

2022年9月・2023年4月入学試験

大学院先進理工学研究科修士課程

化学・生命化学専攻

問題表紙

- ◎ 問題用紙は16枚綴りで、物理化学、有機化学、無機・分析化学、生命化学、いずれも4ページであることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎ 解答用紙は16枚綴りで、物理化学、有機化学、無機・分析化学、生命化学、いずれも4ページであることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎ 物理化学、有機化学、無機・分析化学、生命化学のうち2科目を選択すること。
選択した科目については、別紙の選択科目届け用紙の選択科目欄に○をつけること。
- ◎ 数値計算のため、準備された関数電卓の使用を許可する。

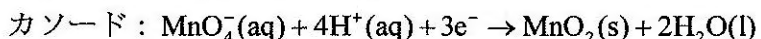
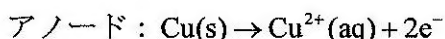
2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名：物理化学

問題番号

1

25 °C で、次の半反応で構成される電池を考える。



電池の起電力 (electromotive force) (電池電位と呼ばれることもある) E とギブスエネルギー変化 (Gibbs energy change) ΔG との間には、以下の関係が成り立つ。

$$\Delta G = -nFE$$

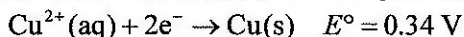
ここで、 n はつりあった化学反応式において移動する電子の物質量で、 F はファラデー定数 (Faraday constant) である。また、反応商を Q とすると、 ΔG は

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

と表される。ここで、 R は気体定数 (gas constant) で、 ΔG° は標準ギブスエネルギー変化 (standard Gibbs energy change) である。

[参考データ]

標準還元電位 (standard reduction potential)



電子の質量 $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$; 電気素量 $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$; 気体定数 $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

ボルツマン定数 $k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$; アボガドロ定数 $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- (1) 与えられた2つの半反応から e^- を含まないイオン反応式を作れ。
- (2) ファラデー定数の値を計算して答えよ。
- (3) この電池の標準起電力 (standard electromotive force) E° を計算して答えよ。
- (4) 標準ギブスエネルギー変化 (standard Gibbs energy change) ΔG° を計算して答えよ。この反応は自発的に起こる反応か非自発的な反応か、答えよ。
- (5) 平衡定数 K と標準起電力 E° の関係を表す式を書け。
- (6) 電池の起電力と濃度の関係すなわち起電力の濃度効果を表す式を書け。
- (7) $[\text{Cu}^{2+}] = 0.010 \text{ mol/L}$, $[\text{MnO}_4^-] = 2.0 \text{ mol/L}$, $[\text{H}^+] = 1.0 \text{ mol/L}$ である場合の起電力を計算して答えよ。

2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名：物理化学

問題番号 2

2. H_2 と I_2 を密閉容器に入れて加熱すると、次のように HI が生成する。



400 °Cにおいて、 H_2 と I_2 のそれぞれの初濃度 $[\text{H}_2]_0$ および $[\text{I}_2]_0$ を変化させたときの初速度 v_0 は、以下の表のような結果となった。この反応に関する以下の設問に答えよ。ただし、数値はすべて有効数字3桁で求めよ。

$[\text{H}_2]_0 / (\text{mol dm}^{-3})$	$[\text{I}_2]_0 / (\text{mol dm}^{-3})$	$v_0 / 10^{-2} (\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1})$
1.00	1.50	3.63
1.50	1.50	5.45
1.50	2.00	7.26
2.00	3.00	14.52
3.00	4.00	29.04

- (1) この反応の反応速度 v を、ある時間 t での H_2 と I_2 の濃度 $[\text{H}_2]$ と $[\text{I}_2]$ ，および速度定数 k を用いて示せ。
- (2) この反応の速度定数 k の数値を求めよ。
- (3) $[\text{H}_2]_0 = [\text{I}_2]_0 = 6.00 \text{ mol dm}^{-3}$ のとき、 H_2 の濃度が初濃度の $1/2$ になるのに要する時間を求めよ。
- (4) この反応において、アレニウスの式 $k = A \exp(-E_a/RT)$ が成り立つとする。この反応の活性化エネルギーは $E_a = 173 \text{ kJ mol}^{-1}$ であるが、白金触媒を用いると E_a は変わる。400 °Cで白金触媒を用いない場合の速度定数 k は、白金触媒を用いる場合の-43 °Cのときの速度定数 k と一致する。このとき白金触媒を用いる場合の活性化エネルギー E_a を求めよ。ただし、触媒の有無で定数 A は変わらないとし、 T は絶対温度、気体定数は $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ である。

