

2023年 4月入学

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

一般入試 (第1回)

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、採点しないこともあります。  
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6に答えよ。

問1. 下記の空欄に適切な語句を入れよ。

発現ベクターを用いて大腸菌でタンパク質を作るときの注意点の1つは、発現ベクター上の（ A ）の（ B ）である。例えばアルギニンをコードする（ A ）は6種類あるが、その中のAGAやAGGは大腸菌内での（ B ）が低いので、なるべく用いるのを避けるべきである。すなわち、同義の（ A ）の中で（ B ）が高いものを用いることが望ましい。また、タンパク質発現のタイミングには注意するべきである。IPTGなどの薬剤でタンパク質発現を誘導できる系では、菌の増殖を少しでも（ C ）するタンパク質を作る場合、菌が十分増殖した頃にタンパク質発現を誘導する戦略がとられる。また、不溶化しやすいタンパク質を作る場合には、（ D ）温度で培養したり、（ E ）を共発現したりすることで不溶化を回避できる可能性がある。

問2. 細胞内にDNAを導入するための、①マイクロインジェクション法、②エレクトロポレーション法、③リポフェクション法、がどのような方法かを説明せよ。

問3. PCRでは、鋳型DNA及びプライマー、DNAポリメラーゼ、基質を用いて、一般的に①95°C程度の高温、②比較的低温（40-60°C程度）、③70°C程度、の順に反応物に温度をかけて、この温度サイクルを20～30回程度繰り返す。上記の①は鋳型DNAを変性するための温度である。②③の温度が何をするための温度かを答えよ。

問4. 分子量15000の2本鎖DNAの吸光度を測定すると、 $A_{260} = 0.2$ であった。

2本鎖DNAは $A_{260} = 1$ のとき50  $\mu\text{g/mL}$ の濃度とする。

- (1) この2本鎖DNAのモル濃度をmol/Lの単位で、有効数字2ケタで答えよ。
- (2) この2本鎖DNAを加熱して変性したら、吸光度は元の値と比べてどうなるかを説明せよ。
- (3) 2本鎖DNAの加熱による変性が50%起こる温度は何とよばれるかを答えよ。
- (4) この吸光度測定時の260 nmにおける入射光の強度を1として、サンプルを透過して出てきた透過光の強度を指数で答えよ。

(次ページに続く)

第1問のつづき

問5. 下記の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

( A ) は貯蔵型の生体燃料で、グルコース残基の枝分かれ重合体である。( A ) 分子の大部分は、酵素 ( B ) の作用によってグルコース1-リン酸へと分解される。このグルコース1-リン酸は可逆的に ( C ) へと変換される。筋肉組織では ( C ) は ( D ) の生成に回される。肝臓では加水分解酵素により、( C ) からグルコースが作られる。血中グルコース濃度が高い場合、Eインスリンが ( A ) 合成を促進する。

- (1) 上の文章中の空欄に適切な語句を入れよ。
- (2) 下線部 E のメカニズムを説明せよ。

問6. 酵素反応について以下の設問に答えよ。

- (1) 反応速度を  $V$ 、酵素濃度を  $[E]_T$ 、基質濃度を  $[S]$  として、ミカエリス定数  $K_M$  および、 $k_2$  (酵素・基質複合体から生成物を生じる反応の速度定数) を用い、ミカエリス・メンテンの式を示せ。
- (2)  $K_M \ll [S]$  の状況において、反応速度は酵素濃度および基質濃度とどのような関係にあるかを説明せよ。
- (3) ある酵素反応の反応速度がミカエリス・メンテン式に従うかどうかを判断するために、「どのような測定をして、どのようなプロットをして、何に基づいて判断したらいいか」を簡潔に説明せよ。

**第2問** 次の問1～問4に答えよ。

問1. 大腸菌におけるDNAの複製に関する以下の問に答えよ。

- (1) DNAのラギング鎖がフラグメント（断片）として複製される必要があるのはなぜか説明せよ。
- (2) 複製されたフラグメントが連結される分子メカニズムを説明せよ。

