

平成31年4月入学 地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

工農総合科学専攻・物質環境化学プログラム

| | | |
|--------|--------|-------|
| 専門科目 | 応用化学基礎 | 1 ページ |
| 選択専門科目 | 有機化学 | 3 ページ |
| | 無機化学 | 5 ページ |
| | 物理化学 | 6 ページ |
| | 分析化学 | 7 ページ |
| | 化学工学 | 8 ページ |

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 物質環境化学プログラムでは、必須とする専門科目（応用化学基礎）と選択専門科目の2科目を課します。
2. 選択専門科目は、有機化学、無機化学、物理化学、分析化学、化学工学のうち1科目を選択し、解答してください。
3. 答案のそれぞれに受験番号、試験科目名及び問題番号を記入してください。
4. 「応用化学基礎」は試験問題ごとに5枚の解答用紙を用いて記入してください。
5. 「選択専門科目」は1枚の解答用紙にすべての解答を記入してください。
6. 解答用紙の裏面にも記入することができます。
7. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

入学試験問題

| | |
|---------------|--|
| 科目名 応用化学基礎 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|---------------|--|

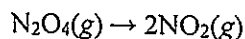
以下の問い(問1～問5)に答えよ。

問1 難溶性塩である塩化銀 AgCl を純水に入れ、溶解平衡に達するまで攪拌した。溶解平衡に達した時の AgCl の濃度を計算せよ。ただし、AgCl の溶解度積 K_{sp} は 1.00×10^{-10} とする。

問2 ホタル石型立方晶 ZrO_2 の結晶構造について、以下の小問(1)～(4)に答えよ。

- (1) Zr^{4+} イオンのみの構造の名称を答えよ。
- (2) 単位格子に、 Zr^{4+} イオンと O^{2-} イオンはそれぞれ何個ずつ含まれているかを答えよ。
- (3) 一つの Zr^{4+} イオンと一つの O^{2-} イオンにそれぞれ最も近い O^{2-} イオンと Zr^{4+} イオンは何個ずつあるかを答えよ。
- (4) ホタル石型 ZrO_2 の格子定数は A [pm] である。陰イオンと陽イオンの結合距離を求めよ。

問3 次の反応について、以下の小問(1)～(4)に答えよ。



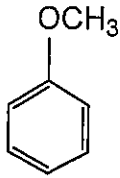
ただし、300 K における標準生成エンタルピー $\Delta_f H_{300}^\circ$ 、300 K におけるモル標準エントロピー S_{300}° 、モル定圧熱容量 C_p としては、下表の数値および記号を用いよ。ただし、各気体のモル定圧熱容量は温度に依存しない定数として扱ってよいものとする。

| | $\Delta_f H_{300}^\circ / \text{kJ mol}^{-1}$ | $S_{300}^\circ / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$ | $C_p / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$ |
|-------------|---|---|---|
| $N_2O_4(g)$ | 9.4 | x | a |
| $NO_2(g)$ | 33.2 | y | b |

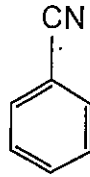
- (1) 300 Kにおける標準反応エンタルピー $\Delta_r H_{300}^\circ$ を求めよ。
- (2) 600 Kにおける標準反応エンタルピー $\Delta_r H_{600}^\circ$ を a, b を用いて示せ。
- (3) 600 Kにおける標準反応エントロピー $\Delta_r S_{600}^\circ$ を a, b, x, y を用いて示せ。
- (4) 600 Kにおいてこの反応が進行する方向を、 $\Delta_r H_{600}^\circ$ および $\Delta_r S_{600}^\circ$ の値からどのように推定するかを説明せよ。

問4 次の化合物の共鳴構造式を記せ。

(1)



(2)



