

## 2020年度 総合化学院修士課程

### 入学試験問題

#### 専門基礎科目 A群 (時間 9:30~12:00)

(総合基礎科目と合わせて、2時間30分で解答のこと)

#### 注意

科目記号	試験科目
A1-1	化学結合論
A1-2	基礎物理化学
A1-3	基礎有機化学
A1-4	基礎無機化学
A1-5	基礎分析化学
A1-6	基礎生物化学
A1-7	基礎分子生物学

- (1) 上記の試験科目の中から**合計4科目**を選択して解答しなさい。
- (2) 配点は1科目50点、合計200点である。
- (3) 解答は各試験科目につき1枚の答案用紙に書きなさい。  
また、各答案用紙には**科目記号**、**試験科目**および**受験番号**を必ず記入しなさい。解答を用紙の表面に書ききれない場合は、同じ答案用紙の裏面に記入してもよい。ただしその場合は、裏面に記入があることを明記すること。
- (4) 答案用紙は全部で4枚ある。**4枚ともすべて提出しなさい。**
- (5) 草案用紙は全部で2枚あり、1枚にはマス目が印刷されている。草案用紙は提出する必要はない。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-1 (1/2)	試験科目	化学結合論
------	-------------	------	-------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

設問 以下の文章を読み、問 (1) ~ (7) に答えなさい。

二原子分子 HF の結合は、両原子の原子価軌道である H の 1s 軌道と、F の 2s, 2p<sub>x</sub>, 2p<sub>y</sub> および 2p<sub>z</sub> 軌道からなる分子軌道により理解できる。ただし、ここでは H, F それぞれの原子核間を結ぶ直線を z 軸とする。これら 5 つの原子軌道の線形結合により合計 5 つの分子軌道が形成され、H および F 原子が持っていた原子価電子はこの 5 つの分子軌道のいずれかを占有する。これらの分子軌道  $\Psi_n$  は一般には、式 (i) のように表すことができる。しかし、実際には、いずれの  $\Psi_n$  においても、係数  $c_{1n} \sim c_{5n}$  のいくつかがほぼ 0 となるため、各分子軌道は 1 つの原子軌道、あるいは 2 つの原子軌道の線形結合で近似できる。例えば、HF の結合形成に寄与する結合性分子軌道  $\Psi_{\text{bonding}}$  は、式 (ii) のように、H の 1s 軌道  $\phi_{\text{H-1s}}$  と F の 1 つの原子軌道  $\phi_{\text{F}}$  の線形結合で表すことができる。ここでは原子軌道および分子軌道は全て規格化されているものとする。

$$\Psi_n = c_{1n}\phi_{\text{H-1s}} + c_{2n}\phi_{\text{F-2s}} + c_{3n}\phi_{\text{F-2p}_x} + c_{4n}\phi_{\text{F-2p}_y} + c_{5n}\phi_{\text{F-2p}_z} \quad (\text{i})$$

$$\Psi_{\text{bonding}} = c_a\phi_{\text{H-1s}} + c_b\phi_{\text{F}} \quad (\text{ii})$$

(1) 式 (ii) について、係数  $c_a$ ,  $c_b$  に関して正しいものを以下の (あ) ~ (か) から全て選び、記号で答えなさい。

- (あ)  $|c_a|^2 > |c_b|^2$       (い)  $|c_a|^2 = |c_b|^2$       (う)  $|c_a|^2 < |c_b|^2$   
 (え)  $|c_a|^2 + |c_b|^2 = 1$       (お)  $|c_a|^2 + |c_b|^2 < 1$       (か)  $|c_a|^2 + |c_b|^2 > 1$

(2) 式 (ii) の F の原子軌道  $\phi_{\text{F}}$  は、2s, 2p<sub>x</sub>, 2p<sub>y</sub>, 2p<sub>z</sub> 軌道のどれに対応するものであるか答えなさい。

(3) (2) で選んだ原子軌道以外の F の 3 つの原子軌道は、H の 1s 軌道とほとんど相互作用しない。その理由を、それぞれの軌道について簡潔に説明しなさい。

