

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2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4に答えよ。

- 問1. 分子内あるいは分子間で作用する非共有結合の名称を4つ挙げよ。
その4つのうち、存在する溶媒の性質によって、その結合力が最も影響を受ける結合の名称を1つ答えよ。さらに、この結合における、溶媒の性質とその結合力の変化との関係について説明せよ。
- 問2. DNA にコードされている情報が、mRNA に転写されるメカニズムを簡潔に説明せよ。また、この転写における RNA の伸長反応は、外部からエネルギーを与えずに進行することができる。その理由も説明せよ。
- 問3. 大腸菌の mRNA 内に AUG コドンが複数ある場合、最初の AUG から翻訳を行うために、mRNA はどのような構造になっているかを簡潔に説明せよ。さらに、その構造により、最初の AUG から翻訳が行われるメカニズムを説明せよ。その際、「16S rRNA」という語句を必ず用いること。
- 問4. 制限酵素に関する以下の設問に答えよ。
- (1) 制限酵素が加水分解する結合名を答えよ。
 - (2) 制限酵素 BamHI の認識配列 5'-GGATCC-3' (2本鎖 DNA の片方のみ示す) のような、2回回転対称軸を有する DNA 配列の名称を答えよ。このことから導き出される、制限酵素が有する構造上の特徴をひとつ挙げよ。
 - (3) 制限酵素には、大きく分けて、粘着末端と平滑末端の2種類の切断末端を形成するものが知られている。粘着末端の「粘着」の由来を説明せよ。
 - (4) 発現プラスミドのプロモーターの下流に cDNA を導入する遺伝子組換え操作において、粘着末端を生じさせる制限酵素を用いる利点および平滑末端を生じさせる制限酵素を用いる欠点をそれぞれ具体的に説明せよ。

(次ページに続く)

選択科目（生化学）問題

その2/8

第1問のつづき 次の問5～問8に答えよ。

問5. 塩基配列決定法の一つであるサンガー法について、以下の設問に答えよ。

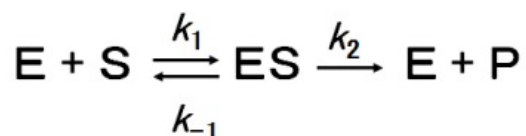
- (1) 反応に用いられる ddATP の構造式を描け。
- (2) サンガー法による ddATP、ddTTP、ddGTP 及び ddCTP を用いた、塩基配列決定の原理を説明せよ。
- (3) サンガー法において開発当初は、放射性同位元素で標識したヌクレオチドを用いていたため、一つの DNA サンプルの塩基配列を決定するのに、4つの反応(4本のレーンでの泳動)が必要であったが、現在は、一つの反応(1本のキャピラリーチューブでの泳動)で解析が可能になった。その技術的進歩のかなめの原理を説明せよ。

問6. タンパク質の精製および分析に関する、以下の設問に答えよ。

- (1) タンパク質溶液から塩を除去する操作の名称をひとつ挙げ、その原理を説明せよ。ただし、操作の名称の解答として、「脱塩」は除く。
- (2) 2種類のタンパク質 A と B がある。それぞれの pI は、6 と 10 である。この混合溶液から2種類のタンパク質を、イオン交換クロマトグラフィーにより分離・精製したい。その際使用するカラム・クロマトグラフィーの操作手順について、イオン交換カラムの種類および溶出液の pH も含めて説明せよ。

問7. 酵素反応では、基質と生成物の間の平衡点は変化させずに、反応が加速される。その理由を簡潔に説明せよ。

問8. ミカエリス定数が、酵素と基質との解離定数に近似できることを以下の酵素反応式に基づいて説明せよ。E は酵素、S は基質、P は生成物、 k_m は、各過程での速度定数を表す。ミカエリス定数 K_m は $(k_{-1} + k_2)/k_1$ と表せる。



(次ページに続く)

第2問 次問1～問5に答えよ。

- 問1. 細胞分裂に際して、細胞はゲノムを正確に複製する必要がある。複製時に鋳型となる DNA 鎖に相補的なヌクレオチドを付加していくだけでは、 10^5 塩基に1塩基程度の割合で複製の誤りを起こすと言われている。ところが、実際の細胞による DNA 複製の精度はとても高く、 10^9 塩基に1塩基程度の誤りしか起こさない。細胞はどのようにして複製の精度を上げているのか、その分子メカニズムを説明せよ。
- 問2. 大腸菌の DNA 複製開始反応が起こる時に働く以下のタンパク質について、それぞれの働きを簡潔に説明せよ。
- (1) 開始タンパク質 (DnaA)
 - (2) ヘリカーゼ (DnaB)
 - (3) ヘリカーゼ装着タンパク質 (DnaC)
 - (4) プライマーゼ (DnaG)
- 問3. 細胞内の DNA は絶えず様々な要因による損傷（化学変化）を受けている。それらの損傷は細胞の生存にとって不利に働くことが多いため、細胞は損傷を修復するメカニズムを持っている。通常環境で DNA に起こる損傷反応の具体例を挙げ、その修復の分子メカニズムを簡単に説明せよ。

(次ページに続く)

第2問 のつづき

問4. 以下は大腸菌の tRNA についての文章である。正しい文章を全て選び、その番号を解答欄に記入せよ。正しいものがひとつもない場合には「なし」と記入せよ。

1. アミノ酸はtRNAの5'末端に結合する。
2. アミノ酸はtRNAの3'末端に結合する。
3. tRNAはアミノ酸のアミノ基に結合する。
4. tRNAのアンチコドンの部分には、A (アデニン)、G (グアニン)、C (シトシン)、U (ウラシル) 以外の特殊な塩基が存在する事はない。
5. 大腸菌が持つ全ての tRNA の3'末端の3つの塩基は CCA である。
6. 大腸菌が持つtRNAの種類とアミノ酸の種類は同じ数である。
7. tRNA のアンチコドンの第1番目の塩基が対合するのは、コドンの第3番目の塩基である。

