

## 2026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	基礎物理化学
A1-2	基礎有機化学
A1-3	基礎無機化学
A1-4	基礎分析化学
A1-5	基礎生物化学
A1-6	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	A1-1 (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

図1の左側に示すようなコックでつながった2つの容器の一方に気体を満たし、他方を真空にする。コックを開いて気体を真空中に膨張させるときの気体の温度変化を、完全気体 (理想気体)、実在気体のそれぞれについて考える。ただし、容器の壁やコックは熱を伝えないものとする。以下の問 (1) ~ (5) に答えなさい。

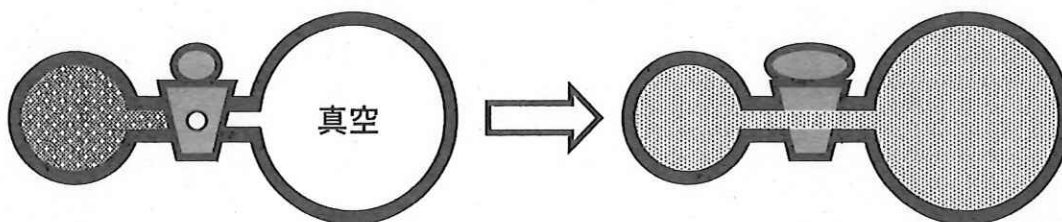


図1

- (1) この断熱自由膨張に伴う系の内部エネルギー  $U$  の変化  $\Delta U$  が0となることを、熱力学第一法則にもとづいて説明しなさい。
- (2)  $U$ 一定での体積変化に伴う温度変化は、 $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_U$  から求められる。 $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_U$  は、 $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$  および定容熱容量  $C_V$  との間に、式(i)に示す関係がある。ただし、 $T$  および  $V$  は、それぞれ系の温度および体積である。

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_U = -\frac{\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T}{C_V} \quad (i)$$

- 1) 状態量  $U$  は  $T$  および  $V$  の関数である。 $dU$  を完全微分形で示しなさい。
- 2) 式(i)を導きなさい。導出過程も示しなさい。

(つづく)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-1 (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)。

- (3) 一般に、熱力学的状態方程式とよばれる式(ii)の関係が成り立つ。

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p \quad (\text{ii})$$

また、熱力学基本式とよばれる式(iii)の関係が成り立つ。ただし、 $p$  および  $S$  は、それぞれ系の圧力とエントロピーである。

$$dU = TdS - pdV \quad (\text{iii})$$

- 1) エンタルピー  $H$ 、ヘルムホルツエネルギー  $A$ 、およびギブズエネルギー  $G$  について、それぞれの定義を式で示しなさい。
- 2)  $H$ 、 $A$ 、 $G$  について、式(iii)に対応する式を示しなさい。
- 3) 式(iii)から、マクスウェルの関係式を利用して、式(ii)を導きなさい。導出過程も示しなさい。

- (4) 式(i)および(ii)より、断熱自由膨張における温度変化  $\Delta T$  を求めることができる。

- 1) 式(ii)より、完全気体の  $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$  を求めなさい。
- 2) 完全気体において、 $\Delta T=0$  となることを示しなさい。

- (5) 実在気体として、状態方程式が式(iv)で表されるファンデルワールス (vdW) 気体を考える。ただし  $a$  および  $b (>0)$  は気体分子によって決まるファンデルワールス係数であり、 $n$  は物質量、 $R$  は気体定数を表す。

$$p = \frac{nRT}{V - nb} - a \frac{n^2}{V^2} \quad (\text{iv})$$

式(iv)より、vdW 気体の内部エネルギー  $U_{\text{vdW}}$  は、完全気体の内部エネルギー  $U_{\text{ideal}} = cnRT$  ( $c$  は定数) に、分子間相互作用を表す項を加えた式(v)で表される。

$$U_{\text{vdW}} = cnRT - a \frac{n^2}{V} \quad (\text{v})$$

- 1) 式(ii)および(iv)より、vdW 気体の  $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$  を求めなさい。
- 2) 1) と同じ結果が、式(v)からも得られることを示しなさい。
- 3) vdW 気体  $n$  mol を、断熱自由膨張により体積を  $V_1$  から  $V_2$  に変化させたところ、温度が  $T_1$  から  $T_2$  に変化した。この温度変化  $\Delta T = T_2 - T_1$  を求めなさい。