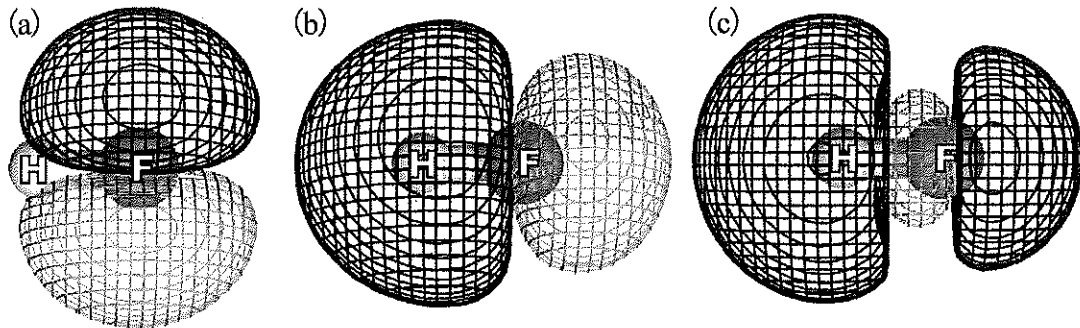
(つづく)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-1 (2/2)	試験科目	化学結合論
------	------------	------	-------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

- (4) 下図 (a), (b) および (c) は式 (i) で表される HF の分子軌道のうちの3つを模式的に表したものである。ここでは、波動関数を、同じ値をとる点を線で結んだ網状の面で表現している。また、線の濃淡は波動関数の値の正負に対応している。式 (ii) の結合性分子軌道  $\Psi_{\text{bonding}}$  に対応する図はどれか、正しいものを選び、記号で答えなさい。



- (5) 二原子分子 LiF における F 原子は、HF 分子における F 原子よりもイオン性が高い。この理由を結合形成に関与する原子軌道の特徴に基づき簡潔に説明しなさい。
- (6) HF 分子の最高被占分子軌道  $\Psi_{\text{HOMO}}$  を式 (i) のような形式で表したとき、係数が 0 とならない原子軌道をすべて答えなさい。最高被占分子軌道が 2 つ以上ある場合はそれぞれの分子軌道 ( $\Psi_{\text{HOMO}1}$ ,  $\Psi_{\text{HOMO}2}$ ...) について対応する原子軌道を答えなさい。
- (7) ハロゲン化水素の沸点は、高いものから順に、HF (19.5 °C), HI (-35.1 °C), HBr (-67 °C), HCl (-84.9 °C) となる。沸点がこの順番になる理由を簡潔に説明しなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-2 (1/2)	試験科目	基礎物理化学
------	-------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

設問 次の文を読んで、以下の問(1)～(7)に答えなさい。

「ヒートポンプは、寒い冬の日にも気温が低い外気から熱を汲み上げ、家の中へ放出することができます。これがヒートポンプによる暖房です。この時の効率は、最近のわが国の技術によれば、ヒートポンプを動かすために消費するエネルギーに対して、汲み上げた熱による暖房能力はその約6倍、効率570～600%にもなります。電気ヒータであっても消費した電力に対してほぼ同等程度しか暖房できないことを考えれば、ヒートポンプははるかにエネルギー効率が優れているといえます。」

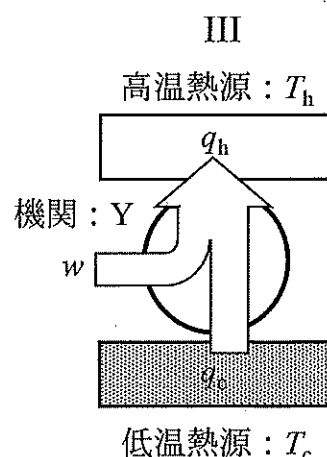
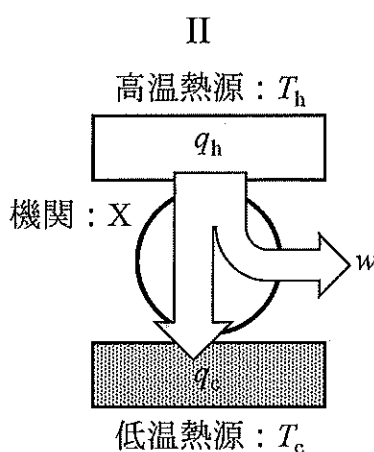
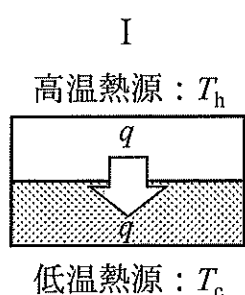
上の文中の下線部の内容を熱力学的に確認するため、下の3つの系I, II, IIIを考える。系IIの機関Xは以下の過程からなる1モルの完全気体を用いたカルノーサイクルである。