問2. 大腸菌における転写の分子メカニズムについて、(1) 転写開始 (2) RNA伸長（合成） (3) 転写終結 に分けて説明せよ。

問3. 大腸菌リボソームにおける翻訳の分子メカニズムについて、(1) 翻訳開始 (2) ポリペプチド伸長 (3) 翻訳終結 に分けて説明せよ。

(次ページに続く)

第2問 のつづき

問4. 大腸菌ラクトースオペロンの転写制御に関する以下の問に答えよ。

- (1) ① lac パーミアアーゼおよび ②  $\beta$  ガラクトシダーゼの機能を表す文章として正しいものを記号で答えよ。
- (a) ラクトースオペロンの誘導物質
  - (b) ラクトースをガラクトースとグルコースに分解する
  - (c) ラクトースを細胞内に輸送する
  - (d) アセチル CoA からアセチル基を移動する
  - (e) cAMP と CAP の反応を触媒する
- (2) DNA上でリプレッサータンパク質が結合する部位（配列）の名称を答えよ。
- (3) 大腸菌をグルコースとラクトースがともに存在する培地で培養したとき、ラクトースオペロンの転写制御についての正しい記述は次のうちどれか。記号で答えよ。
- (a) CAP およびリプレッサーが DNA に結合し、ラクトースオペロンが転写される。
  - (b) CAP およびリプレッサーが DNA に結合し、ラクトースオペロンが転写されない。
  - (c) CAP は DNA に結合しリプレッサーは結合しないが、ラクトースオペロンが転写されない。
  - (d) CAP もリプレッサーも DNA には結合せず、ラクトースオペロンは転写されない。

第1問 次の問1～問2に答えよ。

問1. 原子・イオン・分子に関する次の(1)～(5)の間に答えよ。

(1) 次の基底状態電子配置をもつ元素を特定し、元素記号で示せ。



(2) Mn よりも Cr の第二イオン化エネルギーが大きい理由を説明せよ。

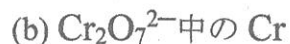
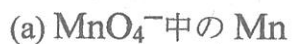
(3) 等核二原子分子  $\text{O}_2$  の基底状態の電子配置を示し、結合次数を求めよ。

ただし、酸素分子の分子軌道のエネルギー準位は、 $1\sigma_g < 1\sigma_u < 2\sigma_g < 1\pi_u < 1\pi_g$  とする。

(4)  $\text{H}_2\text{O}$  分子の HOH 結合角が正四面体の値( $109.5^\circ$ )よりも小さい理由を説明せよ。

さらに、 $\text{H}_2\text{O}$  分子と  $\text{H}_2\text{S}$  分子では、どちらの方が小さな結合角をもつか、理由とともに説明せよ。

(5) 次の元素の酸化数を記せ。



(次ページに続く)

第1問のつづき

問2. 酸と塩基に関する次の(1)～(6)の間に答えよ。

(1) 次の酸の共役塩基を記せ。

(あ) HF                      (い)  $[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$                       (う)  $\text{NH}_4^+$

(2) ポーリングの規則を利用して、次の酸の  $\text{p}K_a$  の値を求めよ。

(あ)  $\text{HClO}_4$                       (い)  $\text{HPO}_4^{2-}$                       (う)  $\text{HSO}_4^-$

(3)  $\text{SbF}_5$  分子の形を示し、 $\text{SbF}_5$  が HF との反応により超酸を生じる際の化学反応式を記せ。

(4) 水中での  $\text{B}(\text{OH})_3$  のプロトン移動平衡式を記せ。

(5) 次の分子を塩基性度が増加する順に並べなさい。さらに、その順に並べた理由を説明せよ。

$\text{CH}_3\text{NH}_2$                        $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$                        $\text{NH}_2\text{OH}$                        $\text{NH}_3$

(6)  $\text{Si}(\text{OH})_4$  は  $\text{H}_2\text{CO}_3$  よりも弱い酸である。固体の  $\text{M}_2\text{SiO}_4$  を水に溶かすと、水溶液上の  $\text{CO}_2$  の分圧が低下することを示す化学反応式を列挙せよ。ただし、M は二価の金属である。

