

岡山大学大学院ヘルスシステム統合科学研究科博士前期課程

ヘルスシステム統合科学専攻

(バイオ・創薬部門)

2026 年度 4 月入学 一般入試

専門科目（選択）

- <注意> 問題は、生化学と無機化学があります。
これら 2 科目の中から 1 科目を選択し、該当する 2 問を解答しなさい。
解答する科目については、解答用紙の左上「選択チェック欄」
に ○ 印を付けなさい。
解答しない科目については、解答用紙の左上「選択チェック欄」
に × 印を付けなさい。
2 科目解答・提出した場合、採点しない。
解答は、指定された解答用紙に記入しなさい。
解答用紙は、冊子から切り離さないこと。
問題冊子は持ち帰ること。

選択科目（生化学）問題

その1 / 10

第1問 次の問1～問8に答えよ。

問1. 次のセントラルドグマに関する以下の文章の（ A ）～（ X ）にあてはまる適切な語句を、以下の語句の候補より選んで記せ。

DNA 複製は真核細胞の細胞周期の（ A ）期に開始され、細胞内の（ B ）で行われる。DNA 複製に関わる制御機構は、以下のように説明される。複製起点認識複合体（ORC）は、細胞周期を通じて複製起点に結合しているが、（ C ）期に複製反応をこの領域から開始する許可反応（ライセンスリング）活性を持つ。このライセンスリング過程では、Cdc6 と Cdt1 とともに MCM 複合体が ORC に結合し、複製起点の構造変化が起きる。このようにして複製ライセンスが付与された MCM 複合体が D（ D ）化され、（ E ）の形成に寄与する。（ E ）において、リーディング鎖では（ F ）方向に連続的に DNA が合成されるのに対し、ラギング鎖は（ G ）断片として不連続に合成される。ラギング鎖の合成には（ H ）プライマーが必要である。

真核細胞において、遺伝子の発現はヒストンの I（ I ）化によってクロマチン構造が緩むことによって開始される。これにより転写開始複合体が DNA の（ J ）およびエンハンサー領域にアクセス可能となる。転写反応は（ B ）内で（ K ）によって行われる。生合成された mRNA 前駆体には、エキソンとともに（ L ）が含まれており、スプライシングによって不要な領域が除去され、成熟 mRNA が形成される。mRNA の 3' 末端には（ M ）化が起これ、これによって mRNA は安定化される。成熟 mRNA は細胞質に輸送され、リボソームによる翻訳が行われる。一般にリボソームは mRNA の（ N ）に結合した後、開始コドン配列（ O ）を認識し翻訳を開始する。

翻訳中のポリペプチド鎖が（ P ）配列を含む場合、この配列は翻訳中に（ P ）認識粒子によって認識される。これにより、リボソーム-ポリペプチド複合体は（ Q ）に結合する。この過程では、（ R ）というチャネルを通じてポリペプチド鎖が（ Q ）膜に挿入または（ Q ）内腔に移行する。細胞膜タンパク質の場合、疎水性領域は（ S ）ドメインとして機能し、タンパク質は膜に固定される。（ Q ）内腔に移行した細胞膜タンパク質は、T（ T ）化と呼ばれる翻訳後修飾を受けることがある。この修飾反応では、（ Q ）内の（ U ）に結合したオリゴ糖鎖が基質となる。このようにして修飾されたタンパク質は、（ V ）に運ばれ、さらに修飾を受けて

（次ページに続く）

選択科目（生化学）問題

その2 / 10

第1問のつづき

細胞膜へと輸送される。なお、（ Q ）内腔で正常に折りたたまれなかったタンパク質は、（ R ）を通して（ W ）に移行し、x（ X ）化された後、プロテアソームで分解される。

語句の候補（解答に不要な語句も含まれる）：G₁, S, G₂, M, 核, 細胞質, 小胞体, ゴルジ体, 分裂, 膜貫通, 修飾, 岡崎, アセチル, リン酸, ユビキチン, グリコシル, ポリアデニル, RNA, tRNA, dNTP, IRES, UGG, AUG, 5'→3', 3'→5', DNA ポリメラーゼ III, RNA ポリメラーゼ I, RNA ポリメラーゼ II, RNA ポリメラーゼ III, プロモーター, ターミネーター, トランスポゾン, トランスロコン, イントロン, リプレッサー, 複製フォーク, シグナル, 5'キャップ, ドリコールリン酸

