

平成26年度第1次募集（平成25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

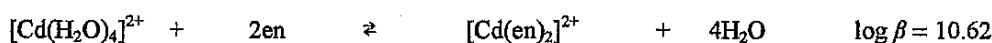
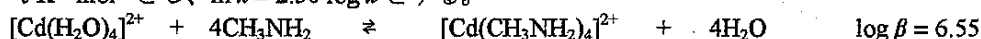
### 注意事項

- 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3頁ある。
- 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科目を解答せよ。
  - I 電気化学・物理化学（1／3頁）
  - II 生物化学工学・生物材料工学（2／3頁）
  - III 材料評価学・機能材料力学／組織学（3／3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)

I 次の I - (1) から I - (3) の設問に答えよ。

I - (1)  $[\text{Cd}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_4]^{2+}$  錯体および  $[\text{Cd}(\text{en})_2]^{2+}$  錯体の生成反応を以下に示す。それぞれの生成定数  $\beta$  の値は  $\log \beta = 6.55$  および  $\log \beta = 10.62$  である。また、下表は  $25^\circ\text{C}$  における各生成反応の熱力学的パラメータを示す。以下の問①~④に答えよ。ただし、en は  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$  を表し、気体定数は  $8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  とし、 $\ln x = 2.30 \log x$  とする。



- ①  $[\text{Cd}(\text{en})_2]\text{Cl}_2$  の名称を英語で答えよ。
- ② 表の(a) と (b) の値を計算せよ。
- ③  $[\text{Cd}(\text{en})_2]^{2+}$  の  $\beta$  は  $[\text{Cd}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_4]^{2+}$  の  $\beta$  よりも大きい。en のような配位子が生成定数を増大させる効果の名称を答えよ。
- ④ 「エントロピー」の語句を用いて、 $[\text{Cd}(\text{en})_2]^{2+}$  の  $\beta$  が  $[\text{Cd}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_4]^{2+}$  の  $\beta$  よりも大きくなる理由を答えよ。

表  $25^\circ\text{C}$  における  $[\text{Cd}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_4]^{2+}$  および  $[\text{Cd}(\text{en})_2]^{2+}$  の生成反応の熱力学的パラメータ

錯体	$\Delta G$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	$\Delta H$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	$\Delta S$ ( $\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ )
$[\text{Cd}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_4]^{2+}$	(a)	-57.3	-66.9
$[\text{Cd}(\text{en})_2]^{2+}$	-60.6	-56.5	(b)

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。
  - (i) 量子収率の定義を記述せよ。
  - (ii) モル吸光係数の定義を記述せよ。
  - (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) 励起一重項状態および励起三重項状態の電子配置を HOMO と LUMO を用いて作図せよ。
- ②  $K_{\text{SV}}$  を Stern-Volmer 定数とした場合、以下の問 (i) ~ (iii) について答えよ。
  - (i)  $K_{\text{SV}}$  を用いて Stern-Volmer 式を示せ。ただし、式に用いる文字は単位も含め定義せよ。
  - (ii) 励起一重項状態となった分子が失活する過程として、輻射失活、無輻射失活、系間交差の過程しか生じない場合を考え、それぞれの過程の失活速度定数を、 $k_{\text{R}}$ 、 $k_{\text{N}}$ 、 $k_{\text{I}}$  とした場合、励起状態の寿命( $\tau$ )と  $k_{\text{R}}$ 、 $k_{\text{N}}$ 、 $k_{\text{I}}$  の間にどのような関係が成立するか記述せよ。
  - (iii)  $K_{\text{SV}}$  および励起状態の寿命がそれぞれ  $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  および  $5.0 \text{ ns}$  であった場合、消光速度定数( $k_{\text{q}}$ )を算出せよ。

I - (3) 以下の問①~③に答えよ。

- ① 以下の文章の(ア)~(ク)に適切な語句を答えよ。  
粉末 X 線回折法は、粉末試料の同定および格子定数や結晶構造などの情報を得るために用いられる。本法では、入射 X 線が試料の構成原子の核外電子によって散乱され、回折された X 線の強度を測定している。この散乱現象は(ア) 散乱と呼ばれている。個々の原子が持つ X 線の散乱能は(イ) と呼ばれ、原子番号の(ウ) 原子ほど大きく、散乱角  $2\theta$  の値が(エ) ほど小さくなる。  
単斜晶系の雲母の粉末 X 線回折を測定したところ、 $(002x)$  [ $x=1, 2, \dots$ ] の(オ) 指数のピーク強度が顕著に高く、本来現れるべき他のピークがほとんど観測されなかった。この現象は(カ) と呼ばれ、雲母のような劈開性(へきかいせい)の強い試料で観測される。通常の方法による測定ではなく、(キ) 法を用いるか、ガラス等の(ク) 物質と試料を物理的に混合して測定することで、このような効果は低減する。
- ② 単斜晶系の格子定数の関係を、例にならって示せ。また、単斜晶系を英語で答えよ。  
(例: 立方晶系の場合、 $a=b=c$ ,  $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ )
- ③ 単斜晶系の単位格子を書き、 $(002)$  および  $[002]$  をそれぞれ図示せよ。