問5 以下の小問(1)および(2)に答えよ。

- (1) 化学工学で使われている「定常状態」とはどのような状態か。以下の語句すべてを用いて100字以内で説明せよ。

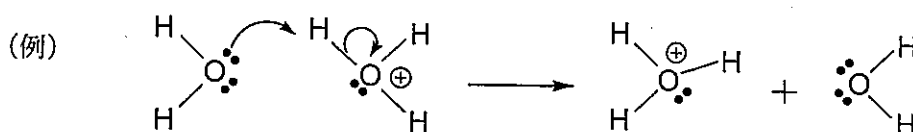
流通式反応管 流入質量 流出質量 入口 出口 濃度

- (2) ゴミ焼却炉における理論空気量と過剰空気率について説明せよ。

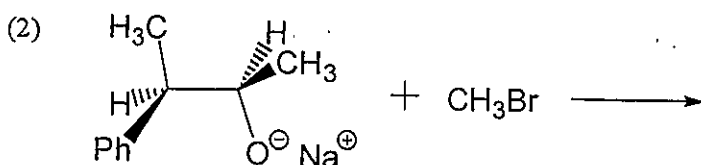
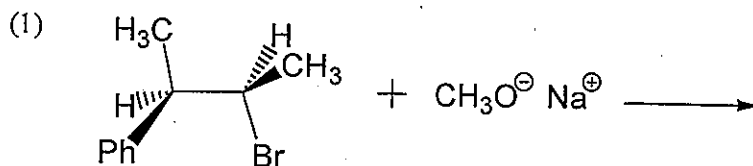
入学試験問題

| | |
|-------------|--|
| 科目名 有機化学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

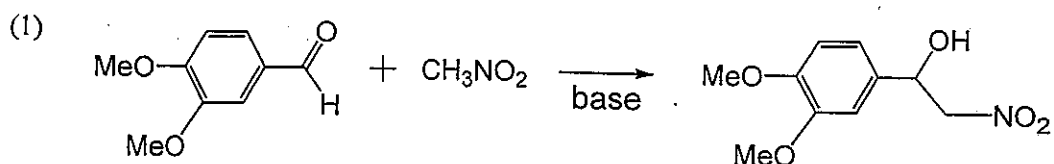
以下の問い（問1および問2）に答えよ。なお、反応機構は、下の例にならって、電子の移動を示す巻矢印を用いて記せ。

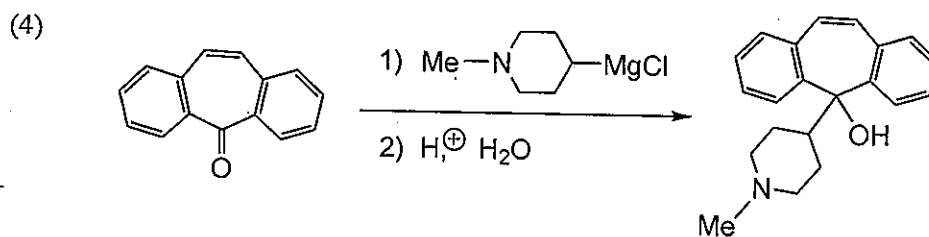
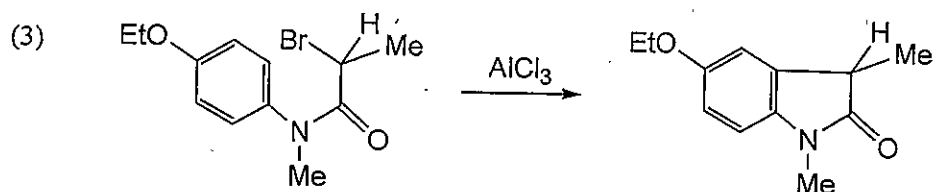
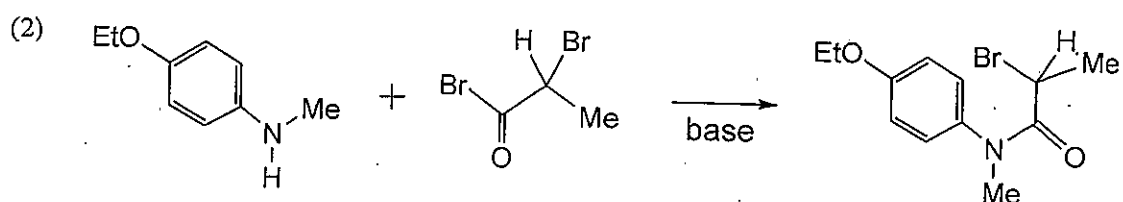


問1 次の反応の主生成物の構造式を、立体化学に配慮して記せ。



問2 次の反応の反応機構を記せ。なお、反応式中の“base”は塩基を表すものとする。





入学試験問題

| | |
|-------------|--|
| 科目名 無機化学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

