

令和 8 年度医学科入学試験問題

化 学

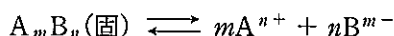
〔注意事項〕

- 1 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけない。
- 2 解答用紙に受験番号と氏名を必ず記入すること。
- 3 この問題冊子の本文は、11 ページからなっている。落丁、乱丁及び印刷不鮮明な箇所等があれば、手を上げて監督者に知らせること。
- 4 この問題冊子の白紙と余白は、適宜下書きに使用してもよい。
- 5 解答は、すべて別紙「解答用紙」の指定された場所に記入すること。
- 6 この問題冊子は持ち帰ること。

- 1 つぎの〈文章Ⅰ〉～〈文章Ⅲ〉を読んで、設問〔1〕～〔8〕に答えよ。
 ただし、各難溶性塩の溶解度積 K_{sp} は、 $\text{AgCl} : 1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ 、
 $\text{AgBr} : 5.2 \times 10^{-13} (\text{mol/L})^2$ 、 $\text{AgI} : 2.1 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ 、 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 :$
 $3.6 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3$ とする。必要ならば $\sqrt{5} = 2.2$ を用いよ。

〈文章Ⅰ〉

難溶性塩 A_mB_n の水溶液が、つぎのような溶解平衡にあるとき、



その溶解度積 K_{sp} はつぎのように表される。

$$K_{sp} = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n$$

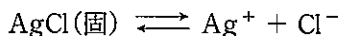
また、難溶性塩 A_mB_n の飽和水溶液の濃度を $C(\text{mol/L})$ とすると、 K_{sp} は C 、 m 、 n を用いてつぎのように表される。

$$K_{sp} = \boxed{\text{ア}}$$

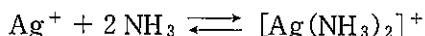
A^{n+} を含む水溶液と B^{m-} を含む水溶液を混合して A_mB_n の固体(沈殿)が生成する場合について、 K_{sp} を用いて結果を推定することができる。すなわち、 $[A^{n+}]^m [B^{m-}]^n$ が $\boxed{\text{イ}}$ になると沈殿が生じる。沈殿が生じたのちに、さらに B^{m-} を加えていけば、 K_{sp} を一定に保つように A_mB_n が沈殿する。⁽ⁱ⁾

〈文章Ⅱ〉

$1.0 \times 10^{-5} \text{ mol}$ の AgCl を 100 mL の水に溶解させ、平衡に到達させたところ、溶け残った AgCl の固体が共存する水溶液が得られた。この水溶液は、つぎ⁽ⁱⁱ⁾の式で表される溶解平衡にある。



この水溶液に $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の NaCl を添加し、平衡状態に達した。つづいて、水溶液を塩基性にしたのち、気体のアンモニアを吸収させた。⁽ⁱⁱⁱ⁾固体がすべて溶解したところでアンモニアの吸収を止めた。^(iv)このとき水溶液中では、つぎの式で表される平衡状態にあり、その平衡定数 $K = 1.8 \times 10^7 (\text{mol/L})^{-2}$ である。



ただし、 NaCl の添加、塩基性にする操作、アンモニアの吸収による水溶液の体積変化はないものとする。また、水溶液中のアンモニアの電離は無視できるものとする。

<文章Ⅲ>

2.0×10^{-3} mol/L の KCl, 4.0×10^{-2} mol/L の KBr, 7.0×10^{-4} mol/L の KI, 2.0×10^{-2} mol/L の K_2CrO_4 の濃度組成の混合水溶液 50 mL に $AgNO_3$ 水溶液を徐々に加えたところ、 $AgCl$, $AgBr$, AgI , Ag_2CrO_4 の沈殿が生成した。

$AgNO_3$ 水溶液の添加量が 61 mL を越えたところで Ag_2CrO_4 の暗赤色の沈殿が生じ始めた。

設 問

〔1〕 に当てはまる適切な文字と記号を入れ、式を完成させよ。

〔2〕 に当てはまる最も適切な記述を以下の(a)~(f)から選べ。

- (a) K_{sp} よりも小さく
- (b) K_{sp}^2 よりも小さく
- (c) K_{sp} よりも大きく
- (d) K_{sp}^2 よりも大きく
- (e) K_{sp} と等しく
- (f) K_{sp}^2 と等しく

〔3〕 難溶性塩に関する(a)~(e)の記述のうち、誤っているものをすべて選べ。

- (a) 下線部(i)の現象を共通イオン効果という。
- (b) 金属硫化物は、溶解度積の違いを利用して、微量の金属イオンの分離・分析に用いられる。
- (c) 沈殿生成反応を利用した定量法を沈殿滴定といい、 K_2CrO_4 を指示薬とした Cl^- の定量法をモール法という。
- (d) $AgCl$ は、水よりも $NaCl$ 水溶液に溶けにくい。
- (e) 溶解度積が小さい塩の方が、溶解度が小さい。