2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名：物理化学

問題番号 3

3. ヒュッケル法に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ヒュッケル法は、炭化水素の π 電子状態を取り扱う経験的分子軌道法である。一般に分子軌道法では、次式のように原子軌道 $\{\chi_r\}$ の線形結合で分子軌道 $\{\phi_i\}$ を表す。

$$\phi_i = \sum_r c_{ri} \chi_r$$

このような取扱いを (①) という。原子軌道に対する積分は、以下のように近似される。

$$H_{rs} \equiv \langle \chi_r | H | \chi_s \rangle = \begin{cases} \alpha & (r=s) \\ \beta & (r \text{ と } s \text{ が隣接}) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}, \quad S_{rs} \equiv \langle \chi_r | \chi_s \rangle = \begin{cases} 1 & (r=s) \\ 0 & (r \neq s) \end{cases}$$

ここで、 α は (②), β は (③) と呼ばれ、ともに負の値をとる。

r 番目の炭素原子に対する π 電子密度 q_r 、隣接する r 番目と s 番目の炭素原子に対する π 結合次数 p_{rs} は、 i 番目の分子軌道 ϕ_i の占有数 f_i を用いて、それぞれ次式で与えられる。

$$q_r = \sum_i f_i |c_{ri}|^2, \quad p_{rs} = \sum_i f_i c_{ri}^* c_{si}$$

エチレンのヒュッケル法、すなわち、軌道エネルギー $\{E_i\}$ と分子軌道 $\{\phi_i\}$ はそれぞれ次式となる。

$$E_1 = \alpha + \beta, \quad \phi_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}(\chi_1 + \chi_2), \quad E_2 = \alpha - \beta, \quad \phi_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}(\chi_1 - \chi_2)$$

(1) 文中の括弧①～③に最も適する語句を答えよ。

(2) クーロン積分の絶対値 $|\alpha|$ が増加した時の変化として正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- (a) エチレンのイオン化ポテンシャルは増加する
- (b) エチレンのイオン化ポテンシャルは変化しない
- (c) エチレンの電子親和力は増加する
- (d) エチレンの電子親和力は変化しない
- (e) エチレンの励起エネルギーは増加する
- (f) エチレンの励起エネルギーは変化しない

(3) 共鳴積分の絶対値 $|\beta|$ が増加した時の変化として正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- (a) エチレンのイオン化ポテンシャルは増加する
- (b) エチレンのイオン化ポテンシャルは変化しない
- (c) エチレンの電子親和力は増加する
- (d) エチレンの電子親和力は変化しない
- (e) エチレンの励起エネルギーは増加する
- (f) エチレンの励起エネルギーは変化しない

(4) エチレンの励起状態において、2番目の炭素の π 電子密度を求めよ。計算過程も簡潔に示せ。

(5) エチレンの励起状態において、1番目と2番目の炭素の π 結合次数を求めよ。計算過程も簡潔に示せ。

2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名：物理化学

問題番号 4

4. 次の文章を読み、設問に答えよ。必要であれば、次の数値を用いよ。 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ (プランク定数), $c = 2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ (光速), $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (アボガドロ定数)。 $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$ 。
原子量： $^1\text{H} = 1.008$, $^2\text{H} = 2.014$, $^{19}\text{F} = 18.998$ 。

二原子分子の振動回転と核間のポテンシャルエネルギー曲線について考える。ここでは、遠心力歪みは無視できるものとする。回転定数 $\tilde{B}$ は、換算質量 μ と結合長 r を用いて次式で与えられる。

$$\tilde{B} = \frac{h}{8\pi^2 c \mu r^2}$$

二原子分子の回転項 $F(J)$ は、回転の量子数 J を用いて次式で与えられる。

$$F(J) = \tilde{B}J(J+1)$$

二原子分子の振動項 $G(v)$ は、振動の量子数 v と非調和定数 x_e を用いて次式で与えられるものとする。

$$G(v) = \tilde{\nu}_e \left(v + \frac{1}{2} \right) - x_e \tilde{\nu}_e \left(v + \frac{1}{2} \right)^2$$

$$x_e = \frac{hc \tilde{\nu}_e}{4D_e}$$

ここで、 D_e はポテンシャル極小の深さである。

$^1\text{H}^{19}\text{F}$ の振動基底状態 ($v=0$) と第一振動励起状態 ($v=1$) の回転定数は、それぞれ 20.56 cm^{-1} と 19.76 cm^{-1} である。 $\tilde{\nu}_e$ と $x_e \tilde{\nu}_e$ の値は、それぞれ 4138.32 cm^{-1} と 89.88 cm^{-1} である。