次の文章を読んで、以下の問い（問1～問10）に答えよ。

元素 M と X から成る二元系化合物 A がある。この化合物 A の結晶構造は、M だけを見ると立方最密充填構造であり、X は M の間にあるすべての正八面体間隙を占めている。なお、単位格子は立方体であり、体積は最小のものである。解答にあたって、必要な物理定数等は以下の記号を用いること。

$D: e^2/(4\pi\epsilon_0)$ (ϵ_0 : 真空の誘電率, e : 素電荷) N_A : アボガドロ定数

K : 化合物 A の結晶構造のマードルング定数 p : 化合物 A 中の M と X の最短距離

問1 M と X から成るこの化合物の結晶構造は何と呼ばれるか答えよ。

問2 化合物 A の組成式を、M と X を用いて答えよ。

問3 問2で解答した化学式で示される単位は、単位格子1個あたり何個含まれるか答えよ。

問4 単位格子の格子定数 a を p で表せ。導出過程を示すこと。

問5 化合物 A の結晶中では M は1価の陽イオン M^+ となっており、 M^+ の電子配置は $[Kr]$ である。元素 M の元素記号と元素名を答えよ。

問6 元素 X は第3周期の元素である。X の原子状態での電子配置を省略なしに、すなわち、 $1s^2 2s^2 \dots$ で始まる表記法で答えよ。

問7 化合物 A の密度を ρ を用いて表せ。ただし、M, X のモル質量を、それぞれ、 m, x とせよ。導出過程を示すこと。

問8 互いに無限に離れた M^+ と X^- から結晶状態の A が生成する反応の1 mol あたりのエンタルピー変化を p , D , K , N_A を用いて表せ。ただし、イオン間の静電エネルギーの絶対値と短距離反発エネルギーの絶対値の比は1:1/9と仮定する。導出過程を示すこと。

問9 化合物 A の昇華エンタルピーを p , D , K , N_A を用いて表せ。ただし、気相状態の A は2原子分子 MX となっていて、M と X の原子間距離は p であるとする。また、2原子分子 MX の静電エネルギーと短距離反発エネルギーの比は結晶中と同じであるとする。導出過程を示すこと。

問10 元素 M の核種 ^{40}M は、半減期 12.48 億年で β -壊変する。この反応により生成する核種の記号を答えよ。ただし、質量数を左肩に示すこと。

入学試験問題

| | |
|-------------|--|
| 科目名 物理化学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

- 問 1 mol のアルゴンに次の3つの状態変化(過程A~C)を順番に行いサイクルさせる。
- 過程A) 状態1 (P_1, V_1, T_1)の気体を定容過程で可逆的に冷却し, 状態2 (P_2, V_1, T_2)とする。
- 過程B) 状態2の気体を定圧過程で可逆的に加熱し, 状態3 (P_2, V_3, T_1)とする。
- 過程C) 状態3の気体を等温過程で可逆的に圧縮し, 状態1にもどす。

気体が理想的な挙動をするとし, 次の小問(1)~(5)に答えよ。ただし, モル定容熱容量 C_V , モル定圧熱容量 C_P は温度によらず一定とする。

- (1) 横軸を体積 V , 縦軸を圧力 P として過程A~Cを示すグラフの概形を描き, 状態1~3の座標を記入せよ。
- (2) 過程Aにおけるエントロピー変化 ΔS_A を示す式を誘導せよ。
- (3) 過程Bにおけるエントロピー変化 ΔS_B を示す式を誘導せよ。
- (4) 過程Cにおけるエントロピー変化 ΔS_C を示す式を誘導せよ。
- (5) 1サイクルしたときのエントロピー変化が0となることを示せ。

入学試験問題

| | |
|-------------|--|
| 科目名 分析化学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合化学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