〔4〕 下線部(ii)の水溶液における $AgCl$ の濃度 (mol/L) を求めよ。解答は有効数字 2 桁で示すこと。

- [5] 下線部(iii)の平衡状態のとき、水溶液中の Ag^+ の濃度 (mol/L) を求めよ。解答は有効数字 2 桁で示すこと。
- [6] 下線部(iv)で吸収させたアンモニアの物質量 (mol) を求めよ。解答は有効数字 2 桁で示し、計算の過程を記すこと。
- [7] 下線部(v)の操作により生成する沈殿 AgCl , AgBr , AgI , Ag_2CrO_4 について、沈殿が生成する順番に並べよ。
- [8] 下線部(vi)の AgNO_3 水溶液の濃度 (mol/L) を求めよ。解答は有効数字 2 桁で示すこと。

2 つぎの文章を読んで、設問〔1〕～〔8〕に答えよ。

リンにはマッチ箱の側葉に使用される **ア** リンと、毒性の高い **イ** リンの同素体がある。また、**イ** リンを精製して高純度にしたものは **ウ** リンとよばれる。リンを酸素中で燃焼させると白煙を生じる。⁽ⁱ⁾ 燃焼後に得られた物質は白色粉末であり、乾燥剤⁽ⁱⁱ⁾として用いられ、水に溶かして加熱するとリン酸が得られる。

リン酸は生命活動において重要な役割を果たす。例えば、リン酸由来の緩衝作用により細胞内 pH は 7 付近に保たれており、リン酸の塩⁽ⁱⁱⁱ⁾であるリン酸カルシウム^(iv)は骨や歯の成分となる。さらに、核酸もリン酸に関連した生体物質である。核酸は、その単量体である **エ** が、糖とリン酸の **オ** 結合により鎖状に結合することで構成される。核酸の中でも DNA は分子内の糖がデオキシリボース^(v)であり、2 本の分子がらせん状に組み合わさって存在している。この二重らせん構造は、特定の塩基同士が **カ** により相補的に塩基対を成すことで保たれている。

設 問

〔1〕 **ア** ～ **ウ** に最適な色を以下の(a)～(e)から 1 つずつ選べ。

- (a) 赤
- (b) 青
- (c) 黄
- (d) 琥珀
- (e) 白

〔2〕 下線部(i)について、化学反応式を記せ。

〔3〕 下線部(ii)について、乾燥剤として適したものを以下の(a)~(e)からすべて選べ。

- (a) シリカゲル
- (b) 塩化ナトリウム
- (c) 生石灰
- (d) アマルガム
- (e) 硫酸バリウム

〔4〕 下線部(iii)について以下の I, II に答えよ。

I リン酸は多段階に電離する。リン酸の多段階の電離で生成される陰イオンの化学式をすべて記せ。

II (iii)の pH 保持に主に関わる電離平衡を式①にならって記せ。



〔5〕 下線部(iv)について以下の I, II に答えよ。

I リン酸カルシウムの化学式を記せ。

II リン酸カルシウムは pH に応じて水への溶解性が変化する。塩酸を滴下するとどうなるか。理由とともに記せ。

〔6〕

工

 ~

力

 に当てはまる適切な語句を記せ。

〔7〕 下線部(v)に関連した下記の文①の下線部(a)~(d)のうち、誤りが2つある。例にならって、指摘して訂正せよ。

例 リン酸由来の緩衝作用により細胞内 pH は^(a)9 付近に保たれており、リン酸の塩であるリン酸カルシウムは^(b)骨や歯の成分となる。

例の答え (a) 9 → 7

文① DNA は^(a)分子量にほぼ比例した負電荷を帯びる。そのため、複数の DNA 分子を含む溶液に対してアガロースゲル電気泳動を行うと、DNA の分離ができる。そして、DNA は^(b)疎水性であるため沈殿により回収する際には多量の電解質に加えてエタノールを添加する。また、DNA を構成する4つの塩基は^(c)アデニン、グアニン、ウラシル、チミンであり、2種類の塩基対のうち片方の塩基対の間には2つ、もう片方の塩基対の間には^(d)3つの が存在する。この の数の違いが DNA 分子の塩基配列依存的な性質へと繋がる。

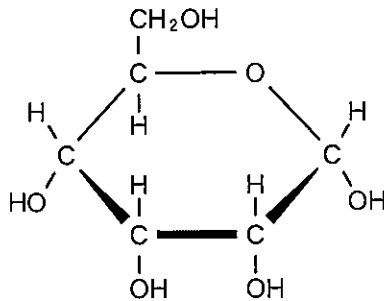
〔8〕 リン酸はタンパク質に結合することでリンタンパク質となる。リンタンパク質として適切なものを(a)~(e)よりすべて選べ。