(1) $^1\text{H}^{19}\text{F}$ の振動基底状態と第一振動励起状態における結合長をそれぞれ pm 単位、有効数字 3 桁で答えよ。

(2) $^2\text{H}^{19}\text{F}$ の振動基底状態における回転定数を cm^{-1} 単位、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、同位体置換により結合長は変化しないものとする。

(3) $^1\text{H}^{19}\text{F}$ において、 $v=0, J=2$ から $v=1, J=3$ への振動回転遷移が観測される波数を cm^{-1} 単位、有効数字 4 桁で答えよ。

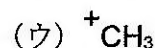
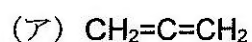
(4) $^1\text{H}^{19}\text{F}$ のポテンシャル極小の深さ D_e を eV 単位、有効数字 3 桁で答えよ。

(5) 分子の解離エネルギー D_0 は、振動の零点エネルギーのため、ポテンシャル極小の深さ D_e とは異なる。 $^1\text{H}^{19}\text{F}$ の解離エネルギー D_0 を eV 単位、有効数字 3 桁で答えよ。

2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻科目名: 有機化学問題番号 1

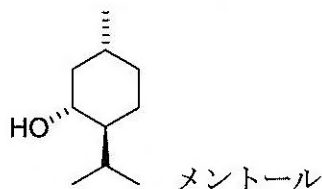
以下の問い(1)～(5)に答えよ。

(1) 次の分子の軌道の様子と各炭素の混成を示せ。

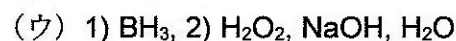
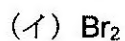
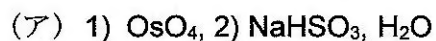
(2) (ア) $\text{CCl}_3\text{CH}_2\text{OH}$ は $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ に比べて 1000 倍も強い酸である。その理由を説明せよ。

(イ) アルキル基で置換された第一級、第二級、第三級カルボカチオンを安定性が大きい順に並べ、その順となる理由を二つ書け。

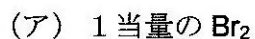
(ウ) メントールの二つのいす型配座を書き、どちらが安定か説明せよ。



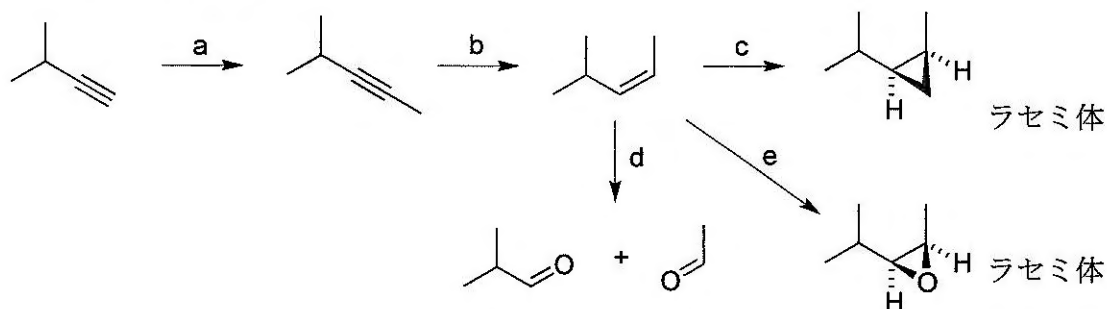
(3) 1-メチルシクロペンテンと次の試薬との反応の生成物を、立体配置を示して書け。



(4) 2-ブチンと次の試薬との反応の生成物を、立体配置を示して書け。



(5) 次のスキーム中の試薬 a ~ e を示せ。

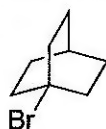


2022年9月・2023年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

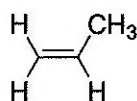
科目名: _____ 有機化学 _____

問題番号 **2**

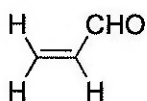
- (1) 次を示す臭化アルキルは、 S_N1/S_N2 いずれの機構による求核置換反応も起きない。また、塩基で処理をしても脱離反応は起きない。これらの結果を説明せよ。



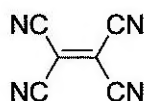
- (2) 次のジエノフィル類をシクロペンタジエンとの Diels-Alder 反応において、反応性の高い順に並べ、その理由を簡潔に述べよ。



