整理番号
4

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

問　題　用　紙　　専門科目

応用化学専攻

9 枚のうち 1

受験番号	MC－

注意事項（試験開始前に必ず読むこと）

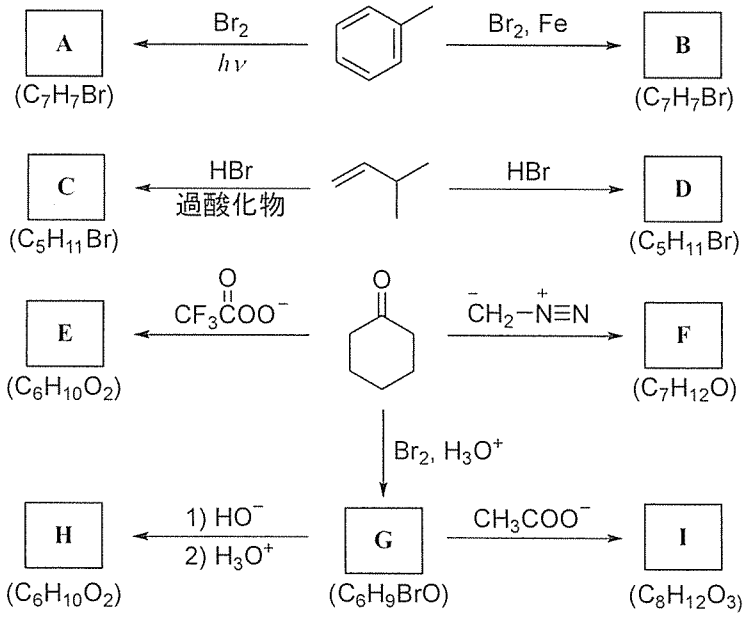
- この問題用紙は大問６題（1～6）から構成されている。
- 各問題に対する解答は、対応する解答用紙に記入すること。
- 問題用紙、解答用紙は、いずれも「解答はじめ」の指示があるまで、開いてはならない。
- 問題用紙、解答用紙、下書用紙は、すべて試験終了後に回収する。持ち帰ってはならない。

整理番号	2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程	応用化学専攻
4	問　題　用　紙　　専門科目	

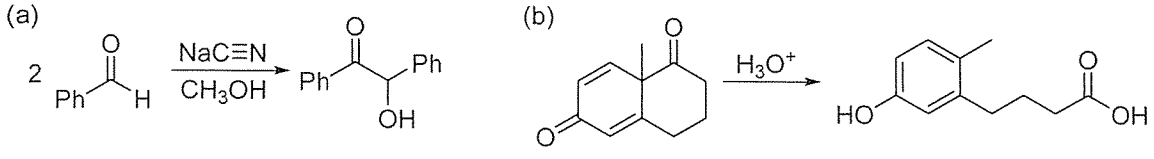
9 枚のうち 2

1　次の［1］～［2］の問に答えなさい。

［1］　次の各反応で得られる主生成物 **A**～**I** を構造式で書きなさい。ただし，生成物は，括弧内の分子式で示される。また，生成物 **H** は酸性物質である。なお，すべての生成物について，立体化学を考慮しなくてよい。



［2］　次の反応 (a) および (b) について，生成物に至るまでの反応機構を，電子の移動を示す曲がった矢印を用いて示しなさい。なお，必要に応じて中間体も記述すること。

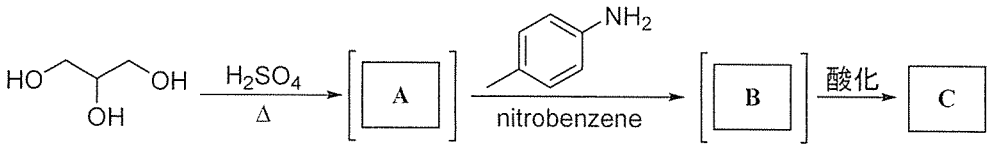


整理番号	2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程	応用化学専攻
4	問　題　用　紙　　専門科目	

9 枚のうち 3

2 次の［1］～［2］の問に答えなさい。

［1］ Skraup 合成は，次の反応式で示すように，グリセロールとアニリン誘導体を出発物質とするキノリン誘導体の合成法である。次の（1）～（3）の問に答えなさい。



なお，中間体 **A** と生成物 **C** の ^{13}C NMR は次の通りである。

A: δ194.4, 138.5, 138.0.