(次ページに続く)

第2問 次の問1～問3に答えよ。

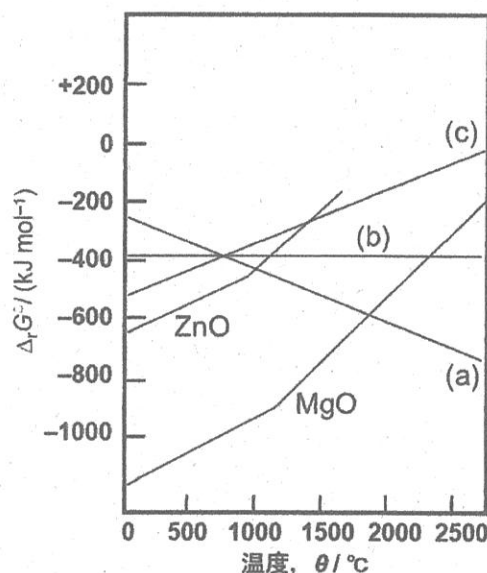
問1. 単体の化学的抽出に関する次の(1)～(4)の間に答えよ。

(1) 右図の(a), (b), (c)の直線は、炭素あるいは一酸化炭素の酸化反応の標準反応ギブズエネルギーの温度依存性を示す。(a), (b), (c)に相当する化学反応式を記述せよ。

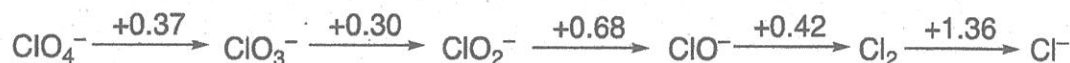
(2) 直線(c)の傾きが右上がりである理由を述べよ。

(3) 炭素でMgOが金属のマグネシウムへ還元される最低温度を記せ。

(4) ZnOとMgOの線は、それぞれ907°Cと1100°Cで折れ曲がり傾きが変わっている。傾きが変わる原因を説明せよ。



問2. 塩基性水溶液中での塩素のラチマー図を用いて次の(1)～(3)の間に答えよ。



(1)  $\text{ClO}_4^-$ から $\text{ClO}_3^-$ への還元を表す還元半反応式を記せ。

(2)  $\text{ClO}_2^-/\text{Cl}_2$ 系の標準電位を求めよ。

(3) 塩基性水溶液中の $\text{ClO}_2^-$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Cl}^-$ の3つの化学種における、 $\text{Cl}_2$ の相対的な熱力学的安定性について、その理由とともに説明せよ。

(次ページに続く)



第2問のつづき

問3. カチオン  $A^{Z+}$  とアニオン  $X^{Z-}$  からなるイオン結晶 AX に関する次の (1) ~ (3) の間に答えよ。

(1) 岩塩型構造と塩化セシウム型構造について、それぞれの構造中のカチオンとアニオンの配位数を記せ。また、マーデルング定数が大きいのはどちらの構造か答えよ。

(2) 平衡状態にある結晶 AX の格子エネルギー  $U_0$  を平衡距離  $r_0$  の関数として表す式を導け。ただし、マーデルング定数を  $M$  とせよ。

ただし、イオン対間に働くポテンシャルエネルギーは、イオン間距離を  $r$  として、Born の式  $-Z^2e^2/r + B/r^n$  で表わせる。なお、 $Z$  は電荷（符号を含めた整数値）、 $e$  は電気素量、 $B$  は高次の反発を表わす定数である。アボガドロ数  $N_A$  および真空の誘電率の係数  $4\pi\epsilon_0$  は表記しなくてもよい。

(3) 下図は、岩塩型構造をもつ2価の遷移金属酸化物の金属-酸素原子間距離 (M-O distance) の実測値を原子番号順にならべたものである。

(a) 原子番号が増加すると、金属-酸素原子間距離が減少する傾向 (図の実線) がある理由を説明せよ。

(b) 金属-酸素原子間距離の実測値が Ca, Mn, Zn で図の実線上にあるのに対して、Ti, V, Fe, Co, Ni では図の実線から大きく外れているのはなぜか説明せよ。