以下の問い（問1および問2）に答えよ。

問1 2.00×10^{-2} mol/L の M^{2+} イオンを含む酢酸緩衝液 (pH 5.00) を 2.00×10^{-2} mol/L のエチレンジアミン四酢酸・2ナトリウム溶液で滴定した。当量点においてエチレンジアミン四酢酸（以下 EDTA とする）と錯体を形成していない M^{2+} イオンの濃度を求めたい。このことについて以下の小問(1)~(4)にすべて答えよ。ただし、滴定において溶液の pH は変化しないものとし、 M^{2+} イオンは副反応を起こさないものとする。また、EDTA と M^{2+} との錯体の生成定数 β を $\beta = 10^{16.66}$ 、pH 5.00 における EDTA の副反応係数 α を $\alpha = 10^{6.66}$ とする。

- (1) pH 5.00 における EDTA と M^{2+} との錯体の条件生成定数 β' を計算せよ。
- (2) 当量点における M^{2+} の全濃度を C_M 、EDTA と結合していない M^{2+} の全濃度を $[M']$ とする。同様に、当量点における EDTA の全濃度を C_Y 、 M^{2+} と結合していない EDTA の全濃度を $[Y']$ とする。 M^{2+} および EDTA についての物質収支式をそれぞれ立てよ。必要があれば、EDTA と M^{2+} との錯体の濃度を $[M-Y]$ とせよ。
- (3) 当量点における C_M および $[M']$ を用いて β' を表せ。
- (4) 当量点において EDTA と錯体を形成していない M^{2+} イオンの濃度を計算せよ。

問2 ある色素の水溶液の透過率（透過光強度/入射光強度）を測定したところ、透過率は 0.10 であった。この水溶液を水で 2.0 倍に希釈し、同条件で測定したときの透過率を計算せよ。必要であれば、 $1/\sqrt{10} = 0.316$ を用いること。

入学試験問題

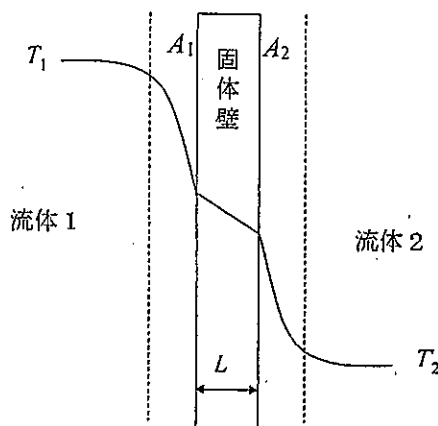
| | |
|-------------|--|
| 科目名 化学工学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

以下の問い（問1および問2）に答えよ。ただし、物性定数等が示されていない場合には、常識的な値を提示して使用すること。

問1 以下の小問(1)~(4)に答えよ。

- (1) 水はニュートン流体である。ニュートン流体におけるせん断応力とせん断速度の関係について簡単に説明せよ。
- (2) 内径（直径）10 cm の円管内を 20 °C の水が平均流速 20 cm/s で流れている。水の粘性係数（粘度）を $1.00 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ として、レイノルズ数を求めよ。
- (3) このときの流れが層流か乱流かを、その根拠を示して決定せよ。
- (4) レイノルズ数は化学工学で最も多く使われている無次元数である。上の問い(2)および(3)以外で、レイノルズ数が使われている例（図表の横軸など）を一つあげ、30 字程度で説明せよ。

問2 右図に示すような、固体壁で隔てられた2つの流体間の伝熱量 Q は以下の式から求めることができる。ここで T_1 および T_2 はそれぞれの流体の代表温度、 L は固体壁の厚さである。また、 A_1 および A_2 はそれぞれ流体 1 および 2 側の固体壁面積、 A_{av} は A_1 および A_2 の平均値である。次の小問 (1)~(4)に答えよ。



$$Q = \frac{(T_1 - T_2)}{\left(\frac{1}{h_1 A_1} + \frac{L}{k A_{av}} + \frac{1}{h_2 A_2} \right)} \quad (i)$$

- (1) 式中の変数 h を何と呼ぶか、その名称を記せ。また、その変数が持つ単位も記せ。
- (2) 流体 1 側面積 (A_1) 基準の総括伝熱係数 U_1 を求める式を記せ。流体 1 側面積基準ではなく、平均面積 (A_{av}) 基準の総括伝熱係数 U_{av} を求める式でもよい。
- (3) 伝熱量 Q を高めるには、式(i)の分母の値を小さくすることが有効であり、分母の各項の値を検討し、最も大きな値となっている項を小さくする。式中の k および h を大きくする方法について考え、それぞれ説明せよ。
- (4) 並流式の二重管熱交換器の模式図を描き、かつ流体の移動方向をその図中に矢印を用いて示せ。

