

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)

令和7年度入学試験

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。

第1問 次の問1～問2に答えよ。

問1. 転写及び翻訳に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 転写反応の基質に用いられるヌクレオチドの構造式を描け。ただし塩基の構造は、アルファベット N で代用して構わない。
- (2) 転写反応においては、外部からエネルギーを与える必要がない。その理由を説明せよ。
- (3) 大腸菌において、センス鎖の情報がどのように mRNA に転写されるか、以下の語句をすべて用いて説明せよ。ただし、同じ語句を何度用いても構わない。
語句群：RNA ポリメラーゼ、アンチセンス鎖、センス鎖、ターミネーター、ヌクレオチド、プロモーター、相補的、転写開始点
- (4) L-セリンを有するアミノアシル tRNA の 3'末端の構造式を完成せよ。また、セリンと tRNA との結合の名称を答えよ。
- (5) 各コドンに対応するアミノアシル tRNA が tRNA からどのように生成されるか、その反応に用いられる酵素名とともに説明せよ。
- (6) 大腸菌における翻訳の過程を以下の語句をすべて用いて説明せよ。ただし、同じ語句を何度用いても構わない。
語句群：16S rRNA, アミノアシル tRNA, アンチコドン, コドン, シャイン・ダルガーノ配列, リボソーム, 開始コドン, 終止コドン
- (7) 大腸菌用の（遺伝子発現に必要な複数の DNA 領域からなる）発現カセットを動物細胞用に変換するにはどの部位をどう変えればよいか説明せよ。
- (8) 真核細胞における未成熟な mRNA 前駆体は、どのような加工を受けて成熟 mRNA となるか説明せよ。
- (9) 当初大腸菌で作られていたタンパク質医薬のエリスロポエチンは、その後動物細胞を用いて製造されている。動物細胞でのタンパク質合成の利点を説明せよ。
- (10) 逆転写を簡潔に説明せよ。さらに、HIV ウイルスにおける逆転写反応の必要性を説明せよ。

（次ページに続く）

第1問のつづき

問2. ラクトースオペロンに関する以下の問いに答えよ。

- (1) ラクトースオペロンの研究において、生物学上初めて解明された現象の要点を述べよ。
- (2) ラクトースオペロンの3つの構造遺伝子は、ガラクトシダーゼパーミアーゼとガラクトシド *O*-アセチルトランスフェラーゼのほかにもう一つタンパク質をコードしている。そのタンパク質の名称を答えよ。また、そのタンパク質が触媒する反応を説明せよ。
- (3) 構造遺伝子の発現において、正の制御をつかさどるタンパク質名を答えよ。
- (4) 構造遺伝子の発現において、負の制御をつかさどるタンパク質名を答えよ。また、このタンパク質が結合する DNA 配列の名称を答えよ。
- (5) グルコースが存在する時、(3) のタンパク質はどのような調節を受けるか説明せよ。さらに、このような作用の名称を答えよ。
- (6) 構造遺伝子の発現を誘導する物質名を答えよ。さらに、この誘導物質の(4)のタンパク質への作用を説明せよ。ただし、「アロステリック」という語句を必ず用いること。
- (7) グルコースが存在せずラクトースが存在する時、生じる現象を(2)～(4)のタンパク質名、(4)のDNA配列名、(6)の誘導物質名および以下の語句をすべて用いて説明せよ。ただし、同じ語句を何度用いても構わない。
語句群： RNAポリメラーゼ、グルコース、プロモーター、ラクトース
- (8) ラクトースオペロンの仕組みが様々な形で遺伝子工学に応用されている。その応用例を一つ挙げ、説明せよ。

(次ページに続く)

選択科目（生化学）問題

その3 / 10

第2問 次の問1～問5に答えよ。

問1. 代謝反応に関する以下の文章を読み、空欄に当てはまる語句を解答せよ。

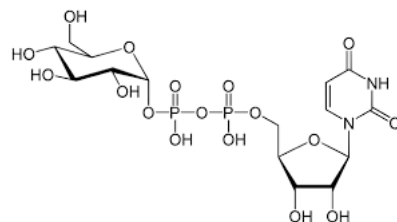
グリコーゲンは生体の燃料であるグルコースを迅速に動員できる貯蔵形態である。グリコーゲンの主な貯蔵臓器は（ 1 ）と（ 2 ）であり、細胞内の（ 3 ）にグリコーゲン顆粒として存在している。グリコーゲン中のグルコース残基の大部分は（ 4 ）結合により連結されており、12残基ごとに（ 5 ）結合によって枝分かれしている。グリコーゲンの分解と合成は単純な生化学反応過程である。グリコーゲン分解の最初の段階は、グリコーゲンから（ 6 ）の酵素触媒反応により（ 7 ）を遊離させることから始まる。（ 6 ）は、分子量97 kDaの同じサブユニットからなる（ 8 ）量体の分子構造であり、グリコーゲンを加水分解ではなく（ 9 ）分解によって分解するが、これは遊離のグルコースをリン酸化するのに必要な（ 10 ）を使わずに済ますためである。