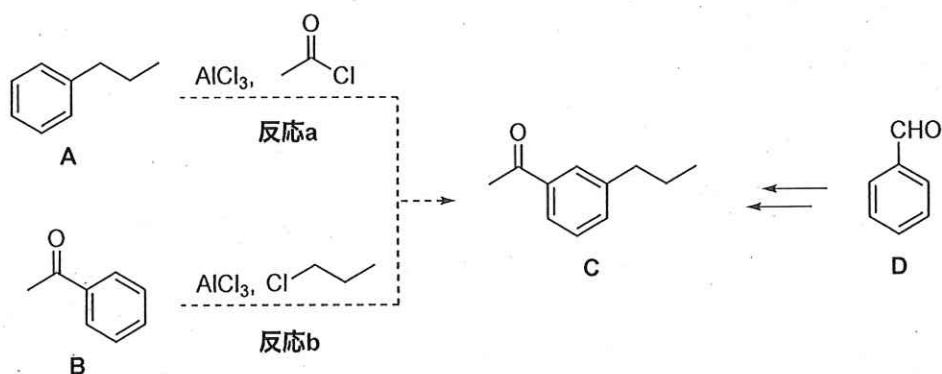
総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-2 (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) ~ (3) に答えなさい。

(1) 次に示す化合物 **C** を効率的に合成したい。以下の問1) ~ 3) に答えなさい。



- 1) 化合物 **A** を原料として、反応 a による一段階での合成を試みたが、化合物 **C** ではないものが主に生じる結果となった。反応 a における生成物として考えられる分子構造を一つ記しなさい。
  - 2) 次に、化合物 **B** を原料として、反応 b の条件で化合物 **C** の合成を試みたが、反応はほとんど進行しなかった。その理由を簡潔に説明しなさい。
  - 3) 化合物 **D** を原料として、複数工程を経て化合物 **C** を合成する方法を示しなさい。ただし、各段階の生成物および反応剤または反応剤の組み合わせを明示すること。
- (2) 分子式  $\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$  で表される芳香族化合物 **X** がある。その  $^{13}\text{C}$  NMR を (C-H カップリングがあらわれない) デカップリングモードで測定した結果、化合物 **X** に対応するシグナルが 4 本のみ観測された。化合物 **X** として矛盾の無い構造式を 3 つ記しなさい。また、それらを安定な塩酸塩を形成できるものと、そうでないものに分けて、その理由を説明しなさい。

総合化学院 総合化学専攻

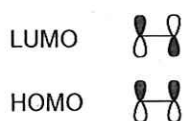
科目記号	A1-2 (2/2)	試験科目	基礎有機化学
------	------------	------	--------

(注) 解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

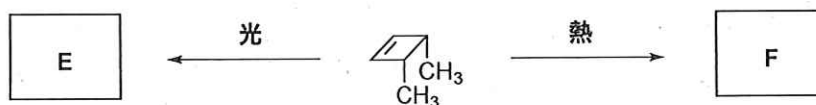
(3) アルケンの性質および反応性について、以下の問1) ~ 3) に答えなさい。

1) エチレンの例を参考に 1,3-ブタジエンおよび 1,3,5-ヘキサトリエンの HOMO および LUMO の軌道をそれぞれ図示しなさい。

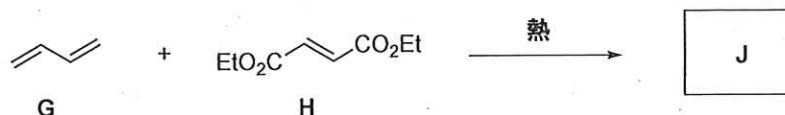
例) エチレンのHOMOおよびLUMO



2) *cis*-3,4-ジメチルシクロブテンの光化学反応および熱反応では、互いに異なる生成物 **E** および **F** が得られる。化合物 **E** および **F** の構造式を、立体化学を含めてそれぞれ記しなさい。また、光化学反応と熱反応で異なる生成物が得られる理由を簡潔に説明しなさい。