平成31年4月入学 地域創生科学研究科修士課程第2次入学試験問題

工農総合科学専攻・物質環境化学プログラム

| | | |
|--------|--------|-------|
| 専門科目 | 応用化学基礎 | 1 ページ |
| 選択専門科目 | 有機化学 | 3 ページ |
| | 無機化学 | 5 ページ |
| | 物理化学 | 6 ページ |
| | 分析化学 | 7 ページ |
| | 化学工学 | 8 ページ |

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 物質環境化学プログラムでは、必須とする専門科目（応用化学基礎）と選択専門科目の2科目を課します。
2. 選択専門科目は、有機化学、無機化学、物理化学、分析化学、化学工学のうち1科目を選択し、解答してください。
3. 解答用紙のそれぞれに受験番号、試験科目名を記入してください。
4. 「応用化学基礎」は問題番号ごとに1枚の解答用紙に解答を記入してください。解答用紙の問題番号のカッコ【 】には、その用紙に解答する問題番号（問1～問5）を記入してください。
5. 「選択専門科目」は1枚の解答用紙にすべての解答を記入してください。解答用紙の問題番号のカッコ【 】には、記入の必要はありません。
6. 解答用紙の裏面にも記入することができます。
7. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙をすべて回収します。試験問題は持ち帰ってください。

第2次入学試験問題

| | |
|---------------|--|
| 科目名 応用化学基礎 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|---------------|--|

以下の問い（問1～問5）に答えよ。

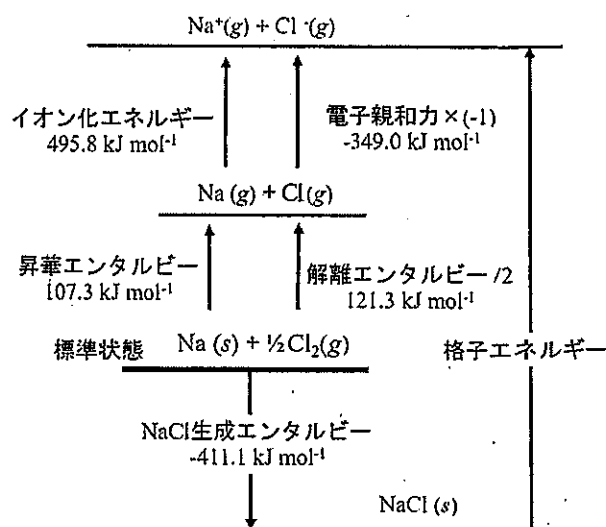
問1 三角フラスコに 0.100 mol L^{-1} 酢酸（モル質量 60.0 g mol^{-1} ）水溶液 100 mL をとり、 0.200 mol L^{-1} の水酸化ナトリウム水溶液で滴定する実験について、以下の小問(1)～(4)に答えよ。ただし、酢酸の酸解離定数 pK_a を 4.75 とする。

- (1) 0.100 mol L^{-1} 酢酸水溶液 100 mL を調製するのに、必要な酢酸の質量(g)を答えよ。
- (2) 当量点に到達するまでに加える水酸化ナトリウム水溶液の体積(mL)を計算せよ。
- (3) 上記(2)で計算した体積の半分の水酸化ナトリウム水溶液を加えた。このとき、三角フラスコ中の水溶液の pH を答えよ。
- (4) 当量点において、三角フラスコ中の溶液は、酸性か、中性か、それとも、塩基性か、理由とともに答えよ。

問2 MgBr_2 について、以下の小問(1)～(3)に答えよ。

- (1) 右図は NaCl のボルン・ハーバーサイクルである。この図にならって、 MgBr_2 結晶のボルン・ハーバーサイクルを描け。なお、標準状態は、 $\text{Mg}(s) + \text{Br}_2(l)$ とする。また、図にはエネルギーやエンタルピーの値の代わりに以下の記号を記入せよ。

