年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/物理化学
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

【解答】

［1］

（1）

① 固体および液体（凝縮相）から気相への変化の際に成立する。

② 気相のモル体積は凝縮相（液相、固相）のものに対して非常に大きいので、モル体積変化は気体の体積と近似できる。クラペイロンの式と理想気体の状態方程式を組み合わせると、

$$\frac{\mathrm{d}P}{\mathrm{d}T} = \frac{P\Delta\bar{H}}{RT^2}$$

$$\frac{\mathrm{d}P}{P} = \mathrm{d}\ln P = \frac{\Delta\bar{H}\,\mathrm{d}T}{RT^2}$$

③ クラウジウス－クラペイロンの式を積分すると、以下の式が得られる。

$$\ln\frac{P_2}{P_1} = -\frac{\Delta\bar{H}}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\ln\frac{P_2}{1.00\ \mathrm{atm}} = -\frac{39.3\times10^3\ \mathrm{J\ mol^{-1}}}{8.314\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}}\left(\frac{1}{303.2\ \mathrm{K}} - \frac{1}{351.5\ \mathrm{K}}\right) = -2.142$$

$$P_2 = (1\ \mathrm{atm})e^{-2.142} = 0.117\ \mathrm{atm}$$

（２）

①

$$\Delta S_a = nR \ln \frac{V_f}{V_i} = \frac{P_i V_i}{R T_i} R \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$= \frac{P_i V_i}{T_i} \ln \frac{V_f}{V_i}$$

②

$$\Delta S_b = n \bar{C}_V \ln \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_i V_i}{R T_i}\right) \times \frac{3}{2} R \ln \frac{T_f}{T_i} = \left(\frac{P_i V_i}{T_i}\right) \times \ln \left(\frac{T_f}{T_i}\right)^{3/2}$$

［２］

（１）

① $3N - 6$

② 分子の長軸回りの回転の自由度が減るため、１つ少ない。

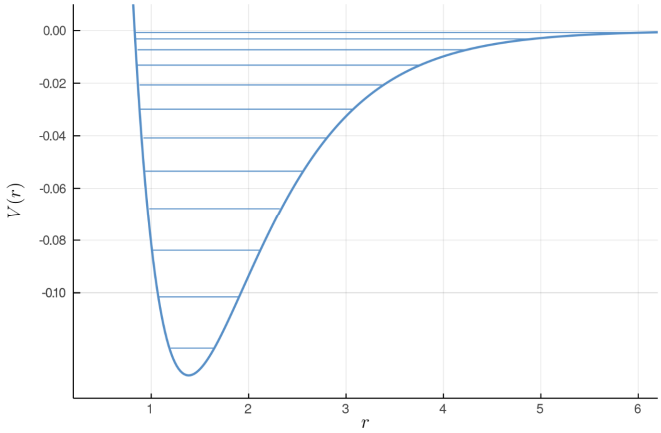
（２）

① $667\ \mathrm{cm^{-1}}$のもの。

② 対称的な振動で、電子双極子モーメントの大きさが変化しないから。

（３）

①



こういう図を描いて、解離型のポテンシャルであること、エネルギーが高いほど振動準位の間隔はつまってくることを述べていればよし。

② $13300\ \mathrm{cm^{-1}}$と$16700\ \mathrm{cm^{-1}}$を波長に直すと、750 nm と 600 nm となり、4 倍音と 5 倍音が可視光領域の赤から橙色の領域を吸収するので、短波長側の青い光が残る。そのため、水は青く見える。

［３］

（１）

① T_1

②点aでは液体中の成分Aの濃度が高いが、気体中では逆に成分Bの方が多い。そのため、蒸留を続けていくと蒸留物では成分Bの濃度が高くなるが、共沸点に達するとそれ以上高くはならないので、蒸留物のX_Aの値は0.46程度に落ち着く。

（２）

① 成分Bがまず析出してくる。

② 0.70

③ すべて固体となっている。

④ 0.85

【出題意図】

問題［１］に関しては式の導出と計算問題が中心であったが、その他に関しては、説明問題が多く、どういう現象がなぜ起こるのか文章で正確に書く能力が問われた。

［１］熱力学の理解度を確認する為、エンタルピー、エントロピー、ギブズエネルギーに関する学部１年生レベルの問題を出題した。

［２］分子の基準振動に関する問題であり、振動の自由度、縮退、赤外活性、非調和性等の基本的な事項について出題した。

［３］混合系の相図（気液平衡と固液平衡）に関する問題であり、温度変化に対して系がどのように応答するのか問うた。

年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/無機化学
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