過程1. 温度  $T_h$  の高温熱源に接して、温度  $T_h$  で系の完全気体の体積を  $V_A$  から  $V_B$  へ変化させる等温可逆膨張。

過程2. 熱源と熱的接触することなく、系の完全気体の温度を  $T_h$  から  $T_c$  に低下させる断熱可逆膨張。この過程で体積は  $V_B$  から  $V_C$  に変化する。

過程3. 温度  $T_c$  の低温熱源に接して、温度  $T_c$  で系の完全気体の体積を  $V_C$  から  $V_D$  へ変化させる等温可逆圧縮。

過程4. 熱源と熱的接触することなく、系の完全気体の温度を  $T_c$  から  $T_h$  に上昇させる断熱可逆圧縮。この過程で体積は  $V_D$  から  $V_A$  に変化する。



(1) 系IIにおいて、熱  $q$  は自発的には低温熱源から高温熱源の方向には流れない。熱  $q$  が低温熱源から高温熱源へ流れる過程のエントロピー変化は、負であることを式で示しなさい。

(つづく)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-2 (2 / 2)	試験科目	基礎物理化学
------	---------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙 1 枚)。

- (2) 完全気体の断熱可逆過程においては,  $C_{V,m}$  をモル定圧熱容量,  $R$  を気体定数として, 系の温度  $T$  と体積  $V$  の間に以下の式(i)が成立する。

$$VT^{C_{V,m}/R} = \text{一定} \quad (\text{i})$$

式(i)を用いて系IIの機関Xにおける過程 1. ~ 過程 4. の体積  $V_A, V_B, V_C, V_D$  の間に成立する式を求めなさい。

- (3) 1モルの完全気体が温度  $T$  で体積が  $V_i$  から  $V_f$  に変化する等温可逆過程において, 移動する熱  $q$  は以下の式(ii)で与えられる。

$$q = RT \ln \frac{V_f}{V_i} \quad (\text{ii})$$

高温熱源から機関Xに移動する熱を  $q_h$ , 機関Xから低温熱源に移動する熱を  $q_c$  とするとき, (2) の結果および式(ii)を用いて以下の式(iii)を導きなさい。

$$\frac{q_h}{q_c} = -\frac{T_h}{T_c} \quad (\text{iii})$$

- (4) 次に, 系IIの過程をすべて逆に動かす系IIIを考える。この系では機関Xと全く逆の動きをする機関Yにより, 外部から仕事  $w$  を系に与えることによって, 温度  $T_c$  の低温熱源から温度  $T_h$  の高温熱源に熱を移動させることになる。効率係数  $c$  を以下の式(iv)のように定義するとき,  $c$  を  $|q_h|$  と  $|q_c|$  で表しなさい。

$$c = \frac{|q_c|}{|w|} \quad (\text{iv})$$

- (5) (3) の結果を用いて,  $c$  が以下の式(v)となることを示しなさい。

$$c = \frac{T_c}{T_h - T_c} \quad (\text{v})$$

- (6) 室内を  $25^\circ\text{C}$  に保温するヒートポンプ型暖房機がある。この暖房機が (5) の結果に従うとすると,  $5^\circ\text{C}$  の室外から熱をくみ上げる場合には, 消費するエネルギー (外部が系にする仕事) の何倍の熱を室外から室内に移動させることができるか。その数値を有効数字2桁で求めなさい。

- (7) 前ページの文の下線部では「消費するエネルギーに対して, 汲み上げた熱による暖房能力はその約6倍」と記載されている。(6) で示された室外, 室内温度の場合でもその暖房能力が約6倍であったとき, この値が (6) の計算結果と異なる原因を簡潔に述べなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-3 (1/2)	試験科目	基礎有機化学
------	------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

設問 以下の問 (1), (2) に答えなさい。

(1) 右図の一般式で表されるカルボニル化合物 (R はアルキル基, 置換基 X は原子または原子団とする) について, 以下の問 1) ~ 3) に答えなさい。