- $\text{Mg}(s)$ の昇華エンタルピー： ΔH_s
- Mg の第一イオン化エネルギー： E_1
- Mg の第二イオン化エネルギー： E_2
- $\text{Br}_2(l)$ の蒸発エンタルピー： ΔH_g
- $\text{Br}_2(g)$ の解離エンタルピー： ΔH_d
- 臭素の電子親和力： A
- $\text{MgBr}_2(s)$ の生成エンタルピー： ΔH_f



- (2) 格子エネルギー U_L を(1)に記した記号を用いて表せ。
 (3) 格子エネルギー U_L を以下に記す値を用いて計算せよ。

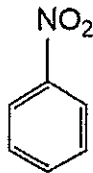
$$\Delta H_s = +148 \text{ kJ mol}^{-1}, E_1 = +738 \text{ kJ mol}^{-1}, E_2 = +1451 \text{ kJ mol}^{-1}, \Delta H_g = +31 \text{ kJ mol}^{-1},$$

$$\Delta H_d = +193 \text{ kJ mol}^{-1}, A = +324.6 \text{ kJ mol}^{-1}, \Delta H_f = -524 \text{ kJ mol}^{-1}$$

問3 完全気体の膨張に関する以下の小問(1)~(4)に答えよ。2.00 mol の完全気体 A を系とする。温度が 300 K 一定の条件で A を可逆的に膨張させると、体積が $V_1 [\text{m}^3]$ から $V_2 [\text{m}^3]$ へ変化した。

- (1) 系に加えられた熱量 $q [\text{J}]$ を導出せよ。
 (2) 系のエンタルピー変化 $\Delta H [\text{kJ mol}^{-1}]$ を導出せよ。
 (3) 系のエントロピー変化 $\Delta S [\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}]$ を導出せよ。
 (4) 縦軸を圧力 P 、横軸を体積 V とする P - V 曲線の概形を示し、この膨張過程で系がした仕事をグラフの中に図示せよ。

問4 次の化合物の共鳴構造式を記せ。



問5 水を入れたタンクの水面から深さ $h [\text{m}]$ の位置にある小孔から流出する水の速度 $u [\text{m s}^{-1}]$ を求めたい。以下の小問(1)および(2)に答えよ。

- (1) この問題を解答するとき用いられ、かつ流体に関するエネルギー保存則から導かれる式の名称を記せ。
 (2) 深さ $h [\text{m}]$ のときの $u [\text{m s}^{-1}]$ を、重力加速度 $g [\text{m s}^{-2}]$ と深さ $h [\text{m}]$ を用いて表せ。また、導出過程も記せ。

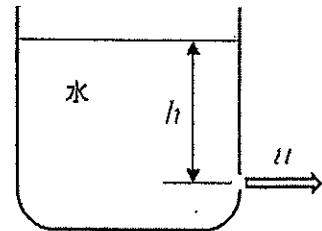


図 タンクからの液の流出

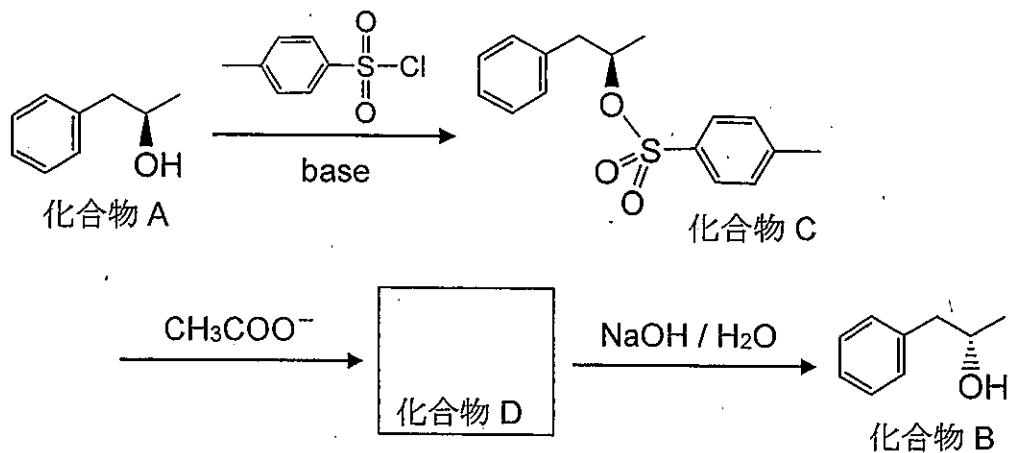
第2次入学試験問題

| | |
|-------------|--|
| 科目名 有機化学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