C: δ149.4, 146.8, 136.1, 135.2, 131.6, 129.0, 128.2, 126.5, 120.9, 21.4.

（1）グリセロールは硫酸存在下で，2 分子の水が脱離して中間体 **A** を生成する。**A** を構造式で書きなさい。

（2）中間体 **A** は酸性条件下，*p*-トルイジンと反応して環状中間体 **B** を生成し，続いてニトロベンゼンにより酸化されて生成物 **C** を与える。**B** 及び **C** を構造式で書きなさい。

（3）*p*-トルイジンの代わりに *m*-トルイジンを用いて Skraup 合成を行った場合，生成物が位置異性体の混合物として得られた。全ての異性体を構造式で書きなさい。

［2］ 次の（1）および（2）の問で示す合成経路を枠内の試薬を用いて完成させなさい。ただし，試薬によるイオン性活性種の生成と，それに続く反応は一段階として数えること。なお，試薬は矢印の上に記し，各段階で得られる生成物も記載しなさい。また，試薬は重複して使用しても構わない。

$AlCl_3$, CH_3COCl, CH_3CH_2Br, Cl_2, H_2, HCl, HNO_3, H_2SO_4, $NaNH_2$, Pd/C

（1）アセチレンから 2,2-ジクロロブタンを二段階で合成する経路を書きなさい。

（2）ベンゼンから *m*-エチルアニリンを三段階で合成する経路を書きなさい。

3

滴定に関する以下の文章を読み，〔1〕～〔4〕の問に答えなさい。
計算問題の数値解答は有効数字3桁とし，計算過程も示しなさい。

石灰岩0.2500 gに希塩酸を加えて，試料に含まれるすべての$CaCO_3$および$MgCO_3$を溶解した。発生した二酸化炭素を十分に追い出した後，イオン交換水を用いて全量フラスコ中で250.0 mLに希釈し，溶液Xを得た。①溶液Xから25.00 mLを取り，0.01000 mol L^{-1} エチレンジアミン四酢酸(以下EDTA)標準液を30.00 mL加えた。その後，pH 10.0の緩衝液を加え，これを溶液Yとした。溶液Y中に過剰に残ったEDTAを，0.01000 mol L^{-1} Zn^{2+}標準液で逆滴定したところ，終点までに4.60 mLを要した。

別に，溶液Xから25.00 mLを取り，EDTA標準液を加える前に pH 12.0 に調整した。生じた沈殿をろ過によって除去した後，ろ液Zが得られた。②ろ液Zを0.01000 mol L^{-1} EDTA標準液で滴定したところ，終点までに22.10 mLを要した。なお，実験操作はすべて25 ℃で行い，Ca^{2+}，Mg^{2+}，Zn^{2+}とEDTAの錯形成は，すべて 1:1 で進行するものとする。また，ろ過による金属イオンの損失，炭酸塩の再沈殿，および妨害金属イオンの影響は無視できるものとする。

〔1〕 下線部①の操作において，溶液X 25.00 mL中に含まれるCa^{2+}とMg^{2+}の合計物質量を求めなさい。

〔2〕 下線部②について，pH 12.0において25.00 mL中に溶存可能なCa^{2+}およびMg^{2+}それぞれの物質量を求めなさい。さらに，〔1〕で求めた答えと比較して，ろ液Z中で主として滴定された金属イオンを答えなさい。ただし，金属水酸化物の溶解度積K_{SP}は，$K_{SP}Ca(OH)_2 = 5.50 \times 10^{-6}$ mol^3 L^{-3} および$K_{SP}Mg(OH)_2 = 5.60 \times 10^{-12}$ mol^3 L^{-3}を，水のイオン積K_Wは，$K_W = 1.00 \times 10^{-14}$ mol^2 L^{-2}を，それぞれ用いなさい。

3

〔3〕 本実験で使用した石灰岩中のCaおよびMgの含有量を，それぞれ$CaCO_3$(式量100.09)および $MgCO_3$(式量 84.32)に換算した質量百分率として求めなさい。

〔4〕 〔1〕～〔3〕の定量計算では，逆滴定直前の溶液Y中で，Ca^{2+}およびMg^{2+}が過剰に加えたEDTAと十分に錯形成していることを前提としている。ここでは，Mg^{2+}とEDTAの錯形成を例に，この前提の妥当性を検証する。以下の(1)および(2)の問に答えよ。EDTAを四塩基酸H_4Yとして扱い，4個のプロトンの逐次解離に対応する解離定数Kを次のように表す。