【解答】

［1］

（1）H 水素, Li　リチウム, Na　ナトリウム, K　カリウム, Rb　ルビジウム, Cs　セシウム, Fr　フランシウム　のうち 3 つ

（2）ns^2 であり、電子を 2 つ除いた構造が安定である。したがって酸化数は+2 が安定。

（3）閉殻構造であるため。

（4）I > Br > Cl > F

［2］

（1）(a) $2\,Cu + O_2 \rightarrow 2\,CuO$ (b) $4\,CuO \rightarrow 2\,Cu_2O + O_2$

（2）4.44 g

［3］

（1）塩化セシウム型構造

（2）陽イオン：1つ　陰イオン：1つ

（3）8配位

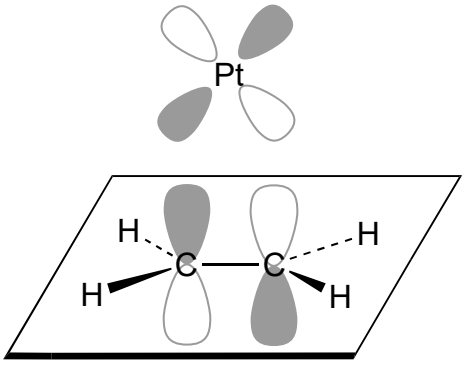
（4）ア：8　イ：$\frac{2}{\sqrt{3}}d$　ウ：6　エ：陽　オ：$\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{6\sqrt{3}}{2d}\left(=\frac{3\sqrt{3}e^2}{4\pi\varepsilon_0 d}\right)$

［4］

（1）ア：π　　イ：π^*

（2）+2 価

（3）① π 逆供与　　②



【出題意図】

[1] 元素についての理解度を確認する為、元素名、元素記号、電子構造、原子半径に関する問題を出題した。

[2] 無機化学における化学反応の理解度を確認する為、化学反応式およびこれに関連する質量の計算に関する問題を出題した。

[3] 結晶構造の知識や理解度を確認する為、結晶構造の名称や配位数、またマーデルング定数に関する問題を出題した。

[4] 錯体化学に関する理解度を確認する為、金属錯体における結合について分子軌道法の観点から問う問題を出題した。

年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/分析化学
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

【解答】

[1]

HCl は水溶液中で完全解離しているとできるため、HCl の総濃度 C_A を表す物質収支の関係式は (1) 式である。

$$C_A = [Cl^-] \qquad (1)$$

また、水の自己解離平衡の平衡定数 K_w は (2) 式で定義される。

$$K_w = [H^+]\,[OH^-] \qquad (2)$$

HCl の電離と水の自己解離平衡を考慮したとき、電荷収支の関係式は (3) 式となる。

$$[H^+] = [OH^-] + [Cl^-] \qquad (3)$$

(3) 式へ (1) 式と (2) 式を代入して整理すると、(4) 式の二次方程式が得られる。

$$[H^+] = \frac{K_w}{[H^+]} + C_A$$

$$[H^+]^2 - C_A[H^+] - K_w = 0 \qquad (4)$$

$C_A = 1.0 \times 10^{-7}$、$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ を代入して (4) 式を解くと、正の値を取るべき $[H^+]$ は (5) 式のように計算される。

$$[H^+] = \frac{1.0 \times 10^{-7} + \sqrt{1.0 \times 10^{-14} + 4 \times 1.0 \times 10^{-14}}}{2}$$

$$= \frac{1.0 + \sqrt{5.0}}{2} \times 10^{-7} = 1.618\cdots \times 10^{-7} \qquad (5)$$

$$\mathrm{pH} = -\log\left(1.618\cdots \times 10^{-7}\right) = 6.7910\cdots$$

したがって、pH の値は 6.79 となる。

［2］

（1）$C_M \ll C_L$ の条件なので、$[L] \fallingdotseq C_L$ と近似できる。このとき、β_1 と β_2 の定義式から、[ML] と $[ML_2]$ はそれぞれ (1) 式と (2) 式で与えられる。

$$[ML] = \beta_1[M]C_L = 10^{3.0} \times [M] \times 10^{-2.0} = 10^{1.0} \times [M] \qquad (1)$$

$$[ML_2] = \beta_2[M]{C_L}^2 = 10^{4.6} \times [M] \times \left(10^{-2.0}\right)^2 = 10^{0.6} \times [M] \qquad (2)$$

したがって、[ML] と $[ML_2]$ の間には $[ML] > [ML_2]$ の関係があるため、問題文の記述には誤りがある。正しい記述の例は以下の通り：

錯体 ML および ML_2 の全生成定数がそれぞれ $\log\beta_1 = 3.0$ および $\log\beta_2 = 4.6$ であり、金属イオン M および配位子 L の総濃度がそれぞれ $C_M = 10^{-5.0}$ mol dm^{-3} および $C_L = 10^{-2.0}$ mol dm^{-3} であるとき、$[ML] > [ML_2]$ の関係がある。

（2）金属錯体 ML の生成定数を β とし、配位子 L が HL^+ のようにプロトン付加する（HL^+ の酸解離定数を K_a）とする。未反応の配位子の全濃度を C_{nL} とすると $C_{nL} = [L] + [HL^+]$ と表され、K_a の定義式を代入して $[HL^+]$ を消去すると (3) 式のように表される。

$$C_{nL} = [L] + \frac{[H^+]}{K_a}[L] = \left(1 + \frac{[H^+]}{K_a}\right)[L] \qquad (3)$$

つまり、$[H^+]$ が大きいほど (3) 式の括弧内の値が大きくなり、遊離の配位子濃度 [L] が減少するため、金属錯体の生成を阻害する。したがって、問題文の記述は正しい。

（3）錯体 MY 以外の金属イオン化学種の全濃度が $C_{nM} = \alpha_M[M]$ と表されるので、α_M が大きい条件であるほど [M] は小さくなる（副反応で消費されるために遊離の M が少なくなる）。その結果、遊離の金属イオン M から生成する目的錯体は生成しにくくなるため、問題文の記述には誤りがある。正しい記述の例は以下の通り：