以下の問い（問1および問2）に答えよ。なお、反応式中の“base”は塩基を表すものとする。

問1 化合物Aを化合物Bに変換する一連の反応について、以下の小問(1)~(3)に答えよ。


(1) 化合物Dの構造式を、立体化学に配慮して記せ。

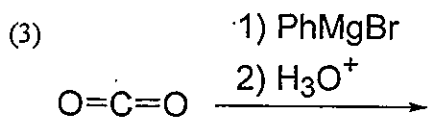
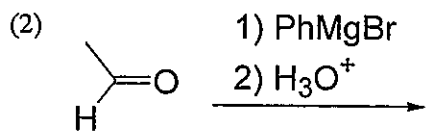
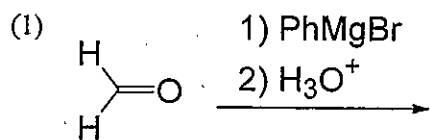


(2) 化合物Aと化合物Bの絶対配置をそれぞれ答えよ。

(3) 化合物Cに強塩基を反応させると、脱離反応が起こってアルケンを与える。このときに生成する主要なアルケンの構造式を記せ。

問2 次の反応生成物の構造式を記せ。

なお、PhMgBr \equiv -MgBr である。



第2次入学試験問題

| | |
|-------------|--|
| 科目名 無機化学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

次の文章を読んで、以下の問い（問1～問10）に答えよ。

元素 M と X から成る二元系化合物 A がある。この化合物 A の結晶構造は、M だけを見ると六方最密充填構造であり、X は M の間にあるすべての正八面体間隙を占めている。なお、単位格子は六方晶系であり、格子定数： $a=b \neq c$, $\alpha=\beta=90^\circ$, $\gamma=120^\circ$ である。解答にあたって、必要な物理定数等は以下の記号を用いること。

$D: e^2/(4\pi\epsilon_0)$ (ϵ_0 : 真空の誘電率, e : 素電荷) N_A : アボガドロ定数
 K : 化合物 A の結晶構造のマードルング定数 p : 化合物 A 中の M 原子間の最短距離

- 問1 化合物 A の結晶構造の名称を答えよ。
- 問2 化合物 A の組成式を、M と X を用いて答えよ。
- 問3 問2 で解答した化学式で表す単位は、単位格子 1 個あたり何個含まれるかを答えよ。
- 問4 単位格子の格子定数 a と c を p で表せ。なお、導出過程を示すこと。
- 問5 化合物 A の結晶中では M は 2 価の陽イオン M^{2+} となっており、 M^{2+} の電子配置は $[\text{Ar}]3d^8$ である。元素 M の元素記号と元素名を答えよ。
- 問6 元素 X は第 3 周期の元素である。X の原子状態での電子配置を省略なしに、 $1s^2 2s^2 \dots$ で始まる表記法で答えよ。
- 問7 化合物 A の密度を p を用いて表せ。ただし、M, X のモル質量を、それぞれ、 m , x とせよ。なお、導出過程を示すこと。
- 問8 互いに無限に離れた M イオンと X イオンから結晶状態の A が生成する反応の 1 mol あたりのエンタルピー変化を R , D , K , N_A を用いて表せ。ただし、 R は結晶状態の A 中の M イオンと X イオン間の距離であり、イオン間の静電エネルギーの絶対値と短距離反発エネルギーの絶対値の比は 1:1/9 と仮定する。なお、導出過程を示すこと。
- 問9 元素 X の核種 ^{35}X は、半減期 87.51 日で β -壊変する。この反応により生成する核種の記号を答えよ。ただし、質量数を左肩に示すこと。
- 問10 質量 m の放射性核種 ^{35}X による放射線の強度 I を半減期 H , 質量 m , 放射性核種 ^{35}X のモル質量 F で表せ。

第2次入学試験問題

| | |
|-------------|--|
| 科目名 物理化学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