3) 以下の化合物 **G** と化合物 **H** の熱反応では、**G** の  と **H** の  が反応に関与し、 付加環化反応が進行して生成物 **J** を与える。一方、化合物 **G** と化合物 **H** の光化学反応では  付加環化反応の進行が優先するため、化合物 **J** と  化合物が得られる。



上の空欄  ~  に最も適した語句を、以下の選択肢から選び答えなさい。また、この反応における生成物 **J** の構造式を、立体化学を含めて記しなさい。

選択肢: [2+2], [4+2], [4+4], HOMO, LUMO,  $\sigma$  軌道,  $\sigma^*$  軌道, 同一の, 立体化学の異なる, 構造の異なる

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-3 (1/4)	試験科目	基礎無機化学
------	-------------	------	--------

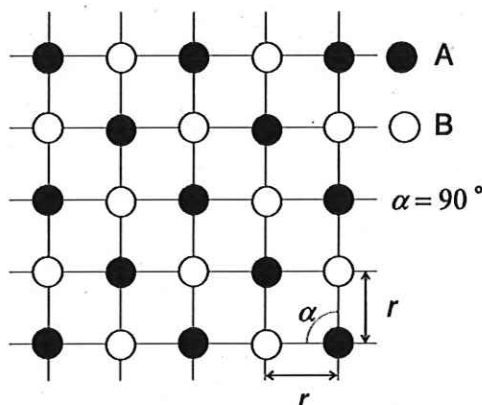
(注) 全設問に解答すること。解答は答案用紙に記入すること (答案用紙1枚)。

設問1 以下の文章を読み、問(1)～(5)に答えなさい。

イオン結合はカチオンとアニオンの静電相互作用によって形成される結合である。ここで一対のカチオンAとアニオンBが真空中で距離 $r$ 離れて置かれているとき、クーロンポテンシャルエネルギー $V_{AB}$ は式(I)で表わされる。

$$V_{AB} = \frac{Q_A Q_B}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (I)$$

ここで、 $Q_A$ 、 $Q_B$ はA、Bそれぞれの持つ電荷、 $\epsilon_0$ は真空の誘電率とする。 $Q_A$ 、 $Q_B$ の絶対値が等しいとして、図のような二次元の結晶構造を考える。



カチオンAを中心に置き、距離 $r$ の位置に最近接のアニオンBが存在する場合、中心のカチオンAが最近接のアニオンBから受けるクーロンポテンシャルエネルギー $V_{total1}$ を $V_{AB}$ を用いて表すと   $V_{AB}$ となる。続いて、第二近接となるイオンから受けるクーロンポテンシャルエネルギー $V_{total2}$ は   $V_{AB}$ と表され、第三近接となるイオンから受けるクーロンポテンシャルエネルギーの総和 $V_{total3}$ は   $V_{AB}$ となる。

(つづく)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-3 (2/4)	試験科目	基礎無機化学
------	-------------	------	--------

次に、任意のイオン性結晶 AB を考える時、その結晶におけるクーロンポテンシャルエネルギー  $V_{\text{Coulomb}}$  は (a) マーデルング定数  $M$  を用いて式 (II) で表される。

$$V_{\text{Coulomb}} = V_{\text{AB}} \times M \quad (\text{II})$$

さらに、イオン間距離が電子雲が重なるほど接近した際に生じる (b) 反発エネルギーを考慮することで、イオン間の平衡距離を求めることができる。ボルンはこの反発エネルギーを下式 (III) で表されることを示した。

$$V_{\text{rep}} = \frac{B}{r^n} \quad (\text{III})$$

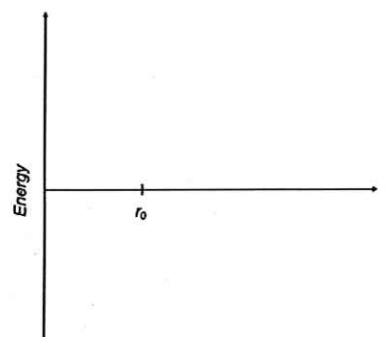
式 (III) において  $B$  は定数、ボルン指数  $n$  は 5~12 の値を取る。ここで、 $2N$  個 ( $N$  対) のイオン AB で構成される結晶の格子エネルギー<sup>(註)</sup>  $U$  は  $V_{\text{AB}}$ 、 $V_{\text{rep}}$  とマーデルング定数  $M$  を用いて、下式 (IV) で表すことができる。