遊離の金属イオン M から生成する目的の錯体を生成していない金属イオン化学種の全濃度を C_{nM} とし、副反応係数 α_M を $C_{nM} = \alpha_M[M]$ と定義したとき、α_M が大きい条件であるほど目的の錯体の生成には不利である。

遊離の金属イオン M から生成する目的の錯体を生成していない金属イオン化学種の全濃度を C_{nM} とし、副反応係数 α_M を $C_{nM} = \alpha_M[M]$ と定義したとき、α_M が小さい条件であるほど目的の錯体の生成には有利である。

（4）CaF_2 の溶解度積を K_{sp}、溶解度を S とすると、それらの関係は (4) 式となる。

$$K_{sp} = [Ca^{2+}]\,[F^-]^2 = S \times (2S)^2 = 4S^3$$

$$S = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} \qquad (4)$$

F^- のプロトン付加を考慮したときの溶解度を S' とすると、以下の関係から S' およびその S との関係は (5) 式で表される。

$$[Ca^{2+}] = S', \qquad [F^-] + [HF] = \left(1 + \frac{[H^+]}{K_a}\right)[F^-] = 2S'$$

$$K_{sp} = S' \times \left\{2S'\left(1 + \frac{[H^+]}{K_a}\right)^{-1}\right\}^2 = 4S'^3\left(1 + \frac{[H^+]}{K_a}\right)^{-2}$$

$$S' = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}\left(1 + \frac{[H^+]}{K_a}\right)^{2/3} = S\left(1 + \frac{[H^+]}{K_a}\right)^{2/3} \qquad (5)$$

したがって、難溶性塩 CaF_2 の溶解度は $[H^+]$ を大きくすると大きくなるので、問題文の記述は正しい。

（5）MX_2 の溶解度を S_1、溶解度積を $K_{sp(1)}$ とすると、(6) 式のようにして、$S_1 = 2 \times 10^{-3}$ mol dm^{-3} と求められる。

$$K_{sp(1)} = [M^{2+}][X^-]^2 = S_1 \times (2S_1)^2 = 4{S_1}^3, \qquad S_1 = \sqrt[3]{\frac{K_{sp(1)}}{4}} = \sqrt[3]{8 \times 10^{-9}} = 2 \times 10^{-3} \qquad (6)$$

また、AB の溶解度を S_2、溶解度積を $K_{sp(2)}$ とすると、(7) 式のようにして、$S_2 = 8 \times 10^{-4}$ mol dm^{-3} と求められる。

$$K_{sp(2)} = [A^+][B^-] = {S_2}^2, \qquad S_2 = \sqrt{K_{sp(2)}} = \sqrt{64 \times 10^{-8}} = 8 \times 10^{-4} \qquad (7)$$

したがって、MX_2 の溶解度は AB の溶解度よりも大きく、問題文の記述には誤りがある。
正しい記述の例は以下の通り：

M^{2+} と X^- の塩 MX_2 の溶解度積（3.2×10^{-8} M^3）は、A^+ と B^- の塩 AB の溶解度積（6.4×10^{-7} M^2）よりも小さく、MX_2 の溶解度は AB よりも大きい。

M^{2+} と X^- の塩 MX_2 の溶解度積（3.2×10^{-8} M^3）は、A^+ と B^- の塩 AB の溶解度積（6.4×10^{-7} M^2）よりも小さく、AB の溶解度は MX_2 よりも小さい。

［3］

$PbSO_4$(s)/Pb 対についての半電池反応式は (1) 式で表され、標準酸化還元電位を $E^\circ_{PbSO_4}$ とすると、酸化還元電位 E を記述するネルンスト式は (2) 式となる。

$$PbSO_4(s) + 2e^- \rightleftharpoons Pb + {SO_4}^{2-} \qquad (1)$$

$$E = E^\circ_{PbSO_4} + \frac{RT}{2F} \ln \frac{1}{a({SO_4}^{2-})} \qquad (2)$$

また、Pb^{2+}/Pb 対についての半電池反応式は (3) 式で表され、標準酸化還元電位を $E^{\circ}_{Pb^{2+}}$ とすると、酸化還元電位 E を記述するネルンスト式は (4) 式となる。

$$Pb^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Pb \qquad (3)$$

$$E = E^{\circ}_{Pb^{2+}} + \frac{RT}{2F} \ln a(Pb^{2+}) \qquad (4)$$

$PbSO_4$ の溶解平衡は (5) 式であり、$K_{sp}(PbSO_4)$ は化学種の活量を用いて (6) 式で定義される。

$$PbSO_4(s) \rightleftharpoons Pb^{2+} + SO_4^{2-} \qquad (5)$$

$$K_{sp}(PbSO_4) = a(Pb^{2+})\, a(SO_4^{2-}) \qquad (6)$$

(4) 式へ (6) 式を代入して $a(Pb^{2+})$ を消去すると (7) 式が得られる。

$$E = E^{\circ}_{Pb^{2+}} + \frac{RT}{2F} \ln \frac{K_{sp}(PbSO_4)}{a(SO_4^{2-})} = E^{\circ}_{Pb^{2+}} + \frac{RT}{2F} \ln K_{sp}(PbSO_4) + \frac{RT}{2F} \ln \frac{1}{a(SO_4^{2-})} \qquad (7)$$