- 問2. 下線部 D, I, T, X の修飾（～化）について、それぞれ修飾が起こるアミノ酸の名称をそれぞれ一つ記せ。
- 問3. タンパク質の翻訳後修飾は、機能に影響を及ぼす重要な調節機構である。この修飾を遺伝子レベルで再現するため、修飾を模倣する変異体が作製されることがある。問2のいずれかの修飾を一つ選び、その修飾を模倣するために使われるアミノ酸の名称を一つ記せ。
- 問4. セントラルドグマにおける遺伝情報の流れに沿わない現象を一つ挙げ、その概要を簡潔に記せ。
- 問5. ある真核細胞において、G₁期における染色体数が2n、DNA量が8Cであった。この細胞のG₂期における染色体数とDNA量をそれぞれ記せ。
- 問6. DNAポリメラーゼの伸長速度が100ヌクレオチド/秒であるとき、ヒトゲノム（約 3×10^9 塩基対）の複製に必要な最短時間を分単位で求めよ。ただし、両方の鎖が同時に複製され、複製開始点は 10^4 箇所あるとする。
- 問7. ある分子の大腸菌内の濃度が1 nMであるとき、1細胞内の分子数を計算せよ。ただし、大腸菌の体積は 1.5×10^{-15} L、アボガドロ数は 6.0×10^{23} とする。
- 問8. 大腸菌における転写速度は最大で1秒間に40～80ヌクレオチドとされる。また同じく大腸菌のリボソームにおける翻訳速度は、最大で1秒間に20アミノ酸とされる。この事実からどのような現象が回避されているかを述べよ。

選択科目（生化学）問題

その3/10

第2問 次の問1～問2に答えよ。

問1. グリコーゲン代謝に関する以下の文章を読み、(1)～(6)の間に答えよ。

グリコーゲンの分解と合成は、単純な生化学的過程である。グリコーゲンの分解は次の3段階により行われる：⁽¹⁾ホスホリラーゼの酵素触媒反応により、グリコーゲンから(A)を遊離させ、⁽²⁾分解を継続させるためにグリコーゲン基質を再構成し、⁽³⁾(A)をグルコース6リン酸へと変換して、さらに代謝する。生体内において生成した^(a)グルコース6リン酸の行先は次の3通りである：(B)により代謝されるか、主に(C)において遊離のグルコースへ変換され(D)に放出されるか、(E)によって処理されNADPHとリボース誘導体を生じる。

(ストライヤー生化学第8版より改変)

- (1) 空欄(A)～(E)にあてはまる語句を解答せよ。(C)には臓器名を記せ。
- (2) 下線部⁽¹⁾の酵素反応名と下線部⁽³⁾の反応を触媒する酵素名を解答せよ。
- (3) 下線部⁽²⁾のグリコーゲンの再構成には、4- α -グルカノトランスフェラーゼとアミロ- α -1,6-グルコシダーゼを必要とする。これらの酵素を介したグリコーゲン再構成の生化学的反応機構について説明せよ。
- (4) 下線部^(a)グルコース6リン酸の構造式を記せ。
- (5) ホスホリラーゼは、細胞内のエネルギー状態によりアロステリックに制御されている。エネルギー充足率(ATP/AMP比)の変化による本酵素のアロステリック制御機構とはどのようなものか、説明せよ。
- (6) ホスホリラーゼは、アロステリック制御とは別にホスホリラーゼキナーゼによるリン酸化反応により制御されている。ホスホリラーゼキナーゼによるリン酸化の役割(リン酸化部位、活性制御を引き起こす分子機構)を説明せよ。

(次ページに続く)