$$U = NV_{\text{AB}} \cdot M + NV_{\text{rep}} \quad (\text{IV})$$

(1) 文章中の空欄  ~  に入る値を計算し答えなさい。

(2) 下線部 (a) のマーデルング定数が何によって決まる値か答えなさい。

(3) 右図に示す軸を解答用紙に書き写し、クーロンポテンシャルエネルギーを破線 (-----)、下線部 (b) の反発エネルギーを一点鎖線 (-----) で示した上で、イオン間距離  $r$  とエネルギーの関係のグラフの概形を実線 (——) で表しなさい。なお、軸中の  $r_0$  はイオン間の平衡距離とする。



総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A 1-3 (3/4)	試験科目	基礎無機化学
------	-------------	------	--------

(4) NaCl の格子エネルギー  $V_{\text{NaCl}}$  を考える。  $Q_A$  と  $Q_B$  をそれぞれ、  $e$  と  $-e$  として、  $B$  の値を  $e$ 、  $r_0$ 、  $\epsilon_0$ 、  $M$ 、  $n$  を用いて求めなさい。

(5) NaCl の格子エネルギーを計算すると、  $-753 \text{ kJ mol}^{-1}$  という値が得られた。このとき、NaCl と同じ結晶構造を持つ CaS の格子エネルギーが、下記のいずれに最も近い値を取ると予想されるか選びなさい。

(あ)  $-1000 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、 (い)  $-2000 \text{ kJ mol}^{-1}$

(う)  $-3000 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、 (え)  $-4000 \text{ kJ mol}^{-1}$

<sup>(注)</sup>格子エネルギーと格子エンタルピーは厳密には定義が異なるが、ここでは絶対値が等しく、符号の異なる値を取るとする。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-3 (4/4)	試験科目	基礎無機化学
------	------------	------	--------

設問2 反応機構と解析手法に関する以下の問(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 触媒を用いたアンモニア選択的酸化反応 ( $\text{NH}_3$  を酸化して  $\text{N}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  などを得る反応) において、生成物の選択性に関する以下の問1)、2) に答えなさい。
- 1) 触媒の担体が強い酸性サイト (ブレンステッド酸性またはルイス酸性) を有する場合、アンモニアの吸着挙動および生成物の選択性 (特に  $\text{N}_2$  の生成) にどのような影響を与えるか、簡潔に説明しなさい。
  - 2) 低温および高温で、それぞれ主に生成される窒素化合物を列挙しなさい。
- (2) 酸素発生反応に用いられる遷移金属酸化物触媒に関して、反応中に生じる酸素空孔の役割として正しいものを以下のA～Dより一つ選び、記号で答えなさい。
- A. 酸素空孔は反応阻害種を捕捉し、触媒活性を低下させる
  - B. 酸素空孔は電子密度を減少させ、酸化反応を抑制する
  - C. 酸素空孔は反応中間体の吸着・脱離を助け、酸素発生反応の活性を高める
  - D. 酸素空孔は反応温度を均一に保つために必要である
- (3) 次の分析と主要な用途の組み合わせのうち、正しいものをE～Kよりすべて選び、記号で答えなさい。正しいものがない場合は、「なし」と解答すること。
- E. 走査型電子顕微鏡 — 結晶構造の決定
  - F. X線回折 — 吸着ガスの化学種を可視化
  - G. 透過型電子顕微鏡 — ナノ粒子の結晶面の直接観察
  - H. X線吸収分光 — 金属の酸化状態や局所構造の解析
  - I. 紫外・可視分光 — 金属粒子の表面形状や粗さの可視化
  - J. ラマン分光 — 固体のバンド間遷移解析からバンドギャップを算出
  - K. 走査トンネル顕微鏡 — 原子スケールの表面構造の可視化

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-4 (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)～(3)に答えなさい。