$H_4Y \rightleftharpoons H^+ + H_3Y^-$ $\quad K_1 = \frac{[H^+][H_3Y^-]}{[H_4Y]} = 1.00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\ L^{-1}}$

$H_3Y^- \rightleftharpoons H^+ + H_2Y^{2-}$ $\quad K_2 = \frac{[H^+][H_2Y^{2-}]}{[H_3Y^-]} = 2.20 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol\ L^{-1}}$

$H_2Y^{2-} \rightleftharpoons H^+ + HY^{3-}$ $\quad K_3 = \frac{[H^+][HY^{3-}]}{[H_2Y^{2-}]} = 6.90 \times 10^{-7}\ \mathrm{mol\ L^{-1}}$

$HY^{3-} \rightleftharpoons H^+ + Y^{4-}$ $\quad K_4 = \frac{[H^+][Y^{4-}]}{[HY^{3-}]} = 5.50 \times 10^{-11}\ \mathrm{mol\ L^{-1}}$

錯形成していないEDTAの全濃度を$[C_{H_4Y}]$とし，$[C_{H_4Y}] = [H_4Y] + [H_3Y^-] + [H_2Y^{2-}] + [HY^{3-}] + [Y^{4-}]$ とする。また，$[C_{H_4Y}]$に対する$[Y^{4-}]$の存在分率をα_4とすると，$[Y^{4-}] = \alpha_4[C_{H_4Y}]$ となる。

(1) α_4をK_1, K_2, K_3, K_4および$[H^+]$を用いて表しなさい。

(2) Mg^{2+} − EDTA錯体の条件つき生成定数K'_{MgY}を$K'_{MgY} = \alpha_4 K_{MgY}$とする。$Mg^{2+}$ − EDTA錯体の濃度を$[MgY^{2-}]$とし，溶液Y中のMg種の全濃度$[Mg]'$を，$[Mg]' = [Mg^{2+}] + [MgY^{2-}]$とする。下線部①において，溶液Y中に存在する錯形成していないMg^{2+}の割合 $[Mg^{2+}]/[Mg]'$を%で求めなさい。ただし，K_{MgY}は$K_{MgY} = 5.01 \times 10^8\ \mathrm{L\ mol^{-1}}$，逆滴定直前の溶液Yの体積は55.00 mLとし，緩衝液添加による体積変化は無視できるものとする。

整理番号
4

2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

問　題　用　紙　　専門科目

応用化学専攻

9枚のうち6

受験番号	MC－

4

次の〔1〕～〔5〕の問に答えなさい。

〔1〕 N_2とO_2の分子基底状態の電子配置を解答用紙中の例に沿って図示しなさい。また，どちらの分子の結合がより強いと考えられるか，それぞれの結合次数とともに答えなさい。

〔2〕 一般に，分子やイオンの構造および磁性は，価電子数や電子配置に大きく影響される。価電子数の異なる窒素酸化物 NO_2^+，NO_2，NO_2^-のうち，O－N－O結合角が最も大きい化学種を答えなさい。また，その化学種が反磁性または常磁性のいずれを示すか答えなさい。

〔3〕 錯体の性質は，配位原子の違いや中心金属イオンとの電子的相互作用により変化する。$[Co(NH_3)_5(NO_2)]Cl_2$は，色の異なる2種の結合異性体(連結異性体)を示すことで知られる。2種の異性体の結合様式の違いを示し，色が異なる理由を80字以上120字以内で説明しなさい。

〔4〕 八面体錯体$[Fe(CN)_6]^{3-}$および$[Fe(H_2O)_6]^{3+}$のd軌道のエネルギー準位図を，e_g軌道とt_{2g}軌道のエネルギー差が明確にわかるように描き，d電子を配置しなさい。また，それぞれの錯イオンにおけるスピンのみの磁気モーメントを，単位をμ_Bとして計算過程も含め有効数字3桁で求めなさい。ただし，CN^-は強配位子場配位子，H_2Oは弱配位子場配位子として扱うものとする。

〔5〕 以下の5つの八面体カルボニル錯体または錯イオンA: $Cr(CO)_6$，B: $[Fe(CO)_6]^{2+}$，C: $[Mn(CO)_6]^+$，D: $[Ti(CO)_6]^{2-}$およびE: $[V(CO)_6]^-$を比較したとき，赤外吸収スペクトルにおけるCO基の伸縮振動の振動数が最も低いと考えられるものを，80字以上120字以内で理由とともに答えなさい。ただし，A~Eのいずれにおいても，COは強配位子場を与えるπ受容体配位子として働くものとする。