(2) 式と (7) 式を比較すると、$E^{\circ}_{PbSO_4}$ と $E^{\circ}_{Pb^{2+}}$ は (8) 式の関係にある。

$$E^{\circ}_{PbSO_4} = E^{\circ}_{Pb^{2+}} + \frac{RT}{2F} \ln K_{sp}(PbSO_4) \qquad (8)$$

よって、$E^{\circ}_{PbSO_4} = -0.35$ V vs. SHE、$E^{\circ}_{Pb^{2+}} = -0.13$ V vs. SHE とすると、$K_{sp}(PbSO_4)$ は下の計算から 3.5×10^{-8}（$10^{-7.5}$ でも可とする）と求められる。

$$-0.35 = -0.13 + \frac{0.059}{2} \log K_{sp}(PbSO_4)$$

$$\log K_{sp}(PbSO_4) = \frac{(-0.35 + 0.13) \times 2}{0.059} = -7.4576\cdots$$

$$K_{sp}(PbSO_4) = 10^{-7.4576\cdots} = 3.4863\cdots \times 10^{-8} \fallingdotseq 3.5 \times 10^{-8}$$

【出題意図】

[1]は酸塩基平衡、[3]は酸化還元平衡の平衡論的な考え方の基礎的理解を問う問題である。[2]では、錯形成平衡と沈殿平衡に関する平衡論的な考え方の理解を問うと同時に、論理的な理解力を評価する内容とした。

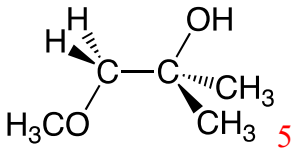
年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/有機化学
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

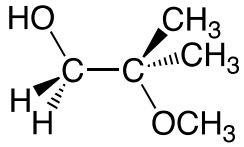
【解答】

[1] 57 点

（1）

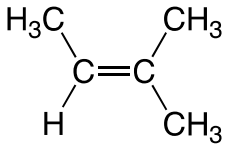


① 5 点

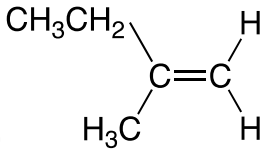


② 5 点

（2）



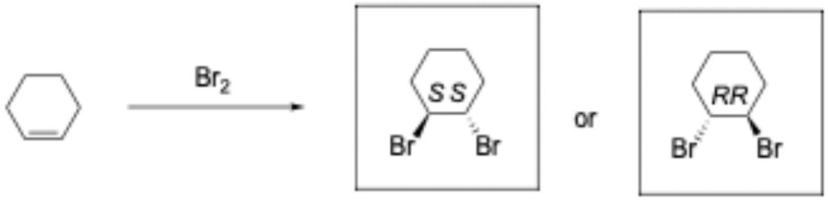
① 5 点



② 5 点

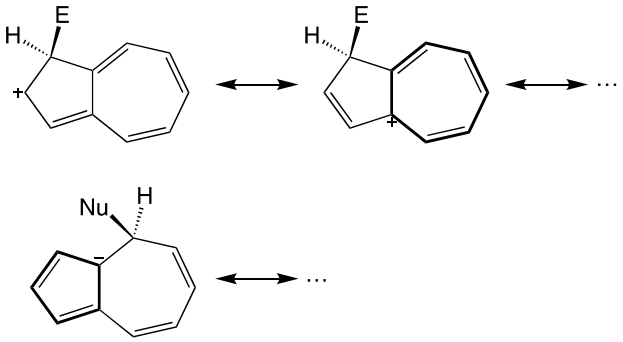
（3）1-ヘキセン。1 位炭素が sp^2 であり、ヘキサンの sp^3 炭素と比べて、C–H の共有電子対が炭素側に偏っているため。5 点

（4）



構造4点
R/S: 3点 x 2

（5）C1 位に E^+ が攻撃すると、7 員環が 6π 電子系となり芳香族性を獲得するため。C8 位に $Nu:^-$ が攻撃すると、5 員環が 6π 電子系となり芳香族性を獲得するため。4 点×2



