ。

II-（3）以下の問①～③に答えよ。

- ① ポリエチレンの薄板状ひし形単結晶の作製法について書け。また、その結晶の特徴について説明せよ。
- ② イソシアナートとアルコールからポリウレタンが生成する。ウレタン結合の生成反応の反応式を書け。また、ポリウレタンの工業的な用途をあげよ。
- ③ 架橋ゴムに一定の外力を加えて、低温または高温で引っ張った。伸びが大きいのはどちらか答えよ。また、その理由をエントロピー弾性という用語を用いて説明せよ。

平成31年度第1次募集（平成30年10月入学を含む）  
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（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 DNAとRNAの構造の違いを、構成する3成分（糖、塩基、リン酸基）に分けて説明せよ。
- ② 酵素反応を化学（有機）合成反応と比較したとき、どのような長所と短所があるかを説明せよ。
- ③ 微生物の増殖曲線を図示し、各期におこっていることを説明せよ。

Ⅲ－（2）以下の問①～③に答えよ。

- ① 拮抗阻害，不拮抗阻害，非拮抗阻害があるときの酵素反応速度式をそれぞれ示せ。
- ② 拮抗阻害，不拮抗阻害，非拮抗阻害があるとき，Lineweaver-Burkプロットは阻害がないときに比べてどのように変化するかをそれぞれ図示せよ。
- ③ どのような性質をもつ酵素が工業的に利用する場合に有利かを説明せよ。また，その理由を具体的に述べよ。

Ⅲ－（3）以下の問①と②に答えよ。

- ① 生体内で用いる医療用金属材料に求められる性質を説明せよ。次に，チタンおよびチタン合金について，その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 透析の機構について説明せよ。次に，透析膜の医療への応用例について説明せよ。