整理番号
4

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

問　題　用　紙

専門科目

応用化学専攻

9 枚のうち 7

5　以下の[1]～[4]の問に答えなさい。答えを導く過程, 計算も記述すること。

A から B が生成され, 順反応と逆反応の両方が 1 次である次の反応について考える。

$$\mathrm{A} \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} \mathrm{B}$$

ここで, k_1, k_2 は各素反応の速度定数を表す。A, B の濃度はそれぞれ[A], [B]とし, $t = 0$ のときの A の濃度を$[\mathrm{A}]_0$, B の濃度を $[\mathrm{B}]_0$ とする。ただし, $[\mathrm{B}]_0 = 0$ とする。

〔1〕 この反応における A の生成速度を反応に関わる化学種の濃度[A], [B]と速度定数 k_1, k_2 を用いて求めなさい。

〔2〕 [A]を, t, k_1, k_2, $[\mathrm{A}]_0$ を用いて求めなさい。必要があれば, 下の公式を用いなさい。a, b を任意の定数とすると,

$$\frac{dy}{dt} + ay = b$$

の形の微分方程式の解は,

$$y = \frac{b}{a} + C\, e^{-at}$$

である。ただし, C は積分定数である。

〔3〕 この反応が平衡状態にあるときの A の濃度を$[\mathrm{A}]_{eq}$, B の濃度を$[\mathrm{B}]_{eq}$ とする。$[\mathrm{A}]_{eq}$ および$[\mathrm{B}]_{eq}$ を k_1, k_2, $[\mathrm{A}]_0$ を用いて求めなさい。

〔4〕 この反応の平衡定数 K を求めなさい。

整理番号
4

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

問　題　用　紙　　専門科目

応用化学専攻

9 枚のうち 8

受験番号	MC－

6　以下の[1]～[4]の問に答えなさい。答えを導く過程，計算も記述すること。以下の気体は完全気体として扱いなさい。

エチン (アセチレン)からエテン (エチレン)への水素化反応

$$C_2H_2\,(g) + H_2\,(g) \rightarrow C_2H_4\,(g) \qquad (1)$$

を考える。

298 K における下記の反応の水の生成に関する標準反応エンタルピーは－286 kJ mol^{-1} である。

$$H_2\,(g) + \frac{1}{2}\,O_2\,(g) \rightarrow H_2O\,(l) \qquad (2)$$

298 K における下記の反応のエテン (エチレン)の燃焼に関する標準反応エンタルピーは－1411 kJ mol^{-1} である。

$$C_2H_4\,(g) + 3\,O_2\,(g) \rightarrow 2H_2O\,(l) + 2CO_2\,(g) \qquad (3)$$

298 K における下記の反応のエチン (アセチレン) の燃焼に関する標準反応エンタルピーは－1300 kJ mol^{-1} である。

$$C_2H_2\,(g) + \frac{5}{2}\,O_2\,(g) \rightarrow H_2O\,(l) + 2CO_2\,(g) \qquad (4)$$

必要であれば気体定数 8.314 J K^{-1} mol^{-1} を用いなさい。ただし，モル定圧熱容量が全温度範囲で定数であるとして計算しなさい。

〔1〕 298 K における(1)の反応の標準反応エンタルピー$\Delta_r H^{\ominus}$を求めなさい。

〔2〕 標準反応内部エネルギー($\Delta_r U^{\ominus}$)とは，すべての反応物と生成物が標準状態にあるとき，化学反応に伴って変化する系の内部エネルギーの総量である。298 K における(1)の反応の標準反応内部エネルギー$\Delta_r U^{\ominus}$を求めなさい。

6

〔3〕 (1)の反応の量論係数の重みをつけた標準条件における生成物と反応物のモル熱容量の差 $\Delta_r C_p^{\ominus}$ を求めなさい。エテン (エチレン), エチン (アセチレン), 水素のモル定圧熱容量 $C_{p,m}^{\ominus}$ は, それぞれ 43.56 J K^{-1} mol^{-1}, 43.93 J K^{-1} mol^{-1}, 28.82 J $K^{-1}mol^{-1}$ とする。