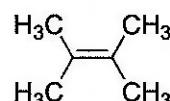
a



b

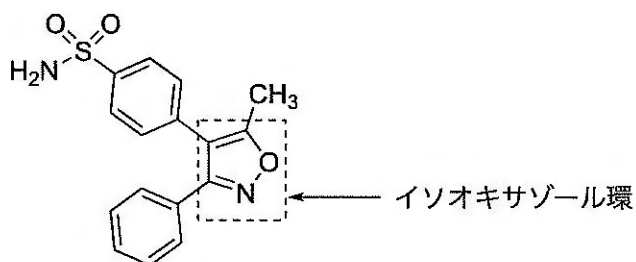


c



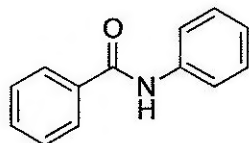
d

- (3) バルデコキシブは関節炎の治療に使われる COX-2 阻害薬で、イソオキサゾール環をもつ。このイソオキサゾールは芳香性を持つか持たないか、およびその理由を簡潔に説明せよ。



valdecoxib
バルデコキシブ

- (4) ベンズアニリドの臭素化は、どちらの環のどの位置で起こると期待されるか。この理由を説明せよ。



ベンズアニリド

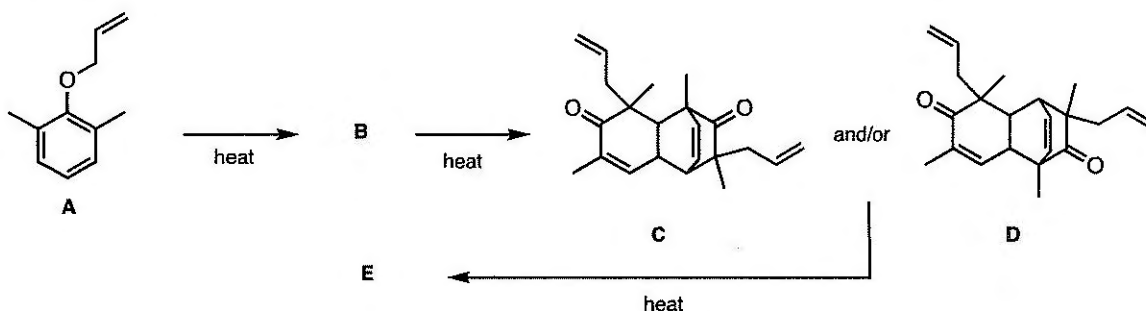
2022年9月・2023年4月入学試験問題
 大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名： 有機化学

問題番号 **3**

下記の(1)～(5)の各問に答えよ。反応条件は試薬のみで、溶媒や反応温度の記載は不要である。

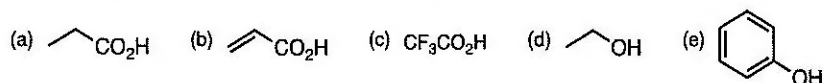
- (1) 次の反応で生じる化合物 **B** と **E** は互いに異性体である。**B** および **E** の構造式を示し、反応機構を簡潔に説明せよ。



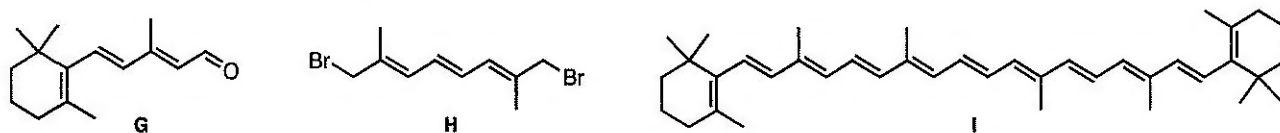
- (2) 次の反応で生成物の EtCHO を与える反応中間体 **F** を構造式で示せ。また、この反応を収率よく行うためには試薬の EtMgBr をギ酸に対して何当量使用する必要があるか、答えよ。



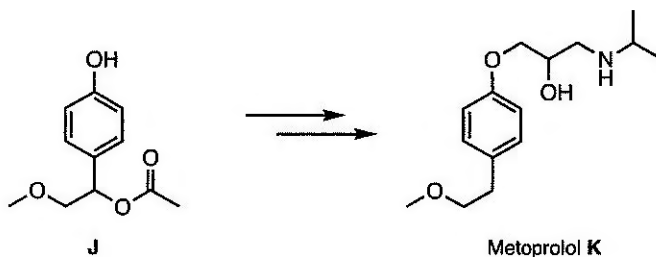
- (3) 次の(a)～(e)について、 pK_a の値が大きいものから順に不等号 $>$ を使って並べよ。



- (4) 次を示す化合物 **G** および **H** を用いて生成物 **I** を3工程以内で合成する方法を提案せよ。



- (5) 下記に示すメトプロロール **K** は高血圧症の降圧剤である。化合物 **J** を出発原料とする **K** の合理的な合成法を提案せよ。ただし、有機試薬の炭素数は3を上限とし、無機試薬は何を使ってもよい。