(1) 分析値の誤差には、大別すると原理的には原因がはっきりしている系統誤差と、予測することも感知することもできない原因のために測定値が不規則にばらつく偶然誤差が存在する。これらの誤差に関する以下の問1)～4)に答えなさい。

1) 以下の(ア)～(カ)で生じる誤差の中から系統誤差と考えられるものを3つ選んで、記号で答えなさい。

- (ア) ビュレットの目盛りをいつも少し上から見てしまう。
- (イ) EDTA標準溶液の濃度を秤量誤りにより薄く調製してしまった。
- (ウ) 滴定ごとに終点を見極めるのが難しく、滴下量がばらつく。
- (エ) 使用している指示薬のpH変化点が滴定中の中和反応に適していない。
- (オ) 滴定時にビュレットからたまに一滴多く出ることがある。
- (カ) ビーカー内に残る滴定液の量が毎回異なる。

2) 偶然誤差が大きくなると、実験結果にどのような影響があるか50字以内で答えなさい。

3) ある測定を100回行ったところ、結果は平均値を中心にガウス分布(正規分布)に従った。このとき、測定値が平均値 $\pm 1\sigma$ (標準偏差)の範囲に入る確率として最も近いものを、以下の(キ)～(サ)から一つ選び、記号で答えなさい。

- (キ) 30% (ク) 47% (ケ) 68% (コ) 85% (サ) 99%

4) ある分析値の誤差の表記の仕方として平均値 $\pm$ 標準偏差( $\bar{x} \pm \sigma$ )で表すことがある。5回滴定を行った結果、滴定量が以下のようなになった。 $\bar{x} \pm \sigma$ (mL)を答えなさい。ただし、 $\bar{x}$ と $\sigma$ の有効数字はそれぞれ3桁と2桁とし、 $\sigma$ は不変標準偏差(不変分散の平方根)とする。

1回目 21.0 mL, 2回目 19.3 mL, 3回目 20.2 mL, 4回目 20.4 mL, 5回目 19.6 mL

(2) キレート滴定による水の硬度の測定に関する以下の問1)～3)に答えなさい。

1) 水の硬度をEDTAで滴定する際、pHを約10に調整する理由を約50字で説明しなさい。

(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)。

2) 水中に $\text{Ca}^{2+}$ と $\text{Mg}^{2+}$ が共存しているとき、 $\text{Ca}^{2+}$ のみを選択的にEDTA滴定で定量するには、どのような操作を行うのが最も適切か、次の(シ)～(ソ)から最も適切なものを一つ選び、記号で答えなさい。

(シ) 試料溶液 (被滴定溶液) のpHを4以下にする。

(ス)  $\text{Mg}^{2+}$ を $\text{Mg}(\text{OH})_2$ として沈殿させて除く。

(セ) エリオクロムブラックT (EBT) 指示薬の濃度を上げる。

(ソ) EDTAの標準溶液 (滴定液) の濃度を下げる。

3) ある水道水の試料 150.0 mL に対して、 $0.0100 \text{ mol L}^{-1}$  の EDTA 溶液を用いて滴定したところ、終点までに 7.40 mL を要した。なお、指示薬ブランクとして 0.300 mL の EDTA が消費されることがわかっている。この試料の硬度 ( $\text{CaCO}_3$ 換算で 1 L あたり何 mg 含まれているか) を有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、 $\text{CaCO}_3$ の式量は 100.1 とし、滴定の際 EDTA 溶液を添加した場合の体積変化は単純和としてよい。

(3) 原子吸光・発光分析に関する以下の問1)～4)に答えなさい。

1) 原子吸光分析において、通常使用される光源はどれか、最も適切なものを以下の(タ)～(ト)の中から一つ選んで、記号で答えなさい。

(タ) キセノンランプ, (チ) タングステンランプ, (ツ) レーザー,

(テ) 中空陰極ランプ, (ト) LED

2) 原子吸光分析では、問1)で選んだ光源に加えて重水素ランプ (D2ランプ) が用いられることがある。このD2ランプは、何の目的で使用されるか、20字以内で答えなさい。