〔4〕 348 K における(1)の反応の標準反応エンタルピー $\Delta_r H^{\ominus}$を求めなさい。

解答例

整理番号
4

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

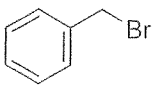
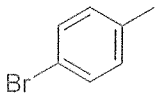
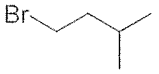
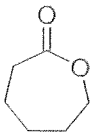
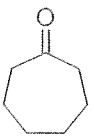
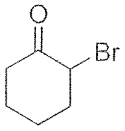
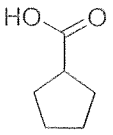
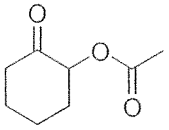
解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	応用化学専攻	MC－	

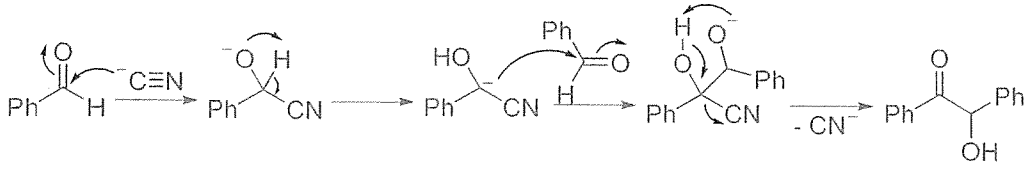
9 枚のうち 1

1

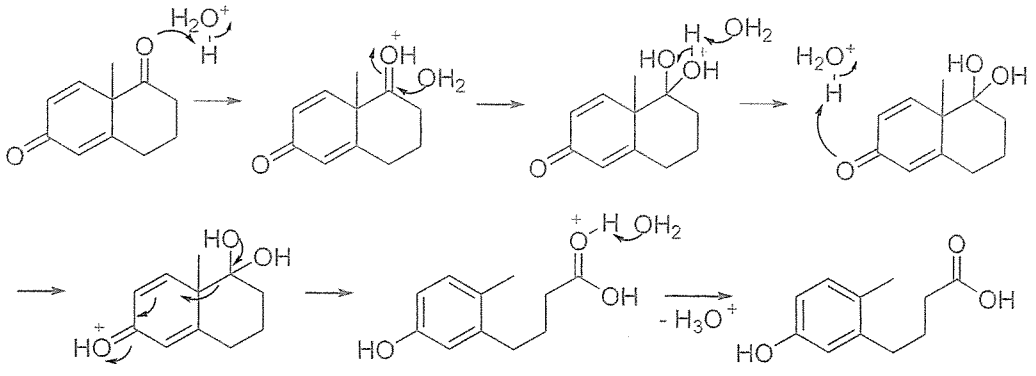
〔1〕

A 	**B** 	**C** 
D 	**E** 	**F** 
G 	**H** 	**I** 

〔2〕 (a)



(b)



解答例

整理番号
4

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

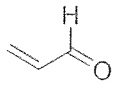
試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	応用化学専攻	MC－	

9 枚のうち 2

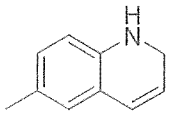
2

〔1〕

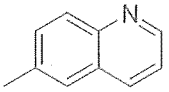
（1）A の構造式



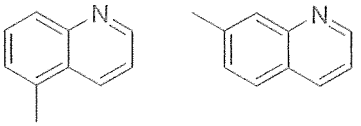
（2）B の構造式



（2）C の構造式

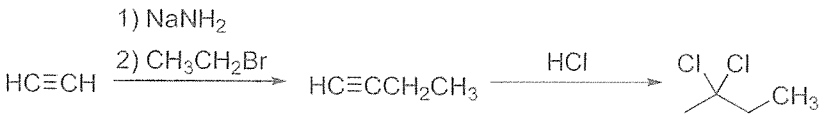


（3）

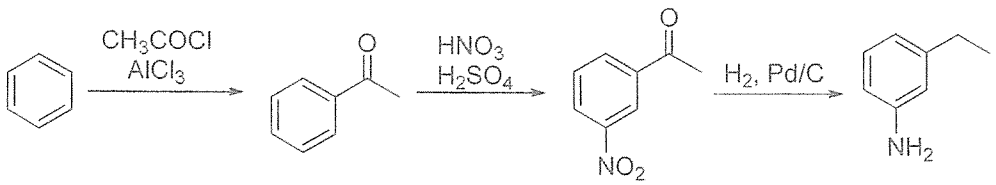


〔2〕

（1）



（2）



解答例

整理番号
4

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	応用化学専攻	MC−	

9 枚のうち 3

3

〔1〕 加えたEDTAの物質量 : $0.01000 \times 30.00 \times 10^{-3} = 3.000 \times 10^{-4}$ mol