問2. 問1に記載のようにグリコーゲン代謝は、連動する複数の機構によって制御されており、その中心となる酵素は（ 6 ）である。アドレナリンによる（ 6 ）の活性化機構について、以下の語句をすべて用いて説明せよ。

語句:cAMP, GTP, プロテインキナーゼ A, アデニル酸シクラーゼ, Ser14

問3. エネルギー供給のためにグリコーゲンの分解が必要な場合、同時にグリコーゲンが合成されるという事態を防ぐ必要がある。アドレナリンを引き金とするグリコーゲン合成阻害の生化学的反応機構について説明せよ。

問4. 右の図に示す化合物の名称とその生理機能を簡潔に説明せよ。



(次ページに続く)

選択科目（生化学）問題

その4 / 10

第2問のつづき 次の問5に答えよ。

問5. タンパク質分解酵素 X の酵素活性を阻害剤 Y の有無の条件で、種々の濃度 (0.1 ~ 0.5 mM) の基質タンパク質 Z を用いて測定したところ、下記の表にある結果を得た。この酵素活性測定データから以下の (1) ~ (5) の間に答えよ。なお解答欄のグラフ用紙は適宜使用すること(定規, 計算機は使用不可)。

基質タンパク質 Z の濃度 (mM)	X の酵素活性 (unit/mg 酵素)	
	阻害剤 Y 無し	阻害剤 Y 有り
0.100	0.29	0.17
0.125	0.33	0.20
0.250	0.50	0.33
0.500	0.66	0.50

*1 unit は 1 分間あたりに分解する基質タンパク質の mol 数 (mmol)

- (1) タンパク質分解酵素 X の基質タンパク質 Z に対する K_m 値を求めよ(単位も記入せよ)。
- (2) タンパク質分解酵素 X の最大反応速度 V_{max} の値を求めよ(単位も記入せよ)。
- (3) 阻害剤 Y のタンパク質分解酵素 X に対する阻害様式を書け。
- (4) (1) ~ (3) の酵素反応速度論解析のために、測定データをグラフ化する手法は何プロット法と呼ばれているか書け。
- (5) (3) の解答を導き出した理由を簡潔に説明せよ。

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。

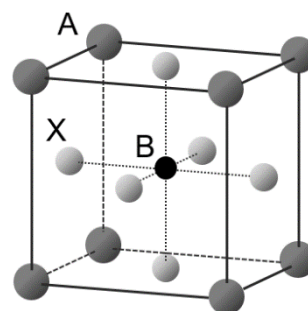
- （1） アンモニアのルイス構造を描け。さらに，VSEPRモデルから予想されるアンモニア分子の形を答えるとともに，その形となる理由を説明せよ。
- （2） アンモニア分子内の原子間の結合を原子価結合理論で考えるとき，結合に関わる混成軌道の名称を答えよ。
- （3） アンモニア分子の基底状態の電子配置を示せ。ただし，分子軌道のエネルギー準位は， $1a_1 < 1e < 2a_1 < 3a_1 < 2e$ とする。
- （4） 窒素分子内の原子間の結合を分子軌道理論で考えるとき，HOMO（最高被占軌道）とLUMO（最低空軌道）を答えよ。ただし，分子軌道のエネルギー準位は， $1\sigma_g < 1\sigma_u < 1\pi_u < 2\sigma_g < 1\pi_g < 2\sigma_u$ とする。
- （5） 酸素分子の分子軌道のエネルギー準位は $1\sigma_g < 1\sigma_u < 2\sigma_g < 1\pi_u < 1\pi_g < 2\sigma_u$ であり，窒素分子のそれとは異なる。その理由を説明せよ。