3) フレーム発光分析において、感度が高く最も検出しやすいアルカリ金属元素を元素記号で答えなさい。

4) ICP発光分析において、高温プラズマ源として最も一般的に使用される気体を元素記号で答えなさい。

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-5 (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 以下の文章を読み、問 (1) ~ (8) に答えなさい。

エミール・フィッシャーは、グルコースを含む糖およびプリン合成における功績によって1902年にノーベル化学賞を受賞した。また、フィッシャーは、アミノ酸、ペプチド、タンパク質の研究にも取り組み、カゼインより新規アミノ酸としてL-プロリンの発見、2残基の Gly よりなるジペプチドの合成などを行った。ベンジャミン・リストは、L-プロリンを触媒とした不斉有機触媒の開発により2021年のノーベル化学賞を受賞している。

クリスチャン・アンフィンセンは、リボヌクレアーゼについての研究によって1972年にノーベル化学賞を受賞した。ウシ膵臓リボヌクレアーゼ (RNaseA) は、124アミノ酸残基よりなるタンパク質であり、8つのシステイン残基が4組のジスルフィド結合を形成している。アンフィンセンの実験の概要は以下のとおりである。

- ① RNase A を 8 M 尿素と十分量の 2-メルカプトエタノールを含むバッファー溶液中でインキュベートした。その結果、RNase A は不活性化した。
- ② その後、①の溶液から尿素と 2-メルカプトエタノールを取り除き、pH やタンパク質濃度などの適切な条件でゆっくりと酸化すると活性型 RNase A となった。
- ③ 一方、①の溶液から 2-メルカプトエタノールのみを取り除き 8 M 尿素中で酸化した後、尿素を取り除いた場合の RNase A はほとんど不活性であった。

- (1) グルコースの構造を  $\beta$ -D グルコピラノースとしてハース投影式で描きなさい。また、アノマー炭素を二重丸◎で囲みなさい。
- (2) プロリンの三文字表記と一文字表記を答えなさい。また、L-プロリンの中性水溶液中での分子構造を立体化学がわかるように描きなさい。
- (3) ①の実験における尿素と 2-メルカプトエタノールの役割をそれぞれ答えなさい。
- (4) ③の実験において、8M 尿素の濃度を保持したまま、2-メルカプトエタノールのみを取り除く方法について簡潔に説明しなさい。
- (5) ②と③における RNaseA の活性の違いについて、ジスルフィド結合と立体構造の観点より説明しなさい。
- (6) 上記のアンフィンセンによる研究のタンパク質化学における意義について説明しなさい。

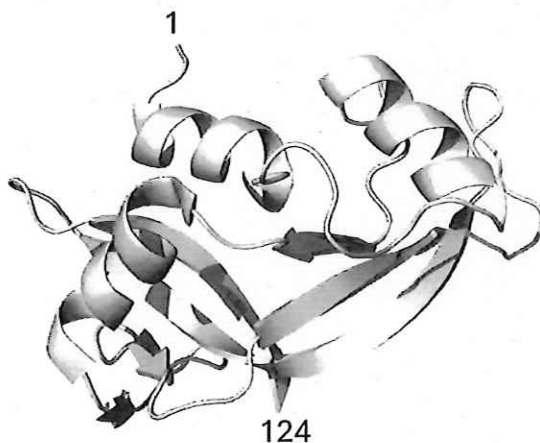
(つづく)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-5 (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)。

- (7) RNaseA の 119 位の His 残基を Asn 残基に置換した RNaseA は酵素活性が 1/100 程度に減少したが, 105 位 His 残基の置換では大きな変化は起こらなかった。この理由について考えられることを答えなさい。
- (8) 下図に示したウシ膵臓 RNase A の立体構造には大きな誤りがある。どのような誤りであるか簡潔に説明しなさい。



総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-6 (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 以下の問 (1) ~ (6) に答えなさい。

- (1) 図1を説明している以下の文章を読み、空欄  ~  に当てはまる最も適切な語句をそれぞれ一つずつ答えなさい。

DNA複製は、複製フォークにおいて両方向に進行する。DNAは二重らせん構造であるため、複製時にはまず酵素  によって二本鎖がほどかれ、一本鎖となったDNAが鋳型として使われる。DNAポリメラーゼは5'から3'方向にしかDNAを合成できないため、二本の鋳型鎖に対して異なる合成様式がとられる。