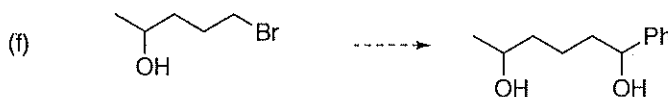
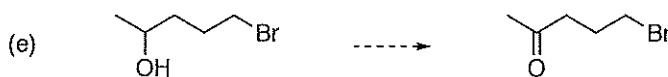
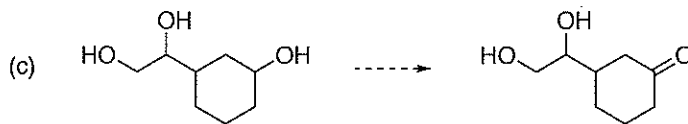
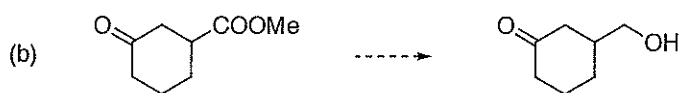
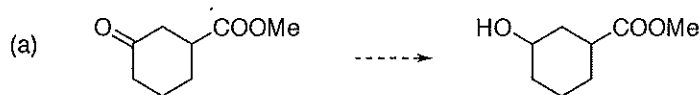


1) 置換基 X が水素原子の場合, 塩素原子の場合, メトキシ基の場合, およびメチル基の場合を考える。不等号 (>) を用いて, それら 4 種類の化合物の構造式を, 求核付加反応に対する反応性が高い順に記しなさい。

2) 上記の 1) で答えた順序を理解する上で, 最も重要となる 2 つの効果 (化学用語) を答えなさい。また, それぞれの効果が反応性に与える影響を簡潔に説明しなさい。

3) 上記の 2) で答えた 2 つの効果の他にも, カルボニル化合物の反応性に影響を与える構造上の要因が考えられる。これを簡潔に説明しなさい。

(2) 複数の官能基をもつ有機化合物を合成する際には, しばしば「官能基の保護」が必要となる。分子変換 (a) ~ (f) に関する以下の問 1) ~ 4) に答えなさい。



(つづく)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-3 (2/2)	試験科目	基礎有機化学
------	------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

- 1) 分子変換 (a) ~ (f) のうち、保護基を用いる必要がないものをすべて選び、記号で答えなさい。また、各々の変換に必要な試薬を、記号の横に記しなさい。
- 2) 分子変換 (a) ~ (f) のうち、保護基を用いる必要があるものをすべて選び、記号で答えなさい。また、官能基を保護する必要がある理由を、記号の横に記しなさい。
- 3) 上記の 2) で選んだ変換を実施するためには、複数の反応を経由する必要がある。各々の変換について、必要な試薬と中間体の構造式を記しなさい。
- 4) どのような官能基を保護する場合にも、保護基の使用に際して重視される共通の事項が存在する。(ア) 保護基の導入段階、(イ) 途中の分子変換段階、(ウ) 保護基の除去段階に分けて、それぞれにおいて重視される事項を簡潔に説明しなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-4 (1/2)	試験科目	基礎無機化学
------	-------------	------	--------

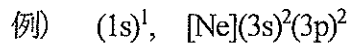
(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

設問 以下の問 (1), (2) に答えなさい。

(1) 図1は、原子番号1から92までの元素の第一イオン化エネルギーの値をプロットしたものである。

1) 図1の a, d, f, g に当てはまる元素を元素記号で答えなさい。

2) 図1の b および c の基底状態電子配置を、例にならって書きなさい。これに基づき、c のイオン化エネルギーが、bより下がっている理由を簡潔に説明しなさい。



3) 図1の e の基底状態電子配置を例にならって書きなさい。これに基づき、3d金属系列中、e とその次の元素の間に段差ができていない理由を簡潔に説明しなさい。

4) 3d金属系列元素では、第二および第三イオン化エネルギーにおいても、第一イオン化エネルギーで見られた (図1の e) ような、系列全体の傾向に反してイオン化エネルギーが低くなる元素がある。第二、第三イオン化エネルギーに関して、それぞれ、対応する元素を元素記号で答えなさい。