第2問のつづき

問2. ホスホリラーゼキナーゼについて以下の文章を読み、(1)～(4)の間に答えよ。

骨格筋ホスホリラーゼキナーゼは、(A)量体の特徴的なサブユニット構成をしており、 γ サブユニットは(B)部位であり、 δ サブユニットは Ca^{2+} 結合タンパク質である(C)が構成因子となっている。(a)ホスホリラーゼキナーゼの活性化は、 Ca^{2+} の δ サブユニットへの結合で始まる。さらに、(b) β サブユニットに続いて(D)サブユニットの(E)によるリン酸化反応は、ホスホリラーゼキナーゼを部分的に活性化し、 Ca^{2+} 結合が同時に起こることで、最大の酵素活性を発揮する。これは、ホルモンなどのシグナル分子が誘導するシグナル伝達カスケードの1段階である。

(ストライヤー生化学第8版より改変)

- (1) 空欄(A)～(E)にあてはまる語句を解答せよ。
- (2) 下線部(a)が特に筋肉で重要な理由を説明せよ。
- (3) 下線部(b)について、ホスホリラーゼキナーゼを活性化するタンパク質リン酸化酵素(E)の分子構造(サブユニット構造)と酵素活性化の分子機構について説明せよ。
- (4) タンパク質リン酸化酵素(E)がアドレナリンにより活性化する過程について、細胞膜上におけるアドレナリン刺激から始まる一連の細胞内情報伝達経路について説明せよ。

第1問 次の問1～問2に答えよ。

問1. 分子の構造と結合に関する次の（1）～（5）の問に答えよ。

- （1）五塩化リンのルイス構造を描け。さらに、原子価殻電子対反発モデルから予想される分子の形を答えよ。
- （2）水、二酸化炭素、アンモニア、三酸化硫黄の分子に関して、結合角が小さい順に並べ、その理由を述べよ。ただし、それぞれの分子は孤立状態にあるものとする。
- （3）第2周期の元素からなる Li_2 から F_2 までの7種類の等核二原子分子のうち、結合次数にもとづき安定に存在しないと考えられる分子をすべて選んで、その理由とともに記せ。さらに、結合距離が最も小さい分子を答えよ。
- （4）一酸化炭素の基底状態の電子配置を示せ。さらに、HOMO（最高被占軌道）とLUMO（最低空軌道）をそれぞれ答えよ。ただし、分子軌道のエネルギー準位は、 $1\sigma < 2\sigma < 1\pi < 3\sigma < 2\pi < 4\sigma$ とする。
- （5）一塩化ヨウ素の基底状態の電子配置を示せ。ただし、分子軌道のエネルギー準位は、 $1\sigma < 2\sigma < 1\pi < 3\sigma < 2\pi < 4\sigma$ とする。

（次ページに続く）

第1問 のつづき

問2. 固体に関する次の（1）～（6）の問に答えよ。

- （1） 面心立方構造をもつ単位格子に含まれる，（a）原子の数，（b）四配位空間の原子の数，（c）六配位空間の原子の数をそれぞれ求めよ。
- （2） （1）の単位格子と四配位空間すべてにイオンが存在する場合，その構造名と，陽イオンの配位数を答えよ。
- （3） 一価の陽イオンと一価の陰イオンからなるイオン固体において，格子エンタルピー ΔH は次式で表される。

$$\Delta H = \frac{-e^2 \cdot A \cdot N_A}{4\pi\epsilon_0 \cdot r} \left(1 - \frac{\rho}{r} \right)$$

ここで e は電気素量， N_A はアボガドロ定数， ϵ_0 は真空の誘電率， r はイオンの中心間距離， A と ρ は定数である。このうち定数 A の名称と， A は何によって決まるかを述べよ。

（次ページに続く）

第 1 問 問 2 のつづき

- (4) フッ化リチウム，塩化リチウム，臭化リチウム，ヨウ化リチウムに関して，格子エンタルピーが小さい順に並べよ。さらに，その順序となる理由を説明せよ。
- (5) 臭化マグネシウムの格子エンタルピーは 2421 kJ/mol である。臭化マグネシウムの標準生成エンタルピー (kJ/mol) を求めよ。計算の過程も記せ。なお，エンタルピーデータは，固体のマグネシウム原子の昇華； 148 kJ/mol ，気体のマグネシウム原子のイオン化 (Mg^{2+})； 2187 kJ/mol ，液体の臭素分子の蒸発； 31 kJ/mol ，気体の臭素分子の解離； 193 kJ/mol ，気体の臭素原子への電子の付加 (Br^-)； -331 kJ/mol とする。
- (6) ケイ素結晶中にヒ素原子を導入すると，不純物半導体となる。このとき，電気伝導性が生じる理由を説明せよ。