問5. 野性型大腸菌を以下の条件で培養した。培養後に形成される大腸菌のコロニーの色を答えよ。また、その色になる理由を、遺伝子の発現調節機構にもとづいて図を用いて具体的に説明せよ。

- ① グルコース添加、IPTG 不添加の X-gal 含有培地
- ② グルコース不添加、IPTG 添加の X-gal 含有培地

(注) IPTG : isopropyl 1-thio- β -D-galactoside

X-gal : 5-bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-galactoside

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）～（6）の問に答えよ。

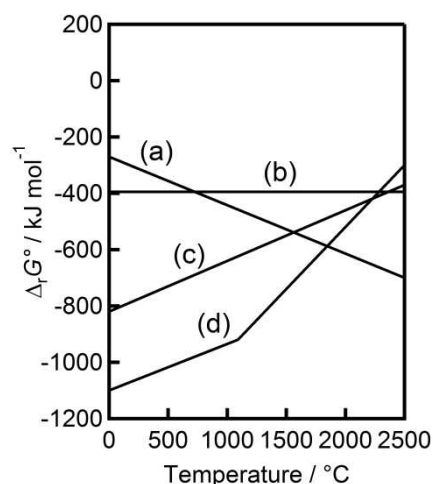
- （1） 次の原子の基底状態の電子配置を示せ。
 (a) ホウ素 (b) フッ素
- （2） ホウ素，炭素，窒素，酸素，フッ素の中で第一イオン化エネルギーが一番大きい原子を選び，それを選んだ理由を説明せよ。
- （3） フッ化物イオンはヨウ化物イオンよりも分極率が小さい理由を説明せよ。
- （4） オゾンのルイス構造を描け。
- （5） 過酸化物イオン O_2^{2-} の基底状態の電子配置を示せ。ただし， O_2^{2-} の分子軌道のエネルギー準位は， $1\sigma_g < 1\sigma_u < 2\sigma_g < 1\pi_u < 1\pi_g$ とする。さらに， O_2^{2-} の結合次数を求めよ。
- （6） 水素原子の $1s$ 軌道，フッ素原子の $2s$ 軌道と $2p$ 軌道のエネルギー準位図の中央にフッ化水素の分子軌道エネルギー準位を図示せよ。さらに，フッ化水素が極性分子であることを基底状態の電子配置に基づいて説明せよ。

（次ページに続く）

第2問 次の問1～問3に答えよ。

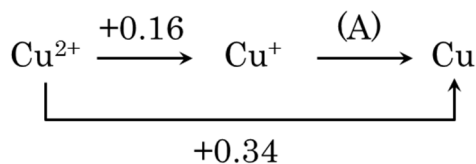
問1. エリンガム図に関する次の(1)～(3)の間に答えよ。

- (1) 炭素の酸化を表す線(a)と線(b)で生成する物質は何か、それぞれ化学式で答えよ。
- (2) Mgの酸化を表す線(d)が1100°C付近で折れ曲がっている理由を説明せよ。
- (3) SiO₂を炭素で還元してケイ素を抽出するための最低温度は何°Cか。なお、SiO₂の線は(c)である。



問2. ラチマー図に関する次の(1)～(2)の間に答えよ。

- (1) 下記の酸性溶液における銅のラチマー図を用いて、Cu⁺/Cu系に対する標準電位(A)の値を求めよ。さらに、Cu⁺がCu²⁺とCuに不均化するか、その反応式と、不均化反応に対する電位と標準反応ギブズエネルギー変化の関係に基づいて説明せよ。



- (2) 下記の塩基性溶液における銅のラチマー図を用いて、[Cu(NH₃)₂]⁺が[Cu(NH₃)₄]²⁺とCuに不均化するか、その反応式と、不均化反応に対する電位と標準反応ギブズエネルギー変化の関係に基づいて説明せよ。



(次ページに続く)

第2問のつづき

問3. 次の(1)～(4)の問に答えよ。

(1) 次の分子が属する点群を帰属せよ。さらに、極性分子を選び記号で答えよ。

- (a) BF_3 (b) $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ (c) NH_3 (d) N_2O_4

(2) C_{2v} の指標表を参照して NO_2 の O $2p_x$ 軌道からつくられる対称適合線形結合 ϕ (SALC) を全て示し、 ϕ (SALC) の対称種を決定せよ。ただし、 ψ_o は O 原子の $2p_x$ 軌道、 ψ_o はもう一方の O 原子の $2p_x$ 軌道とする。さらに、SALC の中で窒素原子の $2p_x$ 軌道と分子軌道を形成するものを示せ。

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

(3) 次の 3d 金属錯体が属する点群を帰属して、各錯体の溶液が呈する色を支配している電子遷移の起源を説明せよ。

- (a) $[\text{Co}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$ ピンク色
 (b) $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ 青色
 (c) CrO_4^{2-} 強い黄色

(4) 次の 3d 金属錯体の基底状態の電子配置について、3d 軌道のエネルギー準位図を描き、3d 電子を $\uparrow\downarrow$ で配置せよ。さらに、反磁性錯体を選び記号で答えよ。

- (a) $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{4-}$
 (b) $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$