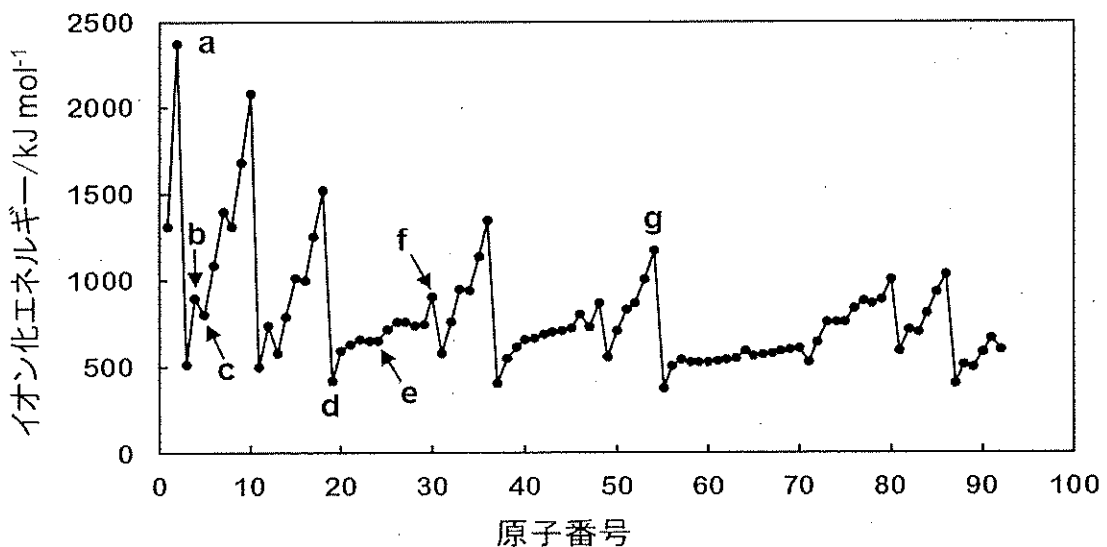


図1. 原子番号1から92までの元素の第一イオン化エネルギー

(つづく)



総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-4 (2 / 2)	試験科目	基礎無機化学
------	---------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

(2) 一定条件下におけるイオン性結晶の熱力学的安定性は、格子エンタルピー ( $\Delta_L H^\circ$ ) で評価することができる。カチオン A とアニオン B からなるイオン性結晶の格子エンタルピーを算出する式として、カプスティンスキーの式(i)が知られている。

$$\Delta_L H^\circ = \frac{n|z_A \times z_B|}{d_0} \left(1 - \frac{d}{d_0}\right) K \quad (i)$$

ここで、 $d_0$  は隣接するカチオン A とアニオン B の中心間の距離、 $z_A, z_B$  は、それぞれカチオン A とアニオン B の電荷、 $n$  は化学式におけるイオンの数、 $d$  および  $K$  は定数 ( $d=34.5 \text{ pm}, K=1.21 \times 10^5 \text{ kJ pm mol}^{-1}$ ) である。

1) カプスティンスキー式(i)を用いて、塩化カルシウムおよび炭酸カルシウムの格子エンタルピーを有効数字3桁で求めなさい。ただし、各イオンのイオン半径は次の値を用いること。  $\text{Ca}^{2+}$ : 100 pm,  $\text{Cl}^-$ : 181 pm,  $\text{CO}_3^{2-}$ : 178 pm

2) 得られた格子エンタルピーの値に基づき、塩化カルシウムと炭酸カルシウムの水に対する溶解性の違いを説明しなさい。また、格子エンタルピーとともに考慮すべきもう一つのエンタルピーを答えなさい。

3) 塩化カルシウムのボルン・ハーバーサイクルを図2の熱化学サイクルの例にならって書きなさい。また、1) で求めた格子エンタルピーおよび表1のデータを参考にして塩化カルシウムの標準生成エンタルピー ( $\Delta_f H^\circ$ ) を有効数字3桁で答えなさい。

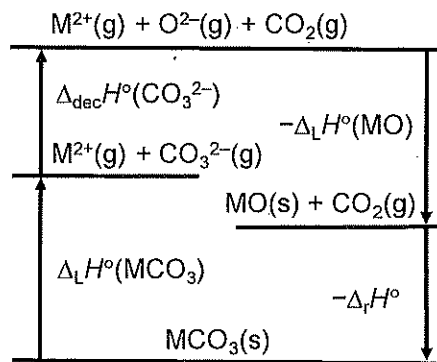


図2. 熱化学サイクルの例 ( $\text{MCO}_3$  の分解)。

表1. カルシウムと塩素に関する各種データ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )

	カルシウム	塩素
標準昇華エンタルピー $\Delta_{\text{sub}} H^\circ$	193	—
標準結合解離エンタルピー $\Delta_{\text{dis}} H^\circ$	—	242
イオン化エネルギー(第一, 第二) $I_1, I_2$	589, 1145	1251, 2296
電子親和力 $E_a$	2	349

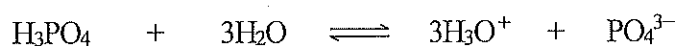
総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-5 (1/2)	試験科目	基礎分析化学
------	-------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

設問 以下の問 (1) ~ (6) に答えなさい。

- (1) 定量分析化学における正確さと精密さの違いについて100字程度で説明しなさい。
- (2) 多塩基酸であるリン酸は、段階的に酸解離する。リン酸の全酸解離に対する反応式と全酸解離定数 $K_a$ は次のようになる。



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^3 [\text{PO}_4^{3-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = 2.2 \times 10^{-22} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}$$

第一酸解離定数 $K_{a1}$ と第三酸解離定数 $K_{a3}$ がそれぞれ $7.5 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ と $4.8 \times 10^{-13} \text{ mol dm}^{-3}$ とする。リン酸の第二酸解離について、反応式と逐次酸解離定数 $K_{a2}$ を答えなさい。なお、逐次酸解離定数は、有効数字2桁で示しなさい。ただし、溶液中のすべてのイオンの活量係数は1.0とする。

- (3) クロマトグラフィーに関して、以下の問1), 2) に答えなさい。
- 1) (A)~(D)に示した液体クロマトグラフィーの分離機構を選択肢から選んでそれぞれ答えなさい。複数あてはまる場合には複数答えなさい。  
 (A) 吸着クロマトグラフィー (B) 分配クロマトグラフィー (C) イオン交換クロマトグラフィー (D) サイズ排除クロマトグラフィー

選択肢: 共有結合, 水素結合, 配位結合, 静電相互作用, 二相間の分配平衡, 分子サイズ

- 2) 塩化ナトリウム, グルコース, グリシンの混合物を陽イオン交換カラムにより分離し, グルコースとグリシンを回収する。酸性条件下において上記の混合物を含む水溶液を流したとき,  と  イオンが最初に溶出する。続いて,  溶液を流すことで  が溶出し, 目的であったグルコースとグリシンの分離回収がなされる。 ~  に当てはまる語句を答えなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-5 (2/2)	試験科目	基礎分析化学
------	------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

- (4) 溶液に含まれている塩化物イオンを定量する方法 (銀滴定) として, ファヤンス法 (Fajans' method) が知られている。ファヤンス法の原理について200字程度で説明しなさい。
- (5) 高純度の無機水銀を電極に用いるポーラログラフィーでは, 固体電極を使用した場合に比べ再現性の高い精密電流測定が可能である。その理由を文中に「電極表面」と「吸着」という単語を含めて説明しなさい。
- (6) フレーム発光分析法と高周波誘導結合プラズマ発光分析法 (ICP発光分析法) を比較すると, ICP発光分析法の方がより多くの元素の発光分析に適用可能である。その理由を「温度」の点から説明しなさい。

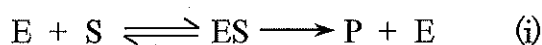
総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-6 (1/2)	試験科目	基礎生物化学
------	-------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

設問 以下の酵素反応に関する文章を読み、問 (1) ~ (6) に答えなさい。

酵素Xの反応は、式(i)で示すミカエリス・メンテン型の機構に従う。この時、ES複合体から生成物Pが放出される2段階目が律速となる。



(E : 酵素, S : 基質, P : 生成物)

式(ii)はミカエリス・メンテン型の酵素反応の速度  $v$  と基質濃度  $[S]$  の関係を表す。 $V_{\max}$  は最大速度、 $K_m$  はミカエリス定数である。

$$v = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]} \quad (ii)$$

酵素Xの反応速度に対する基質Yの濃度依存性を測定し、図1の結果を得た。その両逆数プロット (Lineweaver-Burk プロット) は図2のようになった。化合物Aを 5.0 mM になるように加えて同様の活性測定実験を行ったところ、見かけの  $V_{\max}$  の値は変わらなかったが、見かけの  $K_m$  の値は3倍に変化した。化合物Bを 2.0 mM になるように加えて行った場合は、見かけの  $K_m$  の値は変わらなかったが、見かけの  $V_{\max}$  の値が 1/2 になった。

