

平成26年度入学者選抜試験問題
山形大学大学院理工学研究科博士前期課程
(平成25年8月実施)

【バイオ化学工学専攻】

専門科目 2
(物理化学, 無機化学・分析化学)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の本文は1ページから6ページまでです。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの乱丁・落丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 監督者の指示に従って、すべての解答用紙に受験番号を正しく記入してください。
受験番号が正しく記入されていない場合には、採点できないことがあります。
5. 解答用紙は5枚あります。必要に応じて裏面を使用しても構いません。1問につき1枚とし、どの科目に対する解答かわかるように、それぞれの解答用紙の「受験科目」欄に科目名(「物理化学」, 「無機化学・分析化学」)と問題番号を記入してください。白紙の場合でも5枚すべて提出してください。
6. 試験終了後、問題冊子及び草案用紙は持ち帰ってください。

物理化学

科目名：物理化学

1. 次の(1)～(3)の問に答えよ。なお、解答には途中の計算過程も記入し、単位を示すこと。

- (1) 1000 W の電気湯沸かし器に 15 °C の水 1000 g が入っている。この水を 100 °C まで上昇させるのに必要な電気湯沸かし器への通電時間を計算せよ。ただし、水のもル質量は 18.0 g mol^{-1} ，この温度範囲内の水のもル定圧熱容量 $C_{p,m}$ は $75.0 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$ とする。
- (2) 運動してグルコースを 100 g だけ消費した。このとき、熱として生じたエネルギーが全て体温 37 °C の体に残ったとする。体のエントロピー変化を求めよ。なお、グルコースのもル質量は 180 g mol^{-1} ，標準燃焼エンタルピーは $-2808 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。
- (3) 反応 $A + B \rightleftharpoons C$ の平衡定数が 0.432 とわかっている。この反応を $C \rightleftharpoons A + B$ と書いたときの平衡定数を計算せよ。

2. 次の(1)～(2)の問に答えよ。

(1) 次のことばを簡単に説明せよ。

(a) 水素結合

(b) 疎水性相互作用

(2) 塩化カリウム KCl の格子エンタルピーを計算せよ。ただし、塩化カリウム，カリウム，塩素の状態変化に伴うエンタルピー変化は以下の通りとする。

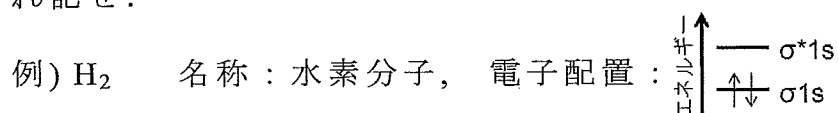
・カリウム(固体)の昇華	$+89 \text{ kJ mol}^{-1}$
・カリウム(気体)からカリウム(I)(気体)へのイオン化	$+418 \text{ kJ mol}^{-1}$
・塩素分子(気体)の解離	$+244 \text{ kJ mol}^{-1}$
・塩素原子(気体)への電子付加	-349 kJ mol^{-1}
・塩化カリウム(固体)の分解	$+437 \text{ kJ mol}^{-1}$

無機化学・分析化学

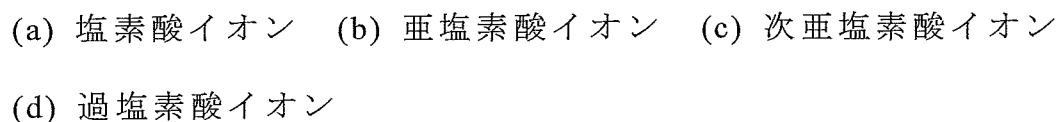
科目名：無機化学・分析化学

3. 以下の各問に答えよ.

- (1) 以下に示すイオン(a)および(b)の日本語名称と、それらの分子軌道に対する基底状態における電子配置を、以下の例を参考にしてそれぞれ記せ.

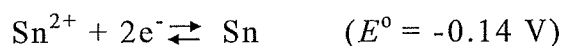
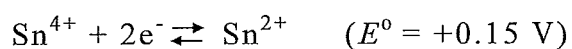


- (2) 以下に示すイオン(a)～(d)の立体構造を図示せよ. 孤立電子対が存在する場合には、それがわかるように記せ.



- (3) 塩素酸, 亜塩素酸, 次亜塩素酸, 過塩素酸について, ブレンステッド酸として強い方から順に並べて記せ.

- (4) スズ(IV)を含む水溶液に水素ガスを吹き込んだ場合に起こる反応を, 以下の標準酸化還元電位 (E^0) を参考にして, 電子を含まない化学反応式で表せ. ただし, 水溶液中の溶存酸素による影響は無視できるものとする.



4. 以下の各問に答えよ.

- (1) 以下に示すイオン(a)および(b)の電子配置を, 以下の例にならってそれぞれ記せ.

例) カルシウム(II)イオンの電子配置: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

(a) ニッケル(I)イオン

(b) 銅(II)イオン

- (2) $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ の立体構造を図示せよ. ただし, 幾何異性体および光学異性体が存在する場合には, それがわかるように記すこと.

- (3) $[\text{Mn}(\text{CO})_5]$ と $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ ではどちらがより安定に存在できるか, 理由を添えて述べよ.

5. 以下の各問に答えよ.

(1) 2.00 mol dm^{-3} の酢酸ナトリウム水溶液 2.0 cm^3 に 1.00 mol dm^{-3} の塩酸水溶液 3.0 cm^3 を混合し, 水を加えてメスフラスコを用いて 25.0 cm^3 とした. 酢酸の酸解離定数 $\text{p}K_{\text{a}} = 4.73$, 水のイオン積 $K_{\text{w}} = 1.00 \times 10^{-14}$, 各イオンの活量係数を 1.00 として次の問に答えよ. ただし, 上記の操作はすべて室温で行い, 温度による影響は無視できるものとする. また, 有効数字は 2 桁とし, 計算過程がわかるように解答すること. 必要に応じて単位も明記すること.

(a) 定容後の水溶液のナトリウムイオンの容量モル濃度を計算せよ.

(b) 定容後の水溶液の塩化物イオンの容量モル濃度を計算せよ.

(c) 定容後の水溶液に関する次の等式をそれぞれ示せ.

(ア) 物質均衡 (物質収支) に基づく式

(イ) 電荷均衡 (電荷収支) に基づく式

(ウ) 酸解離定数の式

(d) 定容後の水溶液の pH を計算せよ.

(2) 次の語句についてそれぞれ説明せよ.

(a) イオンの活量

(b) 条件つき錯生成定数 (条件安定度定数)