- (a) アルブミン
- (b) カゼイン
- (c) ケラチン
- (d) コラーゲン
- (e) グロブリン

3 つぎの〈文章Ⅰ〉および〈文章Ⅱ〉を読んで、設問〔1〕～〔6〕に答えよ。必要ならばつぎの数値を用いよ。

原子量：H = 1.0 C = 12.0 O = 16.0 気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

(構造式の例)



〈文章Ⅰ〉

天然有機化合物である糖類は、最小単位である単糖、加水分解によって単糖 2 分子を生じる二糖、加水分解によって多数の単糖を生じる多糖に分類される。糖類は医薬品としても利用され、高アンモニア血症に伴う症状や便秘の改善の目的で使用されるラクツロースは、とから構成される二糖であり、それぞれ⁽ⁱ⁾の C1 との C4 に結合した -OH どうしが脱水縮合でつながった構造 (β -1,4-グリコシド結合) をもつ。ラクツロースは難消化性であるため胃や小腸で吸収されず、大腸に到達し、酢酸などの有機酸の産生を介して症状を改善する。とはいずれもグルコースと二糖を形成し、それぞれラクトースとスクロースとよばれる。ラクトースは還元性を示すのに対して、スクロースは還元性を示さない。⁽ⁱⁱ⁾グルコースのみから構成される二糖はマルトースであり、デンプンにアミラーゼを作用させ、加水分解することで生産される。このとき、加水分解を途中で停止させるとさまざまな分子量をもつが得られる。マルトースに酵素を作用させるとグルコースへと分解され、グルコースはさらに酵母菌に含まれるチマーゼという酵素群のはたらきによってエタノールと二酸化炭素になる。この反応をという。

<文章Ⅱ>

デンプンの分子量はデンプン溶液の浸透圧を測定することで求めることができる。27℃において、3.500 gのデンプンを含む溶液500 mLの浸透圧を測定したところ 4.2×10^2 Paであった。この結果より、このデンプンの平均分子量は であり、 個のグルコースが縮合したものであることがわかる。

デンプンには、直鎖状のアミロースと枝分かれ構造をもつアミロペクチンの2つがある。アミロペクチンの枝分かれ構造は、分子中の-OHを-O-CH₃に変化させた後に加水分解して生成物を調べることで明らかにできる。平均分子量が 5.346×10^5 であるアミロペクチンの-OHをすべて-O-CH₃にメチル化した後、希硫酸とともに加熱すると、グリコシド結合が加水分解され、-OHの数が異なる3種類の主要な生成物X, Y, Z(分子中の-OHの数：X > Y > Z)が混合物として得られた。このアミロペクチン2.673 gを用いたとき、上記の物質X, Y, Zがそれぞれ0.104 g, 3.441 g, 0.118 g得られたことから、X, Y, Zの物質量の比は1 : : 1となる。つまり、このアミロペクチンの分子中にはグルコース 分子あたり1個の枝分かれがあり、その枝分かれの総数は 個であることがわかった。

設 問

(1) ~ に当てはまる適切な化合物名または語句を記せ。

(2) 下線部(i)について、ラクツロースの構造式を例にならってかけ。なお、単糖がアルドースの場合は六員環状のピラノース形、ケトースの場合は五員環状のフラノース形でかくこと。

〔3〕 下線部(ii)について、糖の還元性に関する以下の記述(a)~(e)のうち、正しいものをすべて選べ。

- (a) 銀鏡反応において、アンモニア性硝酸銀水溶液にアルデヒドを加えて加熱すると、銀が生じる。このとき、銀の酸化数は $+1 \rightarrow 0$ となっている。
- (b) 濃青色のフェーリング液にアルデヒドを加えて加熱すると酸化銅(II)の赤色沈殿が生じる。
- (c) 二糖であるラクトースの還元性は、分子中のヘミアセタール構造が水溶液中で開環し、ホルミル基を生成することに起因している。
- (d) スクロースは還元性を示さないが、加水分解によって得られる2種類の単糖はいずれも還元性を示す。
- (e) 多数の α -グルコースが重合し多くの枝分かれ構造をもつグリコーゲンは還元性を示す。

〔4〕 ~ に当てはまる適切な数値を記せ。 は有効数字2桁で示し、 ~ は整数で示すこと。

〔5〕 下線部(iii)について、 α -グルコース分子が繰り返し縮合したアミロースはヨウ素溶液により濃青色を呈する。呈色反応が起こる理由を説明せよ。また、 β -グルコースからなるセルロースは呈色反応を示さない。この理由をアミロースとセルロースの構造的特徴の違いから説明せよ。

〔6〕 下線部(iv)について、X、Y、Zの構造式を例にならってかけ。なお、グルコースは六員環状のピラノース形でかくこと。