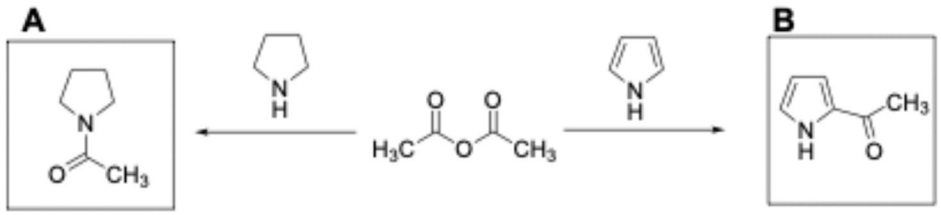
（6）

①

塩基性が強いのは、ピロリジン（3 点）。

ピロールの N 上の孤立電子対は共役している。ピロリジンは共役していない（3 点）。

②



[2] 15 点

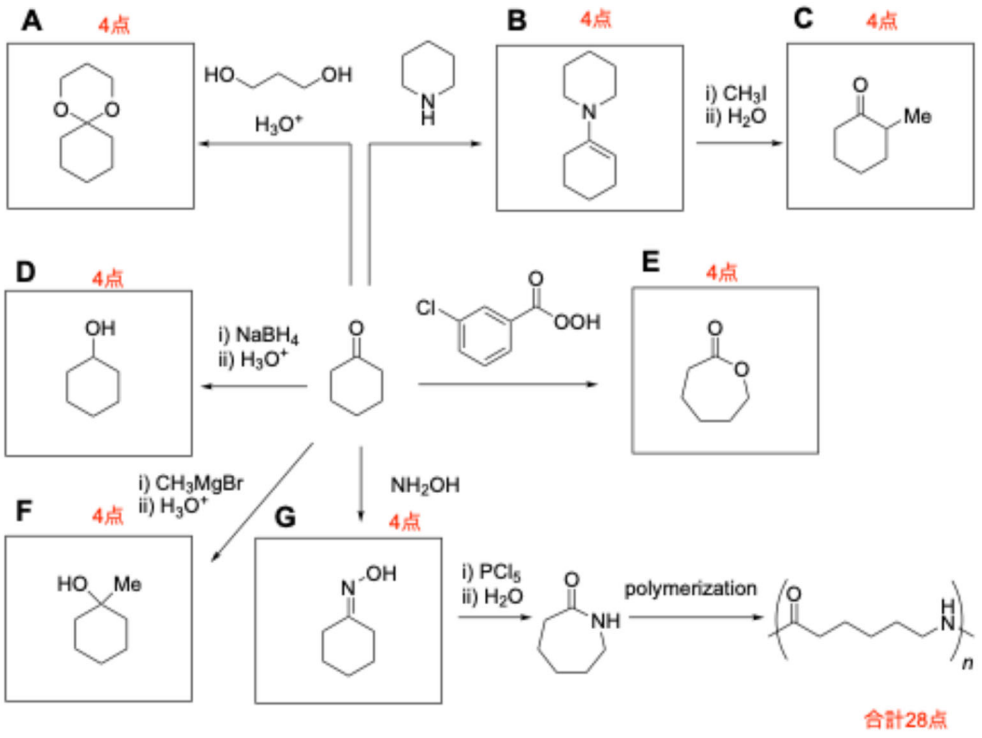
（1）^{1}H 5 本, ^{13}C 10 本　2 点×2

（2）

① $ClCH_2CO_2CH_2CH_3$（示性式も可）6 点

② 0.018 ppm 5 点

[3] 28 点（4 点×7）



【出題意図】

有機化学の理解度を確認するため、有機化学 I~IV および有機分子解析法の授業で学ぶ内容の中から、有機化合物の基礎的事項、構造決定（分光法）、変換に関する記述問題を出題した。

年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/生化学
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

【解答】

[1]

(1) あ：異化、い：アミノ酸、う：脂肪酸、え：グリセロール、お：ピルビン酸、か：NADH、き：ミトコンドリア

(2) ヘキソキナーゼ

(3) 脂肪由来の脂肪酸の酸化的分解によりアセチル CoA が供給される

(4) ①マロン酸はコハク酸と似た構造をしており、コハク酸脱水素酵素を特異的に阻害できるため。
②マロン酸を加えることにより、コハク酸からフマル酸が生じなくなる。結果としてコハク酸が蓄積する。
③クエン酸回路は一連の反応が回転するため、フマル酸を添加するとコハク酸までは生じるが、マロン酸による阻害のためコハク酸が蓄積する。

(5) ATP が減少して代謝副産物が蓄積すると、フルクトースリン酸キナーゼが活性化され解糖が進んで ATP が合成される。一方、ATP が十分存在する場合は、フ ルクトースリン酸キナーゼが活性化しないため、フルクトース 1,6-ビスホスファターゼが活性化されて糖新生が進む。すなわち、フルクトース 1,6-ビスホスファターゼは、フルクトースリン酸キナーゼが不活性化しないと、活性化しないという関係性にある。

[2]

(1) あ：活性化エネルギー、い：平衡、う：アイソザイム、え：温度、お：pH

(2) ア：双曲線、イ：シグモイド

(3) (a) 酸化還元反応

(b) 脱離反応を伴い二重結合を生成する反応

(c) 異性化反応

(4) アロステリックエフェクターと呼ばれる化合物が活性部位や基質結合部位ではない部位（アロステリックサイト）に結合することで、酵素反応が調節されること。

(5) 所定の条件下において、最大反応速度の半分の速度が認められる基質濃度。(Km が低いほど親和性が高く、最大反応速度への到達に必要な基質濃度が低いことを意味する)。

(6) I. 競合阻害①、II. 反競合阻害⑤、III. 混合阻害③

【出題意図】

[1]

細胞が食物からエネルギーを得るための代謝経路を理解しているか確認するために出題した。具体的には、異化反応において、複雑な有機分子から簡単な有機分子に分解されるために必要となる消化、解糖、クエン酸回路および酸化的リン酸化の反応、さらにグルコースを合成する糖新生の反応について出題した。またエネルギー源が枯渇したときにエネルギーを得るための反応として糖新生の反応について出題した。

[2]