（次ページに続く）

第1問のつづき

問2. イオンおよびイオン固体に関する次の(1)～(5)の間に答えよ。

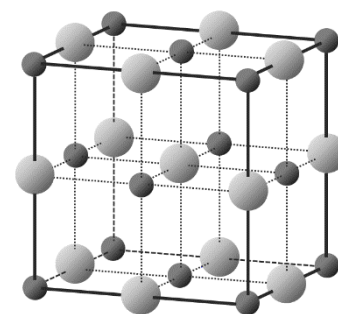
- (1) イオン半径は、陽イオンでは原子より小さくなり、陰イオンでは原子より大きくなる。その理由をそれぞれ説明せよ。
- (2) 炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム、炭酸ストロンチウムおよび炭酸バリウムに関して、分解温度が高い順に並べよ。さらに、その順序となる理由を説明せよ。
- (3) 硫化亜鉛がとりうる結晶構造の名称を2つ答えよ。さらに、それらの結晶構造における亜鉛の配位数をそれぞれ答えよ。
- (4) 右図に示す結晶構造をとるイオン固体の組成をA、BおよびXを用いて示すとともに、Aの配位数を答えよ。また、AとXが面心立方格子をつくり、AおよびBが陽イオン、Xが陰イオンとしたとき、この結晶構造の名称を答えよ。



(次ページに続く)

第1問 問2のつづき

(5) 右図に示すイオン固体の結晶構造において、陽イオンと陰イオン間の距離を R とする。



① 結晶構造の体心に位置する陰イオンから、第二近接にあるイオンの数を答えよ。さらに、そのイオンとの間の距離を、 R を用いて示せ。

② 体心に位置する陰イオンから、第三近接にあるイオンまでを考えたときのマーデルング定数を、小数第1位まで求めよ。

必要であれば、 $\sqrt{2} = 1.4$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ を用いよ。

(次ページに続く)

第2問 次の問1～問4に答えよ。

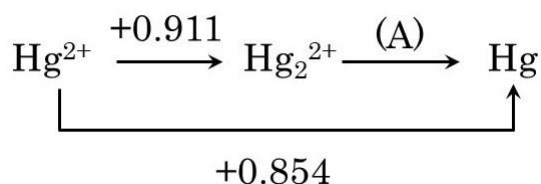
問1. 次の(1)～(5)の問に答えよ。

- (1) NH_3 の塩基性度定数 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ 、水の自己プロトリシス定数 $K_w = 10^{-14}$ としたとき、 NH_3 の共役酸の酸性度定数 K_a を求めよ。
- (2) イオン半径が近い Na^+ と Ag^+ について、アクア酸の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) F^- , Cl^- , Br^- , I^- の中から Ag^+ ともっとも安定な錯体を形成するイオンを1つ選び、その理由を説明せよ。
- (4) 二酸化硫黄は酸性雨の原因物質である。二酸化硫黄と水が反応して水素イオンが生成する反応式を記せ。さらに、この反応に関与している酸と塩基をすべて示せ。
- (5) 酸性雨の影響で鉄が錆びるときの反応について、酸素共存下で Fe^{2+} が生成する反応式 **A** と、 Fe^{2+} が酸素と反応して酸化鉄(III)が生成する反応式 **B** をそれぞれ記せ。

(次ページに続く)

第2問のつづき

問2. 酸性溶液における水銀のラチマー図に関する次の(1), (2)の問に答えよ。



- (1) $\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg}$ 系に対する標準電位(A)の値を求めよ。
- (2) Hg_2^{2+} は Hg^{2+} と Hg 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_{3v} の指標表を用いて次の(1)～(3)の問に答えよ。

- (1) NH_3 分子にはいくつの基準振動モードがあるか。 NH_3 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。
- (2) これらの基準振動モードのうち、赤外活性とラマン活性の両方をもつものの対称種は何か。
- (3) NH_3 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, ψ_3 で表すこと。

C_{3v} の指標表

C_{3v}	E	$2C_3$	$3\sigma_v$	$h = 6$	
A_1	1	1	1	z	x^2+y^2, z^2
A_2	1	1	-1	R_z	
E	2	-1	0	$(x, y) (R_x, R_y)$	$(x^2-y^2, xy) (zx, yz)$

(次ページに続く)

第2問のつづき

問4. 四配位錯体に関する次の(1), (2)の問に答えよ。

- (1) 四配位錯体である $[\text{MA}_2\text{B}_2]$ には *cis*-および *trans*-異性体が存在する。これら2つの異性体の構造を図示して、各異性体が属する点群を帰属せよ。
- (2) $[\text{NiCl}_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{PdCl}_4]^{2-}$, $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ について、次の(a), (b)の問に答えよ。
- (a) 四面体形配置をとる錯体はどれか。
- (b) (a)で答えた錯体以外が平面四角形配置をとる理由を説明せよ。