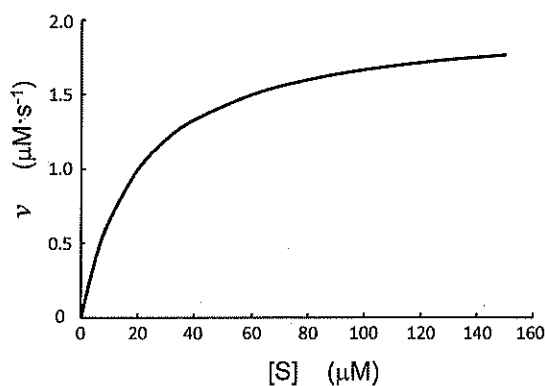


図1

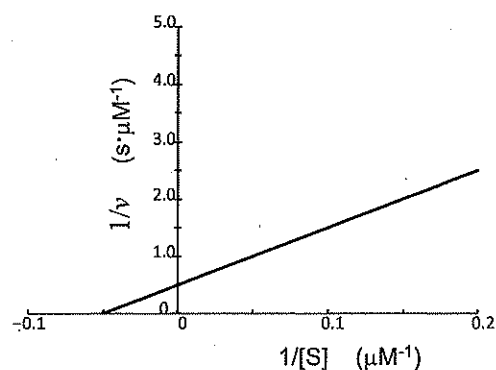


図2

(つづく)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-6 (2/2)	試験科目	基礎生物化学
------	-------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

- (1) 酵素が触媒する反応は、化学触媒反応に比べて数桁速く、また、比較的穏やかな条件で進む。これらの他に酵素が持つ、生体にとって有利な特徴を2つ答えなさい。
- (2) 酵素Xの基質Yに対する $V_{\max}$ と $K_m$ の値を求めなさい。単位も記入しなさい。
- (3) 別の基質Zに対する酵素Xの $K_m$ の値は基質Yに対する値の3倍になった。 $K_m$ が酵素と基質の親和性を表すパラメーターであると仮定すると、酵素Xは基質Yと基質Zのどちらに対して強く結合するか答えなさい。
- (4) 化合物Aおよび化合物Bによって酵素Xの反応が阻害されるとき、図1と図2の結果はどのように変化するか。答案用紙に図1と図2のグラフを書き写し、そこに化合物Aおよび化合物Bを加えた場合のおおよその結果を示すグラフを、どちらの場合の結果であるかがわかるように書き加えなさい。
- (5) 化合物Aの酵素Xに対する阻害定数 $K_i$ の値を求めなさい。単位も記入しなさい。
- (6) 化合物Aおよび化合物Bの酵素Xに対する阻害様式をそれぞれ答えなさい。また、それらがどのようにして酵素Xの活性を阻害するか説明しなさい。模式図を用いても良い。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-7 (1/2)	試験科目	基礎分子生物学
------	------------	------	---------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

設問 次の文章を読み、以下の問(1)～(6)に答えなさい。

遺伝子クローニングに広く使われるプラスミドベクターは環状二本鎖DNAで、細菌細胞に天然に存在するプラスミドから作る。クローニングベクターとして使うにはまず精製環状プラスミドDNAを **あ** で切断し、線状分子にする。プラスミドに挿入するDNAも **あ** で切り、生じた断片を線状にしたベクターに加えて、それぞれのDNA分子の末端を **い** で結合させることによって環状組換えDNAを作る。

(ア) 各生物種での遺伝子発現に適したプラスミドベクターを用いることによって、様々なタンパク質を *in vitro* や (イ) *in vivo* で発現させることが可能である。また、**う** などの蛍光タンパク質を (ロ) 解析したいタンパク質のN末端やC末端に付けることによって、細胞内におけるタンパク質の動きや局在を (ハ) ライブイメージングで観察することが可能となる。