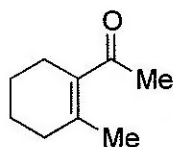
2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名：有機化学

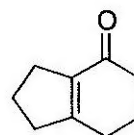
問題番号 4

- (1) 分子内アルドール反応，引き続き脱水により下記の生成物 a)，b)を得た。原料として用いたカルボニル化合物の構造，ならびに脱水が進行する前のアルコールの構造を示せ。

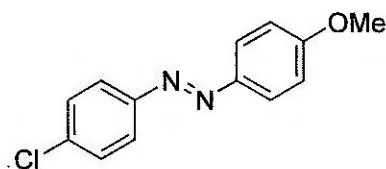
a)



b)

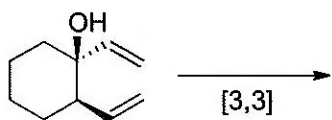


- (2) ジアゾカップリングにより下記のジアゾ化合物を合成する場合，原料として2つの組み合わせが考えられる。2つの組み合わせをそれぞれ示すとともに，いずれの組み合わせがより収率よく生成物を与えるかを説明せよ。

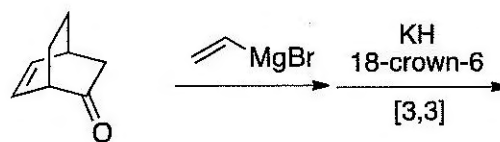


- (3) [3,3]シグマトロピー転位を含んだ下記の合成変換 c)，d)により得られる生成物の構造を示せ。

c)



d)



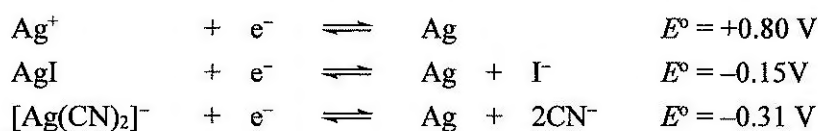
2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名：無機・分析化学

問題番号

1

1. 次の問いに答えよ。ただし、 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$ とする。
- (1) 0.10 mol/L の CH_3COOH 水溶液 20 ml と 0.15 mol/L の CH_3COONa 水溶液 10 ml を混合した溶液の pH を計算せよ。ただし、 CH_3COOH の $\text{p}K_a$ を 4.76 として計算せよ。
- (2) Zn^{2+} の水和イオンと OH^- との一段目の錯生成定数の対数値 $\log K_1$ は 5.04 であることがわかっている。この時生成する錯イオンは Zn^{2+} の水和イオンの配位水の一つから H^+ が解離した時の生成物と同じと考えられる。 Zn^{2+} 水和イオンの一段目の酸解離の $\text{p}K_a$ を求めよ。
- (3) 次の標準電極電位 E° (vs SHE, 25 °C) を用いて、25 °Cでの (a) AgI の溶解度積および (b) $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ の全生成定数を求めよ。ただし、気体定数 $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、ファラデー定数 $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ として計算せよ。



2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

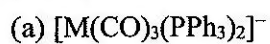
科目名： 無機・分析化学

問題番号 2

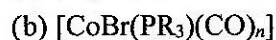
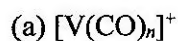
2. 次の問いに答えよ。

(1) 18 電子則とは何か説明せよ。

(2) 次の第一遷移系列の金属錯体が 18 電子則を満足している時、その金属(M)は何か答えよ。考え方も示せ。

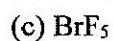
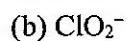
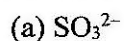


(3) 18 電子則を満足している場合、次の錯体の配位子の数(n)を予測せよ。考え方も示せ。



(4) VSEPR 理論とはどのような理論か説明せよ。

(5) 次の分子の構造を VSEPR 理論により推定し、構造式を描け。考え方も示せ。



2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名： _____ 無機・分析化学 _____

問題番号 **3**

3. 次の(a)～(d)の事柄について、キーワード欄から適切なキーワードを選択し、それを使って説明せよ。
解答の説明文中の当該キーワードに下線を引くこと。キーワード欄から複数のキーワードを選んでもかまわない。

<キーワード欄>

置換活性・置換不活性・VSEPR 理論・トランス効果・ヤーン-テラー効果・電気陰性度・
電荷移動遷移・結合次数・ π 結合・酸化数・縮退・スピン禁制・ラポルテ禁制・イオン半径・
不対電子・結晶場安定化エネルギー

- (a) $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ と MnO_4^- の色の違い。
(b) HClO_4 と HClO_3 の酸性度の違い。
(c) アーヴィング-ウィリアムズの安定度系列。
(d) 酸素分子が常磁性を示す理由。