問 圧力 1 bar 一定条件における炭酸カルシウム $\text{CaCO}_3(s)$ の熱分解反応を考える。



$\text{CaCO}_3(s)$, $\text{CaO}(s)$, $\text{CO}_2(g)$ の 300 K における標準生成エンタルピー (kJ mol^{-1}) をそれぞれ, -1208, -634, -394 とせよ。また, この反応の 300 K における標準反応エントロピー $-\Delta_r S^\circ$ を $160 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とせよ。さらに, 300 K における $\text{CO}_2(g)$ のモル定圧熱容量を $37 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ として, 次の小問 (1)~(8) に答えよ。

- (1) 300 K における標準反応エンタルピー $-\Delta_r H^\circ$ を計算せよ。
- (2) 300 K における標準反応ギブスエネルギー $-\Delta_r G^\circ$ を計算せよ。
- (3) この反応が 300 K で進行する方向を理由と共に答えよ。
- (4) モル定圧熱容量が温度に依存しない定数とみなせるとき, 500 K における $\text{CO}_2(g)$ の標準生成エンタルピーを計算せよ。
- (5) 300 K における $\text{CO}_2(g)$ のモル定容熱容量を計算せよ。
- (6) $-\Delta_r H^\circ$ および $-\Delta_r S^\circ$ が温度に依存しない定数とみなせるとき, この反応が二酸化炭素を生成する方向へ自発的に進行する温度範囲を計算せよ。
- (7) 300 K におけるこの反応が閉鎖系で起こったとすると, 外界のエントロピー変化を計算せよ。
- (8) 系のエントロピー変化と外界のエントロピー変化の値から, この反応が進行する方向を推測する方法を説明せよ。

第2次入学試験問題

| | |
|-------------|--|
| 科目名 分析化学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

以下の問い（問1および問2）に答えよ。

問1 酸化マグネシウム (MgO , モル質量 40.30 g/mol) を使ってマグネシウム濃度が 0.100 mol/L の溶液を以下の手順で調製した。以下の小問(1)~(4)に答えよ。

手順：酸化マグネシウム (A) g を 200 mL のビーカーに取り、 1.00 mol/L HCl 水溶液を 40.0 mL 加えた後、完全に溶解するまで加熱しながら攪拌した。酸化マグネシウムが溶解した後、この溶液が完全に中性となるまで 1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えた。最後に、水を加えて溶液の体積を 100 mL にした。

- (1) (A) に入る質量を計算せよ。
- (2) 中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を計算せよ。
- (3) 上記の手順で調製した水溶液に含まれる Na^+ , Cl^- のモル濃度を計算せよ。
- (4) 上記の手順で調製した水溶液のイオン強度を計算せよ。

問2 0.100 mol/L アンモニアを含む水溶液 100 mL を三角フラスコにとり、 0.200 mol/L HCl 水溶液で滴定した。当量点における三角フラスコ中の水溶液について、小問(1)~(4)に答えよ。

- (1) 当量点までに必要な 0.200 mol/L HCl 水溶液の体積を計算せよ。
- (2) 当量点において、三角フラスコ中の水溶液に存在する化学種をすべて記述せよ。
- (3) 当量点において、三角フラスコ中の水溶液に対する電荷収支式を記述せよ。
- (4) アンモニアが水と反応して、水酸化物イオンを発生させる反応式を記述せよ。

第2次入学試験問題

| | |
|-------------|--|
| 科目名 化学工学 | 専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 物質環境化学プログラム |
|-------------|--|

以下の問い（問1および問2）に答えよ。

問1 円管内層流流れにおける圧力損失 ΔP [Pa] は次のハーゲン-ポアズイユの式 (1) で表される。

$$\Delta P = \frac{32\mu Lu}{D^2} \quad \dots (1)$$

ここで、 μ [kg/(m·s)] は粘度、 L [m] は円管内長さ、 u [m/s] は流体の平均流速、 D [m] は円管直径である。 ΔP および u のみをそれぞれ $\Delta P'$ [mmHg] および u' [cm/min] に置き換えたとき、式 (1) はどのように表されるか答えよ。

問2 凝縮伝熱における滴状凝縮と膜状凝縮について以下の小問(1)および(2)に答えよ。

- (1) 滴状凝縮と膜状凝縮について、それぞれを簡潔に説明せよ。
- (2) これらの伝熱係数の大小について、その理由を含めて説明せよ。