過剰に残ったEDTAの物質量 : $0.01000 \times 4.60 \times 10^{-3} = 4.60 \times 10^{-5}$ mol

Ca^{2+}とMg^{2+}の合計物質量

= pH 10.0でZn^{2+}標準液と反応し錯形成に使用されたEDTAの物質量

= $3.000 \times 10^{-4} - 4.60 \times 10^{-5}$

= 2.54×10^{-4} mol

〔2〕 pH 12.0の溶液中において溶存し得るMg^{2+}の濃度 $[Mg^{2+}]_{sat}$

$$[Mg^{2+}]_{sat} = \frac{K_{sp}}{[OH^-]^2} = \frac{5.60 \times 10^{-12}}{(1.00 \times 10^{-2})^2} = 5.60 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$$

25.00 mLの溶液中に溶存し得るMg^{2+}の物質量$n_{[Mg^{2+}]_{sat}}$は,

$n_{[Mg^{2+}]_{sat}} = 5.60 \times 10^{-8}$ mol $L^{-1} \times 0.02500$ L = 1.40×10^{-9} mol

pH 12.0の溶液中において溶存し得るCa^{2+}の濃度 $[Ca^{2+}]_{sat}$

$$[Ca^{2+}]_{sat} = \frac{K_{sp}}{[OH^-]^2} = \frac{5.50 \times 10^{-6}}{(1.00 \times 10^{-2})^2} = 5.50 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

25.00 mLの溶液中に溶存し得るCa^{2+}の物質量$n_{[Ca^{2+}]_{sat}}$は,

$n_{[Ca^{2+}]_{sat}} = 5.50 \times 10^{-2}$ mol $L^{-1} \times 0.02500$ L = 1.38×10^{-3} mol

〔1〕の答えと比較すると，$n_{[Mg^{2+}]_{sat}} \ll 2.54 \times 10^{-4}$mol より，$Mg^{2+}$は$Mg(OH)_2$としてほぼ沈殿除去される。一方で，$n_{[Ca^{2+}]_{sat}} \gg 2.54 \times 10^{-4}$mol より，$Ca^{2+}$は$Ca(OH)_2$として沈殿せず，ろ液Z中で溶存し得る。よって，ろ液Z中で主として滴定された金属イオンはCa^{2+}である。

解答例

整理番号
4

2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	応用化学専攻	MC－	

9枚のうち4

3

〔3〕 溶液X 25.00 mL中のCa^{2+}の物質量 ＝ ろ液Zの滴定で錯形成に使用されたEDTAの物質量：

$0.01000 \times 22.10 \times 10^{-3} = 2.21 \times 10^{-4}$mol

→ 試料中の全Ca^{2+} ＝ 2.21×10^{-3}mol（溶液X 250 mL中）

溶液X 25.00 mL中のMg^{2+}の物質量 ＝ $(2.54 - 2.21) \times 10^{-4} = 3.30 \times 10^{-5}$mol

→ 試料中の全Mg^{2+} ＝ 3.30×10^{-4}mol（溶液X 250 mL中）

$CaCO_3$の質量百分率 ＝ $\frac{2.21\times10^{-3}\times100.09\times100}{0.2500} = 88.5\%$

$MgCO_3$の質量百分率 ＝ $\frac{3.30\times10^{-4}\times84.32\times100}{0.2500} = 11.1\%$

〔4〕 (1) $\alpha_4 = \frac{K_1K_2K_3K_4}{\{[H^+]^4+K_1[H^+]^3+K_1K_2[H^+]^2+K_1K_2K_3[H^+]+K_1K_2K_3K_4\}}$

(2) pH 10.0の$[H^+]$は，$[H^+] = 1.00 \times 10^{-10}$ mol L^{-1} であるため、(1)の式に代入すると，$\alpha_4 = 0.355$