2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名： 無機・分析化学

問題番号 **4**

4. 次の問いに答えよ。

- (1) トリスキレート錯体 $[M(L-L)_3]^{n+}$ には光学異性体が存在する。ある種の錯体では溶液中で異性化することが知られているが、その中には同じ金属イオンに対してそのキレート配位子が配位する速度よりも速く異性化する場合がある。 $[Cr(ox)_3]^{3-}$ (ox^{2-} = シュウ酸イオン)はこのように速く異性化する錯体であるが、この異性化において、シュウ酸イオンの一方の配位酸素と金属イオンの結合が一時的に切断されることが知られている。また、 $[Ni(en)_3]^{2+}$ (en = エチレンジアミン)も速く異性化するが、この錯体の場合は配位窒素と金属イオン間の結合は切断されないことが知られている。

以下の(a)-(c)の問いに答えよ。また機構を解答する際、光学異性体を表す記号も書くこと。

- (a) $[Cr(ox)_3]^{3-}$ の異性化の機構を示せ。
- (b) $[Ni(en)_3]^{2+}$ の異性化の遷移状態はどのような配位構造をとるか答えよ。
- (c) $[Ni(en)_3]^{2+}$ の異性化の機構には二つの可能な反応経路が考えられる。二つの機構を示せ。
- (2) $[CoACl(en)_2]^+$ (Aは一価の陰イオン性配位子)には *cis* と *trans* の異性体がある。この錯体の Cl^- が H_2O に置換される場合、*cis* 体は異性化を起こさないが *trans* 体は配位子 A の種類によって *cis* 体に異性化することがある。A 配位子が NO_2^- の時、*trans* 体も異性化を起こさないが、A 配位子が OH^- の時、約 2/3 が *cis* 体に異性化する。この置換反応は中間体を経由して進行しており、その中間体の構造が A 配位子の種類によって異なると考えれば説明できる。反応機構を説明せよ。

2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名：_____生命化学_____

問題番号1は必須問題。問題番号2, 3, 4のうちから, 2問を選択し答えよ。

問題番号

1

次の(1)～(10)の設問に答えよ。

(1) テロメラーゼ(telomerase)とはどのような細胞に存在する, どのような活性を持つ酵素か説明せよ。また, 大腸菌がテロメラーゼを必要としないのはなぜか。

(2) タンパク質と糖は複合分子になりうる。分泌タンパク質に結合しているN-結合型糖鎖と, プロテオグリカン(proteoglycan)を構成しているグリコサミノグリカン(glycosaminoglycan, GAG)鎖の構造的相違について説明せよ。

(3) 分子シャペロン(molecular chaperone)の多くは, 熱ストレスにより発現が亢進する熱ショックタンパク質(heat-shock protein, HSP)である。なぜ分子シャペロンが熱ストレス誘導性を獲得したのか, 考察せよ。

(4) 光合成によってグルコースが産生される化学反応式を書け。また光合成によって放出される O_2 の酸素原子はどの分子に由来するか答えよ。

(5) メダカの遺伝子を大腸菌に導入してタンパク質を産生させようとしたが, ポリペプチドの翻訳量が少なく, 満足な結果を得られなかった。教授に尋ねたら「動物種によってコドンの使い方が違うんだよ」と説明された。生物種によってコドンの使い方(codon usage)が違ふことの本質は何か, 説明せよ。

(6) Michaelis-Menten の式に従う酵素反応において, 競合阻害剤存在下では, Michaelis 定数(K_M)および最大速度(V_{max})は, 阻害剤非存在下とくらべどのように変化するか答えよ。また, 競合阻害剤の一般的な構造的特徴について述べよ。

(7) 選択的スプライシング(alternative splicing)とは何か説明せよ。

(8) インスリンのようなペプチドホルモン受容体と, 性ホルモンのようなステロイドホルモン受容体との, 細胞内局在および作用様式の相違について説明せよ。

(9) 数が大きい順に記号を並べ替えよ。

(ア) ヒトゲノムの総塩基対

(イ) ヒト個体を構成する細胞の総数

(ウ) ヒト遺伝子の総数

(エ) アボガドロ数

(10) 直径が大きい順に記号を並べ替えよ。

(ア) 出芽酵母の核

(イ) リボソーム

(ウ) ゾウリムシ

(エ) コロナウイルス粒子

2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名： _____ 生命化学 _____

問題番号

2

ゲノムの変異に関する以下の文章を読んで、下線部に対応する問(1)～(8)に答えよ。

ゲノムのDNAには一定の頻度で変異 (mutation) が入る。変異の原因としては、DNA複製時のエラーや、⁽¹⁾化学薬品、紫外線などによるDNAの損傷があげられる。変異のタイプには、^(2,3)点変異 (point mutation) や、挿入 (insertion)、欠失 (deletion) などがある。遺伝子の変異が、アミノ酸コード領域 (coding region) 内で起こったときのみならず、⁽⁴⁾非コード領域 (noncoding region) で起こった時にも、表現型 (phenotype) に影響する場合がある。