(次ページに続く)

第 2 問 次の問 1～問 4 に答えよ。

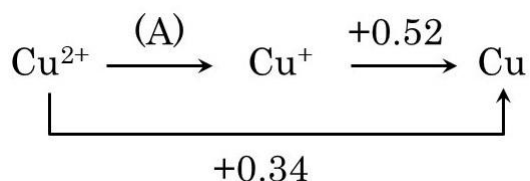
問 1. 次の（１）～（５）の問に答えよ。

- （１） ホウ酸の水溶液中におけるプロトン移動平衡式を記せ。この反応の平衡定数が 1 より大きいか小さいかを予想し，そのように予想した理由を説明せよ。
- （２） $[\text{Ca}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ と $[\text{Cd}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ について，酸性度が高いのはどちらのイオンであるか，理由とともに述べよ。
- （３） PCl_3 と $\text{P}(\text{CH}_3)_3$ について，塩基性度が高いのはどちらの分子であるか，理由とともに述べよ。
- （４） ヨウ化ナトリウム水溶液にヨウ素を溶かすときの錯形成の反応式を記せ。この反応におけるルイス酸とルイス塩基を示せ。
- （５） CaH_2 が水と反応して H_2 を生じるときの反応式を記せ。この反応におけるルイス酸とルイス塩基を示せ。

（次ページに続く）

第 2 問のつづき

問 2. 酸性溶液における銅のラチマー図に関する次の (1), (2) の間に答えよ。



- (1) $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$ 系に対する標準電位(A)の値を求めよ。計算の過程も記せ。
- (2) Cu^+ は Cu^{2+} と Cu に不均化する傾向はあるか、不均化反応の反応式を示した上で、不均化反応に対する電位と標準反応ギブズエネルギーの関係に基づいて説明せよ。

問 3. C_{2v} の指標表を用いて H_2O 分子に関する次の (1) ~ (4) の間に答えよ。

- (1) H_2O 分子にはいくつの基準振動モードがあるか。 H_2O 分子における原子の変位を考慮して、振動モードの数と対称種を決定せよ。計算の過程も記せ。
- (2) H_2O 分子の酸素原子の $2p_x, 2p_y, 2p_z$ 軌道の対称種を決定せよ。
- (3) 射影演算子法を用いて H_2O 分子における σ 結合生成に必要な対称適合線形結合(SALC)を決定せよ。ただし、基底系の H 原子軌道は ψ_1, ψ_2 で表すこと。
- (4) (3) の SALC は酸素原子のどの軌道と分子軌道を形成するのか記せ。

C_{2v} の指標表

C_{2v}	E	C_2	σ_v	σ_v'	$h = 4$
A_1	1	1	1	1	z, x^2, y^2, z^2
A_2	1	1	-1	-1	R_z, xy
B_1	1	-1	1	-1	x, R_y, zx
B_2	1	-1	-1	1	y, R_x, yz

(次ページに続く)

第2問のつづき

問4. 金属錯体に関する次の（1）～（3）の問に答えよ。

- （1） $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ と $[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$ について、配位子場分裂エネルギーが大きいのはどちらの錯体であるか、理由とともに述べよ。
- （2） $\text{Ni}(\text{CO})_4$, $[\text{NiBr}_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ について、3d 軌道のエネルギー準位図をそれぞれ描き、各 d 軌道の名称 (d_{zx} など) を示した上で、基底状態の電子配置を $\uparrow$ と $\downarrow$ の矢印で図中に示せ。さらに、反磁性を示す錯体をすべて答えよ。
- （3） 四配位錯体である $[\text{MABCD}]$ に 3 つの幾何異性体が存在するとき、これらの異性体の構造をすべて図示せよ。