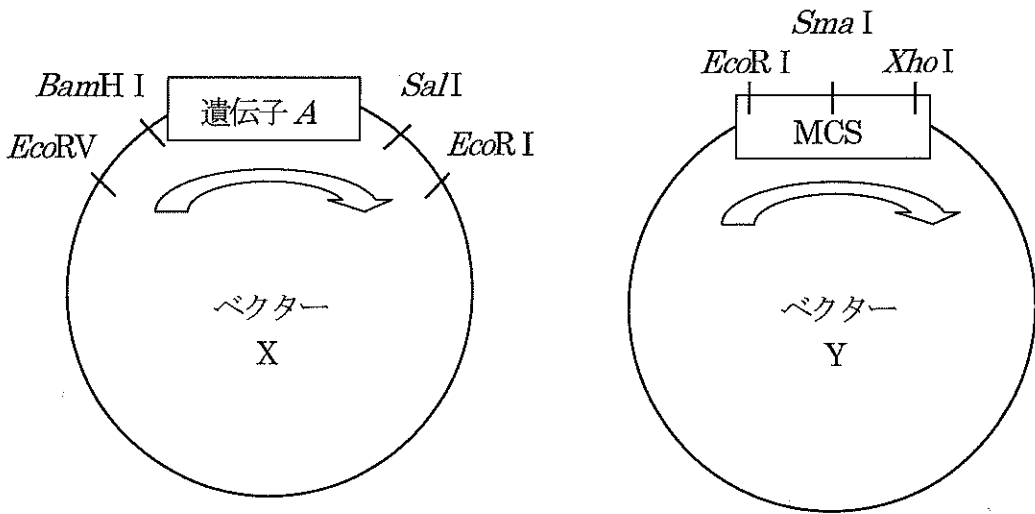


図1

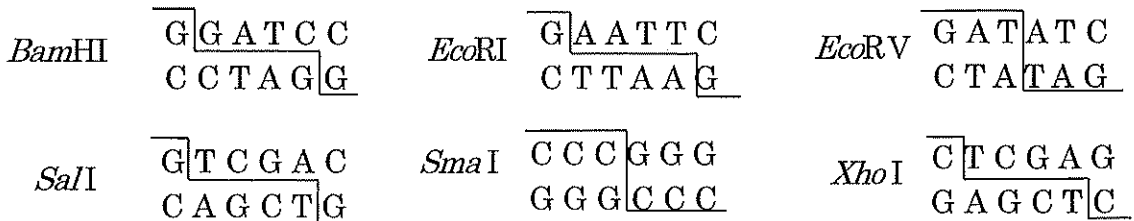


図2

(つづく)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-7 (2/2)	試験科目	基礎分子生物学
------	-------------	------	---------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

(1) DNA クローニング技術について以下の間に答えなさい。

(a) 空欄  ,  にあてはまる適切な語句を答えなさい。

(b) 図1のベクターXに挿入されている遺伝子AをベクターYのMCS

(multiple cloning site) に順方向 (矢印の方向を保って) に挿入したい。図2に示した  の塩基認識配列を参考にしてどのようにすればよいか具体的に説明しなさい。ただし、遺伝子A内にはこれらの  の塩基認識配列は存在しないものとする。

(2) 下線部 (ア) について以下の間に答えなさい。

大腸菌と哺乳類培養細胞に用いる強制発現ベクターは、それぞれ遺伝子挿入部位上流 (5' 側) の配列が異なる。どのように異なっているのかについて、簡潔に答えなさい。

(3) 下線部 (イ) について以下の間に答えなさい。

ショウジョウバエ複眼組織において遺伝子Bを発現させたところ、野生型(wild-type)のショウジョウバエと比べて複眼組織の大きさが有意に増大した。一方、複眼組織の細胞総数は野生型とB発現ショウジョウバエで大きな差は見られなかった。B発現が細胞に及ぼした影響について20字程度で答えなさい。

(4) 空欄  にあてはまる適切な語句を答えなさい。

(5) 下線部 (ウ) について以下の間に答えなさい。

あるタンパク質のN末端あるいはC末端に  タグを付けて、それぞれの細胞内局在を調べたところ、N末端にタグをつけたタンパク質は細胞膜上に、C末端にタグをつけたタンパク質は細胞質中に局在していた。どのような原因が考えられるかについて50字程度で答えなさい。

(6) 下線部 (エ) について以下の間に答えなさい。

タグを付けたタンパク質Cを発現させた細胞と発現していない親細胞 (parental cell) を1:1の割合で混合して培養をしていたところ、2日後にその割合が1:10に変化していた。考えられる原因を2つあげて、それぞれ簡潔に説明しなさい。