酵素の基本的な性質とその反応速度論、分類、阻害機構に関する理解を総合的に問うために出題した。生体触媒としての酵素の働きや分類法、反応速度に関するミカエリス・メンテンの式とそのプロット法、さらには阻害様式とそのグラフ的特徴に至るまで、基礎生化学の重要項目を幅広くカバーし、酵素反応を定量的・定性的に理解する力を評価する意図がある。

年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/分子生物学
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

【解答】

［1］

（1）

あ：　ヘリカーゼ

い：　トポイソメラーゼ

う：　一本鎖 DNA 結合タンパク質

え：　複製フォーク

お：　リーディング

か：　ラギング

き：　岡崎フラグメント

（2）　DNA ポリメラーゼが、鋳型と相補的でないヌクレオチドを間違って連結した場合に、この活性で末端を削り、DNA 伸長をやり直すことで、変異の率を減らすはたらきをする

（3）　2.3×10^{3} s

（4）　①　　チミンダイマー、ピリミジンダイマー

　　②　　フォトリアーゼ、光回復（修復）酵素

（5）　①　　テロメラーゼ

　　②　　テロメラーゼが DNA 末端を伸長するときの鋳型としてはたらく

（6）　切断部位を決めるはたらきをする

［2］

（1）

あ：制限酵素

い：回文

う：ホスホジエステル

え：相補

お：アニーリング

か：2

き：100、または 105 （2^{20}=1,048,576）

く：プラスミド

（2）

ゲノム DNA から転写された mRNA 前駆体はイントロンの両脇で切断されてエキソン同志が連結するスプライシングを経て成熟した mRNA となる。

（3）

そのタンパク質を発現している組織や生物から調製した RNA を逆転写することで得られる cDNA。

（4）

耐熱性であること。

（5）

5'- GAATTCATGGCCCTGTGGATGCG -3'

5'- GAATTCCTAGTTGCAGTAGTTCTCC -3'

（6）

抗生物質

【出題意図】

DNA 複製、および DNA クローニングの理解度を確認するため、これらに関連するタンパク質やしくみについて問う問題を出題した。

年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/微生物学
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

【解答】

［1］解答例

（1）各 3 点　計 15 点

（あ）細菌（い）アーキア（う）菌類（え）原生生物（お）チマーゼ

ただし（あ）、（い）は逆でも可

（2）各 3 点　計 6 点

①ホモ発酵は乳酸のみを生成するのに対し、ヘテロ発酵は乳酸以外のものも生成する。

②$CH_3CH(OH)COOH$　$(C_3H_6O_3)$

（3）各 3 点　計 6 点

①単細胞性を示す菌類の総称

②*Saccharomyces cerevisiae*

（4）各 3 点　計 6 点

①二酸化炭素 2 分子　エタノール 2 分子

（5）各 3 点　計 6 点

①*Aspergillus oryzae*

②酵母によるアルコール発酵の基質となるグルコースを得るため、麹菌が分泌するアミラーゼによって蒸米のデンプンをグルコースに糖化する。

（6）5 点

腐敗は人間にとって有害なものであり発酵は人間にとって有益なもの。

腐敗は窒素源の資化によるもので発酵は炭素源の資化によるもの。

（7）各3点　計6点

①比較的低温（60℃～70℃）で殺菌するため、成分の変化が起きにくく、風味が損なわれないため。メーラード反応による変色が起きにくいため。

②オートクレーブ滅菌：121℃、20分の蒸気処理をする。

アルコール殺菌：70～80%のエタノールを噴霧などしてから蒸発させる。

解答

[2]

（1）下線部(a)に関して、なぜ炭化水素含有したLB寒天培地を用いたのか説明せよ。

炭化水素を含有していないLB寒天培地を用いると、炭化水素を栄養源として生育しない微生物が多く分離される。効率的に炭化水素分解菌を選択的に分離するため炭化水素含有 LB 寒天培地を用いた。また、寒天培地を用いることで、シングルコロニーアイソレーションが可能となる。

（2）下線部(b)の温度を 37℃で行った場合、30℃と比較したときどのような結果に違いが出るか予想せよ。

37℃でスクリーニングを行った場合、自然土壌環境よりはかなり高温になるため、分離される菌株が少なくなると予想される。

（3）下線部(c)に関して、シングルコロニーアイソレーションする理由を説明せよ。

複数の菌株が混入すると、個々の微生物の正確な炭化水素分解能を測定することが出来ないため。

（4）下線部(d)に関して、濁度（OD_{660}）は何を意味するか説明せよ。

濁度（OD_{660}）は、微生物が生育すると濁りが生じる。この濁りを濁度（OD_{660}）として計測することにより、微生物の生育を推定することが出来る。

（5）上記の実験に関して、さらに効率よく炭化水素分解菌を分離する手法を考案せよ。

●LB 寒天培地や LB 液体培地は、微生物にとって土壌環境と比べると豊富な栄養を含んでいる。従って、より薄い培地を用いることにより、さらに多くの環境微生物を分離することが可能となる。

●土壌環境に近い培養温度で微生物を分離することで、さらに多くの微生物を分離することが可能となる。

●炭化水素の量を増大することにより、炭化水素分解菌を選択的に分離することが可能となる。

【出題意図】

［1］微生物の分類および利用に関する基本的な設問であった。特に、微生物における原核生物と真核生物を理解しているか、またそれぞれの主要な利用についての基礎知識を問う設問であった。