有性生殖を行う動物個体内で後天的に起こった変異は、多くの場合はその世代限りの影響しか及ぼさないが、⁽⁵⁾まれに次世代に受け継がれることがある。DNAの変異は、⁽⁶⁾疾病の原因になるだけでなく、進化の原動力でもある。⁽⁷⁾タンパク質が、その進化の過程で新しい機能を獲得する前には、遺伝子の重複 (gene duplication) がしばしば起こっている。しかしその一方で、重複した遺伝子が機能不全をきたし転写・翻訳されなくなった⁽⁸⁾偽遺伝子 (pseudogene) もゲノム中に多く見つかっている。

(1) 化学薬品がDNAの変異を誘導する性質を変異原性という。微生物の培養系を用いて変異原性を簡便に検出する方法について説明せよ。

(2) アミノ酸をコードしているDNAに点変異が入ってもアミノ酸が変化しない場合がある。その理由を説明せよ。

(3) 点変異の導入はタンパク質の機能を探るうえで有用な手法のひとつである。細胞内に存在するある酵素Xは、細胞外からのある刺激に応答してその活性が調節されているとする。酵素X中のあるアミノ酸をGluに変異させると、Xは刺激がなくても常時活性型となった。一方、同じアミノ酸をAlaに置換した変異体は刺激下においても、その活性を失った。

この実験結果から示唆される、酵素Xのアミノ酸が受ける翻訳後修飾について考察せよ。

(4) 非コード領域の変異の影響が表現型に現れるメカニズムを説明せよ。

(5) 有性生殖をおこなう生物において、変異が次世代に受け継がれる上で必要な要件を記せ。

(6) 遺伝子の変異が原因となっている、ヒトの遺伝性疾患について例をひとつ挙げ、その遺伝子がコードするタンパク質名を記せ。

(7) 遺伝子重複がタンパク質の新しい機能獲得、あるいは進化にいかんして貢献しているか、説明せよ。

(8) 一般に、偽遺伝子の変異速度は、機能している遺伝子のそれよりも早い。その理由を説明せよ。

2022年9月・2023年4月入学試験問題
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名： _____ 生命化学 _____

問題番号 **3**

次の文章を読んで、以下の問(1)～(9)に答えよ。

細胞膜の脂質二重層を構成する主要なリン脂質として^(2,3)ホスファチジルコリン (phosphatidylcholine)、ホスファチジルセリン (phosphatidylserine)、ホスファチジルエタノールアミン (phosphatidylethanolamine)、スフィンゴミエリン (sphingomyelin) がある。これらはいずれもリン酸、塩基性官能基を含む小分子と、(A)または(B)のアルコールおよび脂肪酸から構成されている。一方、リン脂質は、エイコサノイド (eicosanoid) の前駆体である (C) の供給源となる。

(1) AおよびBに相当するアルコールを答えよ。ただし、Aには脂肪酸が2分子、Bには脂肪酸が1分子結合する。

(2) スフィンゴミエリンを構成する塩基性小分子の名称を答えよ。

(3) 下線部について、細胞膜の脂質二重層の内側と外側でリン脂質の組成が異なることが知られている。細胞の外側の層に多く含まれるリン脂質を、本文の下線部から2つ選べ。

(4) 脂質二重層の構成リン脂質の非対称性を維持する酵素名を答えよ。

(5) リン脂質以外に、細胞膜の脂質二重層を構成する主要な成分を以下の中から選び記号で答えよ。

- | | | |
|-----------------|----------|-------------|
| (ア) トリアシルグリセロール | (イ) ワックス | (ウ) コレステロール |
| (エ) エイコサノイド | (オ) 糖脂質 | |

(6) Cに当てはまる化合物名を答えよ。

(7) リン脂質からCを生じさせる酵素名を答えよ。

(8) Cから生じる局所ホルモンの総称を2つ挙げよ。

(9) Cからこれらの局所ホルモンを生じさせる酵素の阻害剤が鎮痛剤や解熱剤として使用されている。代表的なものの化学構造を1つ示せ。

2022年9月・2023年4月入学試験問題

大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

科目名： _____ 生命化学 _____

問題番号 **4**

次の文章 I～II を読んで、それらに関する問(1)～(7)に答えよ。

I. 以下の文は、細菌のプロモーター領域の構造と制御に関する説明である。

転写開始位置を +1 番目とした場合、その 5' 末端側上流の -10 番目付近には、プリブナウ配列 (Pribnow box) という TATAAT の 6 塩基からなるコンセンサス配列が存在し、-35 番目付近には、TTGACA に近い配列を持つ。