平成26年度第1次募集（平成25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）

2/3 頁

II 次のII-（1）からII-（3）の設問に答えよ。

II-（1）以下の問①と②に答えよ。

- ① 拮抗阻害がある時の酵素反応速度式を誘導せよ。また、阻害定数  $K_i$  を求める方法について説明せよ。
- ② a) 酵素の6大分類、b) Arrhenius プロット、および c) 酵素の失活速度について、それぞれ説明せよ。

II-（2）以下の問①と②に答えよ。

- ① 好氣的条件下と嫌氣的条件下における微生物のグルコース代謝の特性（グルコース分解の化学量論式、ATPの生成モル数の違い、およびエネルギー変換効率を必ず示せ）を比較せよ。
- ② a) 対数増殖期、b) 流加培養、および c) 工業的に利用する場合に有利な酵素の性質について、それぞれ説明せよ。

II-（3）以下の問①と②に答えよ。

- ① ポリメチルメタクリレート（PMMA）の分子構造を記し、その性質と医用材料としての応用について説明せよ。
- ② 酵素免疫測定法の原理を説明せよ。次に酵素免疫測定法の一種である ELISA 法の測定手順について、サンドイッチ法を例として説明せよ。

専門科目（材料評価学・機能材料力学／組織学） 3/3 頁

Ⅲ 次のⅢ－（1）からⅢ－（3）の設問に答えよ。

Ⅲ－（1）長さ  $l=1000.0$  mm、幅  $b=15.0$  mm、高さ  $h=20.0$  mm の片持ちりの自由端に対して、垂直方向集中荷重  $W=100.0$  N が作用する場合について、以下の問①～③に答えよ。

- ① せん断力分布式を導出し、せん断力線図を作成せよ。
- ② 曲げモーメント分布式を導出し、曲げモーメント線図を作成せよ。
- ③ 発生する最大曲げ応力  $\sigma_{\max}$  [MPa] を算出せよ。

Ⅲ－（2）元の長さ  $l_0=50.00$  mm、元の直径  $d_0=10.00$  mm、縦弾性係数  $E=200.0$  GPa、耐力  $\sigma_{0.2}=350.0$  MPa、ポアソン比  $\nu=0.300$  の丸棒に対して、垂直引張荷重  $W$  が作用する場合について、以下の問①～③に答えよ。必要であれば、 $\pi=3.14$  と  $\sqrt{2/7}=0.535$  を用いよ。

- ① 垂直引張荷重  $W=3.14$  kN が作用し、伸び  $\lambda=0.200$  mm を生じた場合について、垂直応力  $\sigma$  [MPa]、縦ひずみ  $\varepsilon$  [-]、および変形後の直径  $d'$  [mm] を算出せよ。
- ② 垂直引張荷重  $W=31.4$  kN が作用する場合について、丸棒に塑性変形が生じるか否かを説明せよ。またもし塑性変形が生じると判断する場合、同じ負荷条件下でも塑性変形が生じない直径  $d_0$  を算出せよ。
- ③ 垂直引張荷重  $W$  を増加させ続けることにより、最終的に材料の破壊が生じる。材料の破壊に関して記述した、以下の文章中の（ア）～（ク）に適切な語句を答えよ。

材料の破壊形態は、破壊に至るまでの〔ア〕変形量を基準として、ぜい性破壊と〔イ〕破壊に大別される。さらに〔ウ〕の詳細な観察により、微視的破壊形態を判断することが可能となる。微視的ぜい性破壊の典型例として〔エ〕があり、これは面間距離が大きい特定の面に沿って垂直に原子が分離する、へき開型破壊である。一方、微視的〔イ〕破壊の典型例はディンプルであり、こちらは〔オ〕面に沿った原子の移動の進行の結果として破壊に至る、せん断型破壊である。

理想へき開破壊強度  $\sigma_{th}$  および理想せん断破壊強度  $\tau_{th}$  の比  $\sigma_{th}/\tau_{th}$  から、Cu・Ag・Au 等の〔カ〕結晶構造を有する金属では  $\sigma_{th}/\tau_{th}$  の値が〔キ〕ため、へき開破壊が〔ク〕ことがわかる。

Ⅲ－（3）炭素鋼の熱処理に関する以下の問①～③に答えよ。

- ① 焼ならしについて、その目的と方法を説明せよ。
- ② 焼なましについて、その目的と方法を説明せよ。
- ③ 焼入れによる硬化（強化）メカニズムを説明せよ。