$K'_{MgY} = \alpha_4 K_{MgY} = 0.355 \times 5.01 \times 10^8 = 1.78 \times 10^8$

また$\frac{[MgY^{2-}]}{[Mg^{2+}][C_{H_4Y}]} \leftrightarrow \frac{[MgY^{2-}]}{[Mg^{2+}]} = K'_{MgY}[C_{H_4Y}]$

$$\frac{[Mg^{2+}]}{[Mg]'} = \frac{[Mg^{2+}]}{[Mg^{2+}]+[MgY^{2-}]} = \frac{1}{1+\frac{[MgY^{2-}]}{[Mg^{2+}]}} = \frac{1}{\{1+K_{MgY}\alpha_4[C_{H_4Y}]\}}$$

$$= \frac{1}{\left\{1+5.01\times10^8\times0.355\times\frac{4.60\times10^{-5}}{55.00\times10^{-3}}\right\}} = 6.72\times10^{-6} \rightarrow 6.72\times10^{-4}\ \%$$

解答例

整理番号
4

2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

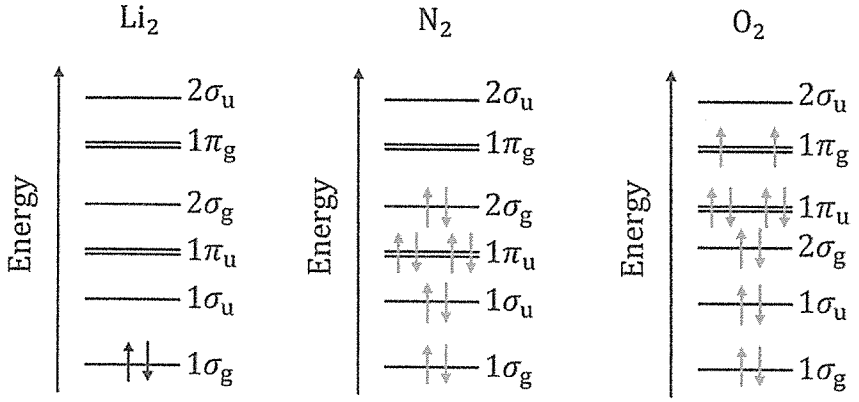
解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	応用化学専攻	MC−	

9枚のうち5

4

〔1〕



図．電子配置図の例．

N_2 の結合次数は3，O_2 の結合次数は2であり，N_2 の方が結合が強い。

〔2〕　最大はNO_2^+であり，反磁性

〔3〕　異性体の一方はNO_2^-がN原子でCo中心に配位し，もう一方はO原子で配位する。配位原子の違いにより配位子場や電子遷移エネルギーが変化し，吸収する可視光の波長が変化するため色が異なる。

解答例

整理番号
4

2026年度10月・2027年度4月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

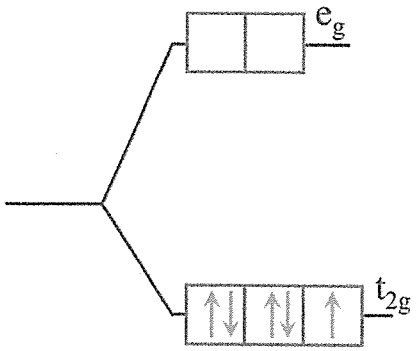
試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	応用化学専攻	MC−	

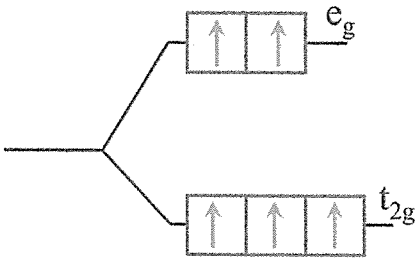
9枚のうち6

4

〔4〕

$[Fe(CN)_6]^{3-}$　　$[Fe(H_2O)_6]^{3+}$





錯イオン中の不対電子数をnとおくと，スピンのみの磁気モーメントμは$\mu = \sqrt{n(n+2)}$

$\mu([Fe(CN)_6]^{3-}) = \sqrt{1(1+2)} = 1.73\ \mu_B$　　$\mu([Fe(H_2O)_6]^{3+}) = \sqrt{5(5+2)} = 5.92\ \mu_B$

〔5〕

A~Eはいずれも形式的にd^6で18電子則を満たす。Dは2価陰イオンであり負電荷が最も大きく，金属からCOのπ^*軌道への逆供与が最も強い。そのためDのCO結合が最も弱まり，CO基の伸縮振動の振動数が最も低い。

解答例

整理番号
4

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	応用化学専攻	MC－	

9 枚のうち 7

5

〔1〕

A の生成速度は,

$\frac{d[A]}{dt} = -k_1[A] + k_2[B]$　(答)