連続的に合成される鎖は  鎖と呼ばれ、もう一方の不連続に合成される鎖は  鎖と呼ばれる。不連続に合成される側では、短いDNA断片である岡崎フラグメントが複数形成される。これらの断片は最終的に酵素  によって連結され、一本の連続したDNA鎖となる。

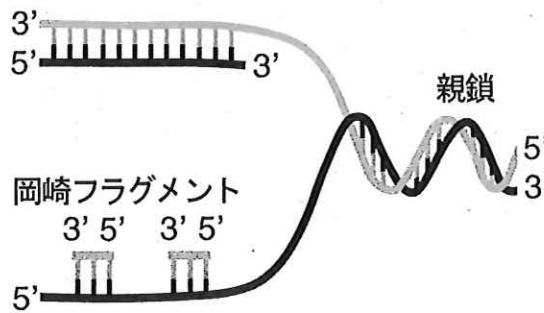


図1 DNA複製の模式図

- (2) このDNA複製は、短いRNA鎖を合成する酵素プライマーゼを必要とする。なぜDNA複製がRNA鎖の合成を必要とするのか、その理由を簡潔に述べなさい。
- (3) ある研究者が、岡崎フラグメントの長さを決定する因子を調べるために、大腸菌を用いた実験を考案した。以下のうち、この目的に用いる実験手法として適切なものをすべて選び記号で答えなさい。
- あ) DNAポリメラーゼ変異体を用い、複製中のDNAをアルカリ変性して電気泳動する。
  - い) DNAポリメラーゼ変異体を用い、岡崎フラグメントの合成速度を測定する。
  - う) RNAシーケンシングによりプライマーの塩基配列を決定する。
  - え) プライマーゼの発現量を減少させた時の、岡崎フラグメントの長さを解析する。

(つづく)

総合化学院 総合化学専攻

科目記号	A1-6 (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)。

(4) クリックらによるフェージを用いた遺伝暗号の解析実験について、1塩基挿入/欠失と3塩基挿入/欠失がタンパク質合成に与える影響の違いを比較しながら、簡潔に説明しなさい。

(5) 遺伝暗号解読に関する以下の記述のうち、間違いを含む記述を一つ選び、その間違いを説明しなさい。

お) ニーレンバーグとマッティは、合成RNA (例: ポリU) を無細胞翻訳系に導入して特定アミノ酸の合成を観察した。

か) コラーナは、合成RNA鎖における規則的な配列 (例: UCUCUC) を用いてコドンの一部を解読した。

き) 明確な開始コドンと終止コドンを持たない合成mRNAを無細胞翻訳系で翻訳した場合、合成されるポリペプチドは必ず一種類である。

く) 遺伝暗号はほぼ全ての生物において共通であるが、例外はある。

(6) デインツィスは、ポリペプチド合成がどの方向 (N末端→C末端 か C末端→N末端) に進むのかを明らかにする実験を行った。その実験結果を図2のグラフに示す。この結果をもとにして、ポリペプチド合成の方向性を簡潔に説明しなさい。

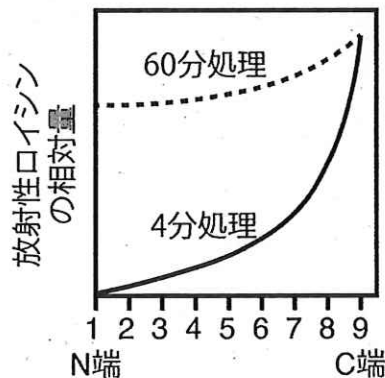


図2 ウサギ網状赤血球を、放射性同位体でラベルされたアミノ酸 (放射性ロイシン) で長時間 (60分) または短時間 (4分) 処理した後に、可溶性のヘモグロビン分子をトリプシン消化して得られるペプチドを分離し、それぞれのペプチドにはN末端側からC末端側へと1から9まで番号を付した。各ペプチドに取り込まれた放射性ロイシン量を測定し、放射性ロイシン量の相対量をグラフ化した。