(1) RNA ポリメラーゼがプロモーター配列に結合すると、DNA に対してどのような構造変化を誘導するのか、説明せよ。

(2) RNA ポリメラーゼのサブユニットにシグマ (σ) 因子が存在するが、 σ 因子の遺伝子を欠損させた細菌では転写効率が極めて低くなる。 σ 因子の RNA ポリメラーゼに対する機能を説明せよ。

(3) 2 本鎖の DNA の一方を鋳型として転写される遺伝子と、逆側の鎖を鋳型とする遺伝子がある。転写される鎖を規定する分子メカニズムを答えよ。

II. 真核生物の遺伝子には、(ア)と呼ばれる介在配列が存在している。そのため原核生物とは異なり mRNA 前駆体が成熟 mRNA に変換されるためには、(イ)によって(ア)を除去し(ウ)を連結する必要がある。(イ)では、(ア)内の特定の塩基である(エ)のリボースの 2' OH 基が、(ア)の 5' 末端部位を攻撃し切断する。次に、切断された(ウ)の 3' 末端の OH 基と下流の(ウ)の 5' 末端とが反応し連結する。(イ)の過程で生成される、(ア)から構成される環状 DNA の中間体を(オ)構造と呼ぶ。

成熟した mRNA の 5' 末端には、7-メチルグアニル酸 (m7G) という(カ)構造が存在し、mRNA の 3' 末端には(キ)と呼ばれる 200-300 塩基の配列が存在している。

(4) 文章中の(ア)～(キ)に入る適切な語句を答えよ。

(5) 文章中の(カ)の構造は真核生物の翻訳においてどのような機能を果たすのか、その生物学的意義を説明せよ。

(6) 文章中の(キ)の構造はどのような機能を果たすのか、その生物学的意義を説明せよ。

(7) mRNA ワクチンと DNA ワクチンとを比較して、前者が優位な点を列挙せよ。

[以下余白]

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

1	/	16
---	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	1	科目名	物理化学
---------	---	-----	------

受験番号					
氏 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

2 / 16

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	2	科目名	物理化学
---------	---	-----	------

受験番号					
氏 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

3	/	16
---	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可

選択	問題番号	3	科目名	物理化学
----	------	---	-----	------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

4	/	16
---	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	4	科目名	物理化学
---------	---	-----	------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

5 / 16

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	1	科目名	有機化学
---------	---	-----	------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

6	/	16
---	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	2	科目名	有機化学
---------	---	-----	------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

7	/	16
---	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	3	科目名	有機化学
---------	---	-----	------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

8	/	16
---	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	4	科目名	有機化学
---------	---	-----	------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

9	/	16
---	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	1	科目名	無機・分析化学
---------	---	-----	---------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

10	/	16
----	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	2	科目名	無機・分析化学
---------	---	-----	---------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

11	／	16
----	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可	選択 問題番号	3	科目名	無機・分析化学
-----------	---------	---	-----	---------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

12	/	16
----	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	4
---------	---

科目名	無機・分析化学
-----	---------

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

13 / 16

採点欄

※裏面の使用は不可

問題番号	1	科目名	生命化学
------	---	-----	------

(1)		(6)
(2)		(7)
(3)		(8)
(4)		(9)
(5)		(10)

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

14 / 16

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	2	科目名	生命化学
---------	---	-----	------

問題番号 2 を選択していない場合は本紙は白紙のまま提出すること。

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

(7)

(8)

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

15	／	16
----	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可	選択	問題番号	3	科目名	生命化学
-----------	----	------	---	-----	------

問題番号 3 を選択していない場合は本紙は白紙のまま提出すること。

(1) A:	(6)
B:	(7)
(2)	(8)
(3)	(9)
(4)	
(5)	

受験番号					
氏 名					
部 門 名					

2022年9月・2023年4月入学試験解答用紙
大学院先進理工学研究科修士課程化学・生命化学専攻

No.

16	／	16
----	---	----

採点欄

※裏面の使用は不可	選択	問題番号	4	科目名	生命化学
-----------	----	------	---	-----	------

問題番号 4 を選択していない場合は本紙は白紙のまま提出すること。

(1)

(2)

(3)

(4)

(ア) (イ) (ウ)

(エ) (オ) (カ)

(キ)

(5)

(6)

(7)