［2］微生物学実験における微生物の分離と培養に関する設問であった。具体的な微生物学実験の基礎原理を理解しているか、またそれぞれの実験の意味を明確に回答できるかを問う設問であった。

年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/人体の構造と機能
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

【解答】

[1]

(1) ① IgA ② IgD ③ IgG ④ IgM ⑤ IgE

(2) あ：胸腺、い：赤色骨髄、う：リンパ節、え：脾臓、お：輸入リンパ管、
か：細網線維、き：マクロファージ、く：白脾髄、け：赤脾髄、こ：血球

(3) ①形質細胞 ②細胞傷害性 T 細胞 ③ヘルパーT 細胞 ④記憶 B 細胞

[2]

(1) （あ）腎門（い）尿管（う）腎皮質（え）腎髄質（お）腎錐体（か）腎柱
（き）腎杯（く）腎盂

(2)

ネフロンの構造は、構成要素である、ボーマン嚢、尿細管（ヘンレ係蹄、集合管も含んでよい)、糸球体および尿細管周囲の毛細血管等を作図していたら正解。機能については、糸球体濾過、尿細管再吸収、尿細管分泌を記入していれば正解。

(3)

レニン分泌（腎）→アンギオテンシノーゲン→アンギオテンシン I→II（アンギオテンシン変換酵素：肺）→アルドステロン（副腎）→水分貯留、アンギオテンシン II→血管収縮

【出題意図】

免疫細胞ならびに抗体を含む免疫系の概要、および腎機能ならびにレニンーアンギオテンシン系の概要についての理解度を確認するため、人体の構造と機能の授業で学ぶレベルの、選択問題・記述問題を出題した。

年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/公衆衛生学
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

【解答】

［1］

(1)

あ：うつ病

い：統合失調症

う：心的外傷後ストレス障害（Post Traumatic Stress Disorder：PTSD も可）

え：自閉スペクトラム症、（Autism Spectrum Disorder：ASD も可）

お：アスペルガー症候群

か：注意欠陥・多動性障害（Attention-Deficit Hyperactivity Disorder：ADHD も可）

き：学習障害（Learning Disabilities：LD も可）

(2)

ア：陽性　　イ：陰性　　ウ：トラウマ（トラウマティック・ストレスも可）

［2］

(1)

ハイリスクアプローチとは、特定の危険因子をもつ個人・集団に焦点を当てた疾患の予防活動をさす。ポピュレーションアプローチとは、集団・社会全体に焦点をあて、全体の健康リスクを改善することを目指す予防活動である。

(2)

ハイリスクアプローチ		ポピュレーションアプローチ	
利点	○対象や方法が明確	欠点	×社会全体への働きかけが必要
	○動機づけが容易		×動機づけが弱い
	○介入効果を評価しやすい		×介入効果を評価しにくい
	○費用対効果が高い		×費用対効果が低くなりやすい

欠点	×効果の範囲が限定的 ×リスクが減る人数は限られている ×予防の考え方が多くの人に波及しない	利点	○集団全体に効果が及ぶ ○結果的に多くの人のリスクを減らせる ○予防の考え方が社会全体へ広がる

［3］

(1)

あ：科学的根拠に基づく医療（Evidence-Based Medicine：EBM も可）

い：系統的レビュー（Systematic Review：SR も可）

う：メタアナリシス（メタ解析、メタ分析も可）

え：フォレストプロット

お：サンプルサイズ（分散の逆数も可）

(2)

研究番号 2 のみ（参考理由：OR の 95%CI が差なしのときの値 1 を含まないため。）

(3)

点推定値ベースで、介入により心筋梗塞のリスクが約 42%低下することを示唆するが、統計学的に有意な関連は認めない

［4］

(1)

あ：consistency、い：strength、う：coherence、え：temporality、お：specificity

(2)

RR＝(400/20000)/(100/80000)=16.0

【出題意図】

[1] 公衆衛生学の観点から重要となる主要な疾患領域についての一般的な知識・理解を確認することを意図するものである。

[2] 公衆衛生学における健康増進のための基本的な考え方への理解を確認するため、記述問題を出題した。

[3] 臨床疫学の代表的な研究デザインであるメタアナリシスについて、基本的な方法の理解と結果の解釈が可能かを問うことを意図するものである。

[4] 公衆衛生上の対策を考えるにあたり重要となる、要因とアウトカムとの間の因果関係の考察に必要な疫学的知識を確認することを意図するものである。

年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/プログラム言語
実施日（試験日） /Exam Date	2024 年 9 月 5 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
(Reasons for not publishing exam questions)

【解答】

[1]

(1)

変数の前にある&は、その変数の番地を取得する演算子である。
ポインタ型変数とは、変数の番地を格納する変数のことである。

(2)

```
1: void
2: int *x
3: int *y
```

(3)

```
1 2 3
3 2 1
2 3 1
3 2 1
3 1 2
1 3 2
```

(4)

```
      void shrink(int x[], int *n) {
        for (int i = 0; i < *n - 1; i++) {
          if (x[i] == x[i+1]) {
            for (int j = i; j < *n - 2; j++) {
              x[j] = x[j + 2];
```

```
            }
            *n = *n - 2;
            i--;
          }
        }
      }
```