〔2〕

A の初濃度が$[A]_0$, 初めに B が無かったとすると, 常に $[A] + [B] = [A]_0$ なので,

$$\frac{d[A]}{dt} = -k_1[A] + k_2[B]$$
$$= -k_1[A] + k_2([A]_0 - [A]) = k_2[A]_0 + (-k_1 - k_2)[A]$$

となり,

$$[A] = \frac{k_2[A]_0}{k_1 + k_2} + C\,e^{-(k_1+k_2)t}$$

となる。初期条件は, $t = 0$, $[A] = [A]_0$ なので,

$$[A]_0 = \frac{k_2[A]_0}{k_1 + k_2} + C$$

となり,

$$C = [A]_0 - \frac{k_2[A]_0}{k_1 + k_2}$$
$$= \frac{k_1[A]_0 + k_2[A]_0 - k_2[A]_0}{k_1 + k_2} = \frac{k_1[A]_0}{k_1 + k_2}$$

よって、

$$[A] = \frac{k_2[A]_0}{k_1 + k_2} + \frac{k_1[A]_0}{k_1 + k_2}\,e^{-(k_1+k_2)t}$$
$$= \frac{k_2 + k_1\,e^{-(k_1+k_2)t}}{k_1 + k_2}[A]_0$$　(答)

解答例

整理番号
4

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	応用化学専攻	MC－	

9 枚のうち 8

5

〔3〕

$t \rightarrow \infty$ になるにつれて，濃度は全て平衡値に近づくので，

$$[A]_{eq} = \frac{k_2[A]_0}{k_1 + k_2}$$

$$[B]_{eq} = [A]_0 - [A]_{eq}$$

$$= [A]_0 - \frac{k_2[A]_0}{k_1 + k_2}$$

$$= \frac{k_1[A]_0 + k_2[A]_0 - k_2[A]_0}{k_1 + k_2}$$

$$= \frac{k_1[A]_0}{k_1 + k_2}$$

〔4〕

$$K = [B]_{eq} / [A]_{eq}$$

$$= \frac{k_1[A]_0}{k_1 + k_2} / \frac{k_2[A]_0}{k_1 + k_2}$$

$$= \frac{k_1}{k_2}$$

K の導出は，平衡時の反応速度は等しいため，$k_2[B]_{eq} = k_1[A]_{eq}$ から導いた場合も正解とする。

解答例

整理番号
4

2026 年度 10 月・2027 年度 4 月入学　東京農工大学大学院工学府博士前期課程

解　答　用　紙

試験科目	専　攻	受験番号	評　点
専門科目	応用化学専攻	MC－	

9 枚のうち 9

6

〔1〕

$\Delta_r H^\ominus = \Delta_C H^\ominus(2) - \Delta_C H^\ominus(3) + \Delta_C H^\ominus(4)$

$= [(-286) - (-1411) + (-1300)]\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$

$= -175\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$

〔2〕

$\Delta_r U^\ominus = \Delta_r H^\ominus - \Delta n_g RT$

$= -175\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}} - (-1) \times (298\ \mathrm{K} \times 8.314\ \mathrm{JK^{-1}mol^{-1}})$

$= -173\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$

〔3〕

$\Delta_r C_p^\ominus = C_{p,m}^\ominus\ (C_2H_4, g) - C_{p,m}^\ominus\ (C_2H_2, g) - C_{p,m}^\ominus\ (H_2, g)$

$= (43.56 - 43.93 - 28.82)\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$

$= -29.19\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$

〔4〕

$\Delta_r H^\ominus = -175\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}} - (29.19\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}) \times (348 - 298\ \mathrm{K})$

$= -176\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$

2026 年度 10 月入学
2027 年度 4 月入学
東京農工大学大学院工学府
博士前期課程（修士）入学試験
口述試験 評価の観点

【口述試験（生体医用システム工学専攻・応用化学専攻・化学物理工学専攻・機械システム工学専攻・知能情報システム工学専攻)】

口述試験においては、工学府および各専攻の掲げるアドミッションポリシーに基づき、志望専攻の専門性に基づいた問題発見・解決能力、専門分野での活動を通じて社会的・国際的に貢献することへの挑戦的意識・意欲、高いコミュニケーション能力（日本語、外国語を問わず）等を、質疑応答を通して総合的に評価しました。