

2025 年度 群馬大学大学院理工学府
博士前期課程（修士課程）
応用化学プログラム

入学試験問題

専門科目

注意事項

1. 4科目中、3科目を選択して解答すること。 3科目より多く選択した場合は、0点になることがあります。
2. 解答には、それぞれの問題番号が記載された答案用紙を使用すること。
裏面を使用してもよいが、その場合には表面の受験番号記入欄に相当する部分より下の部分を使用すること。
3. 選択しない科目の答案用紙を含め、すべての答案用紙に受験番号を記入すること。
4. 選択しない科目の答案用紙には、答案用紙全体に大きく×を記すこと。
5. 問題用紙、答案用紙を持ち帰ってはならない。

2. 無機・分析化学

1

次の各問に答えよ。

1) イオン化エネルギーに関する以下の各問に答えよ。

- a) 一般に、同じ周期では周期表の右にいくほど原子の第一イオン化エネルギーは大きくなる傾向がある。この理由を記せ。
- b) a) の例外として、第一イオン化エネルギーが小さくなるところがある。以下のア) ~ コ) のうち、右側の原子の第一イオン化エネルギーが左側の原子と比べて、小さくなる場合はどれか。あてはまるものをすべて選び、その記号を答えよ。

ア) Li, Be イ) Be, B ウ) B, C エ) C, N オ) N, O

カ) Mg, Al キ) Al, Si ク) Si, P ケ) P, S コ) S, Cl

2) $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ は常磁性を示し、 $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ は反磁性を示す。この 2 つの錯体に関する以下の各問に答えよ。

- a) $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ と $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ の構造はそれぞれ次のどれか、あてはまる記号を答えよ。

ア) 八面体 イ) 四面体 ウ) 平面四角形 エ) 四方錐形

- b) $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ が常磁性を示す理由を、この錯体における Ni^{2+} の d 軌道の分裂と d 電子配置を図示し、説明せよ。

3) XeF_4 の分子の形を VSEPR (原子価殻電子対反発) モデルに基づいて推定し、その形の名称とその形を推定した理由を記せ。

2. 無機・分析化学

2

次の各問に答えよ。

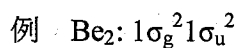
1) 下図は、酸性水溶液中のマンガンのラチマー図である。この図に基づいて、以下の各問に答えよ。矢印の上の数値は標準電位 (V vs. 標準水素電極) を示している。



- a) 酸性水溶液中で、 MnO_4^- から MnO_2 が生成する還元反応の半反応式を記せ。
- b) a) の還元反応の標準電位を有効数字 3 桁で求めよ。計算過程も記せ。
- c) 酸性水溶液中で、 HMnO_4^- が MnO_4^- と MnO_2 に不均化する反応の化学反応式を記せ。

2) 次の各問に答えよ。

- a) 基底状態における F_2 の価電子の電子配置を例にならって記せ。ただし、反転しても符号が変わらない分子軌道には g を、反転したときに符号が逆になる分子軌道には u を付けること。



- b) a) の電子配置において、結合性分子軌道にある価電子の数と反結合性分子軌道にある価電子の数をそれぞれ記せ。また、基底状態における F_2 の結合次数を求めよ。計算過程も記せ。

2. 無機・分析化学

3

次の各問に答えよ。全て計算過程も記せ。

- 1) 酸と塩基に関する以下の各問に答えよ。ただし、塩化水素の分子量は 36.46 とし、アンモニアの塩基解離定数は $K_b = 1.80 \times 10^{-5}$ 、水のイオン積 (自己プロトシス定数) は $K_w = 1.00 \times 10^{-14}$ とする。
 - a) 36.0%の濃塩酸 (密度 1.18 g cm^{-3}) を水で希釈して $0.0500 \text{ mol L}^{-1}$ の希塩酸を 500 mL 調製した。用いた濃塩酸の体積を求めよ。
 - b) a) の希塩酸の pH を小数第 2 位まで求めよ。
 - c) a) の希塩酸をさらに水で 1.00×10^6 倍に希釈した溶液の pH を小数第 2 位まで求めよ。
 - d) a) の希塩酸 10.00 mL を同じ濃度のアンモニア水で滴定した。当量点の pH を小数第 2 位まで求めよ。
- 2) 吸光光度法に関する以下の各問に答えよ。ただし、溶媒や問題文中に明示されていない物質による光の吸収や散乱は生じないものとする。
 - a) 物質 A の $2.00 \times 10^{-4} \text{ M}$ 水溶液の 400.0 nm における吸光度を光路長 2.00 mm のセルを用いて測定したところ、0.520 であった。この波長における物質 A のモル吸光係数は何 $\text{M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ か求めよ。
 - b) 水溶液中において、物質 B の波長 600.0 nm におけるモル吸光係数は $6.82 \times 10^2 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ である。物質 B の水溶液のこの波長における透過率を光路長 1.00 cm のセルを用いて測定したところ、45.6%であった。この溶液のモル濃度を求めよ。

電卓の設定及び動作確認を、以下のように行ってください。

1. 電卓のふた裏側のクイックリファレンスの一番上を見て、初期状態にして下さい。

キー操作は、

[SHIFT] [CLR] [2] [=] です。

“-----”という表示が出たら OK です。

2. 動作を確認し、操作に慣れるために、下記の計算を行い、答えを確認してください。

キー操作

1) $\log 20 = 1.30 \dots$

[log] [20] [=] “1.30 ...”

2) $\ln 20 = 2.995 \dots$

[ln] [20] [=] “2.995 ...”

3) $e^{-2} = 0.135 \dots$ (e の-2 乗)

[shift] [e^x] [-] [2] [=] “0.135 ...”

4) $10^{2.5} = 316.2 \dots$ (10 の 2.5 乗)

[10] [^] [2.5] [=] “316.2 ...”

5) $\cos(180) = -1$

[cos] [180] [=] “-1”

6) $23^5 \div 25 = 257,453.72$

[23] [^] [5] [÷] [25] [=] “257,453.72”

(カンマと小数点の違いに注意)

7) $23^{(5+25)} = 1.872 \dots$

[23] [^] [(] [5] [÷] [25] [)] [=] “1.872 ...”