(5)

```
            int A[9] = {0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1};
            int y[3] = {0, 0, 0};
            for (int i = 0; i < 3; i++) {
              for (int j = 0; j < 3; j++) {
                y[i] += A[i * 3 + j] * x[j];
              }
            }
            x[0] = y[0];
            x[1] = y[1];
            x[2] = y[2];
```

[2]

(1)

int x[] または int *x

(2)

123
132
213
231
312
321

(3)

```
  int alldiff3(int x[]) {
          int z[4] = {0, 0, 0, 0};
```

```
            for (int i = 0; i < 3; i++) {
              if (z[x[i]] == 1 || x[i] > 3 || x[i] <= 0) {
                return 0;
              } else {
                z[x[i]] = 1;
              }
            }
            return 1;
   }
```

(4)

```
   int dup3(int x[]) {
            int z[4] = {0, 0, 0, -1};
            for (int i = 0; i < 3; i++) {
              if (z[x[i]] == 1 || x[i] > 3 || x[i] <= 0) {
                return 0;
              } else {
                z[x[i]] += 1;
              }
            }
            return 1;
   }
```

(5)

```
void get3(int n, int x[]) {
            x[2] = n % 10;
            n = n / 10;
            x[1] = n % 10;
            n = n / 10;
            x[0] = n % 10;
   }
```

【出題意図】

C 言語を用いたプログラムについて、関数、ポインタについて基本的な記述方法を理解し、繰り返し構造を用いた基本的なアルゴリズムを理解していることを確認する問題を出題した。

年度 /AY	2024 年度実施
研究科 /Graduate School	生命科学研究科
課程 /Program	博士課程前期課程
専攻・コース等 /Major, Course	生命科学専攻
入試方式 /Admission Method	一般入学試験
試験科目 /Exam Subject	専門科目/バイオアルゴリズム
実施日（試験日） /Exam Date	2025 年 2 月 6 日

解答又は解答例及び出題意図
Answer or example of answer
Intent of the question
（試験問題自体を公開しない場合はその理由）
（Reasons for not publishing exam questions）

【解答】

［1］いずれも大意が正しければ正解とする。他の特徴を挙げても良い。

（1）

例：端の部分の塩基配列同士が一致する断片を検索し、一致する部分を介して連結することで、元の連続した長い塩基配列を得る処理。

例：ある断片の末尾の塩基配列が、他の断片の先頭の塩基配列と一致する場合に、その一致する部分を重ねて連結する操作を繰り返すことにより、ゲノム全体にわたって連続した長い塩基配列を得る処理。

（2）

例：長い繰り返し配列がある場合。

理由の例：リード長以上に長い繰り返し配列がある場合、繰り返し配列の長さが決定できなくなるため。

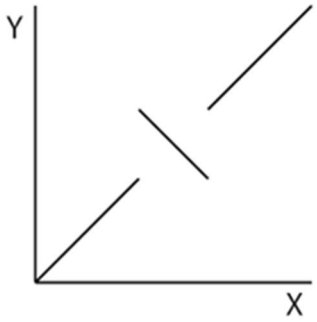
理由の例：ゲノム上において、ある断片と塩基配列が一致する箇所が複数生じ、ゲノム上での位置が決定できなくなるため。

［2］いずれも大意が正しければ正解とする。

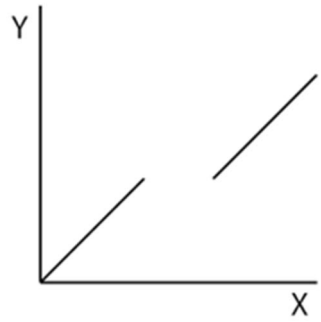
（1）下図参照。対角線と直交する向きの線分が、逆位の領域に対応する。

（2）下図参照。線分と線分の間に空白が生じている箇所が、欠失領域に対応する。

2. (1)



(2)



[3]

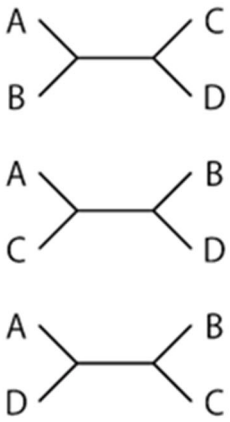
（1）大意が正しければ正解とする。

例：3 つ以上の配列について、同じもしくは似た塩基やアミノ酸を対応づけ、できるだけギャップを生じさせないように並べる手法。

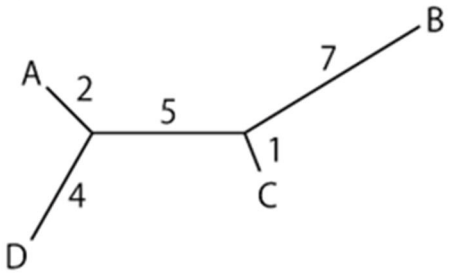
（2） 3通り。下図参照。

（3）下図参照。

3. (2)



(3)



【出題意図】

・ゲノム解析・分子系統解析の手法に関する問題を出題した。解析手法の背景と原理を理解しているかを問うため、単純に手順を暗記していれば解ける問題を少なくし、基礎知識を基に考えれば解ける問題とすることを意図した。

・近年の回とは若干、出題傾向を変えているが、その分、難易度としては平易なものとした。