

令和5年度入学者選抜学力検査問題
〈前期日程〉

理 科
(医学部 医学科)

科 目	頁 数
物理基礎・物理	2 頁 ~ 13 頁
化学基礎・化学	14 頁 ~ 21 頁
生物基礎・生物	22 頁 ~ 31 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理，化学，生物の問題がのっている。そこから2科目を選択し，解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を解答用紙に記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

化学基礎・化学

必要があれば、次の原子量を用いて計算しなさい。

$$H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0$$

I 次の文章を読み、以下の問1～3に答えなさい。

溶液中の物質 X, Y および Z が、反応係数 x , y および z で次の**反応1**で示す化学平衡の状態にあるとする。



この反応の平衡定数 K は、各物質のモル濃度 $[X]$, $[Y]$ および $[Z]$ と各反応係数を用い、次のように表される。

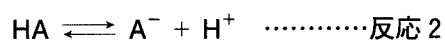
$$K = \boxed{\text{ア}}$$

ここで、平衡状態にある**反応1**の溶液に温度一定の条件で物質 X を外部から加えた場合、**反応1**は新たな平衡状態となる。このとき、物質 $\boxed{\text{イ}}$ と $\boxed{\text{ウ}}$ の物質量は前の平衡状態よりも増加し、物質 $\boxed{\text{エ}}$ の物質量は減少するので、物質 X の添加は**反応1**の平衡を $\boxed{\text{オ}}$ 向きに移動させる。

問1 文章中の空欄 $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{オ}}$ にあてはまる式や語句を答えなさい。

問2 下線部①で、新たな平衡状態での平衡定数を K' とすると、 K' の値は K と比べてどのような値になるか、理由も含めて30字程度で説明しなさい。

問3 次の**反応2**で表されるある弱酸 HA の電離平衡を例に、平衡の移動、反応物と生成物の量的変化について、以下の問A～Dに答えなさい。なお、pH や浸透圧の測定はすべて25℃で行った。



問A 濃度 c の HA 水溶液中での電離度を α とした場合、電離平衡時の HA, A^- および H^+ の各モル濃度 $[HA]$, $[A^-]$ および $[H^+]$ を c と α で表しなさい。また、水溶液中の総溶質モル濃度 c_t を c と α で表しなさい。

問B 1.0 mol/L HA 水溶液(水溶液 I)の pH は 3.0 であった。水溶液 I での HA の電離度 α_1 と **反応 2** の平衡定数(HA の電離定数) K_a を、それぞれ有効数字 2 桁で求めなさい。また、計算過程も記しなさい。ただし、水溶液 I では $1 - \alpha_1 \approx 1$ として良いものとする。

問C 濃度変化が平衡に及ぼす影響を調べるため、水溶液 I を純水で希釈して水溶液 II を調製した。水溶液 II の pH は 4.0、浸透圧は 2.8×10^3 Pa であった。水溶液 II での HA の電離度 α_2 と水溶液 II のモル濃度 c_2 を、それぞれ有効数字 2 桁で求めなさい。また、計算過程も記しなさい。ただし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K) とする。

問D 上記実験では、HA 水溶液を希釈することで、**反応 2** の平衡をどのように変化させたか答えなさい。また、その理由を、**問 2** の平衡定数の性質にもとづいて 150 字程度で説明しなさい。

II 錯イオン・錯塩に関する次の文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

金属元素の陽イオンに ア を持ついくつかの分子や陰イオンが イ した、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ や $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ のようなイオンを錯イオンという。また、 $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ のように錯イオンを構成要素に含む塩を錯塩という。さらに、中心の金属イオンに イ した分子や陰イオンを ウ という。

鉄Feには、酸化数+2と+3の化合物があり、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ や $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ などの錯イオンが知られている。それらの形は図1に示したようないずれも正八面体形をしており、 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ や $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ などの錯塩がある。

コバルト(III)イオン Co^{3+} には、様々な錯イオンの存在が確認されている。例えば、 $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ にはシス形とトランス形の異性体が知られている。

①

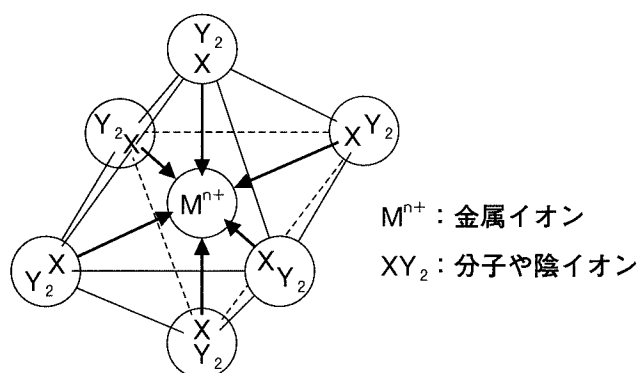


図1 正八面体形をとる錯イオンの模式図

注) 細線と細破線は形を表す補助線

問1 文章中の空欄 ア ～ ウ にあてはまる語句を答えなさい。

問2 錯イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ と $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ の名称を答えなさい。

問3 下線部①で、シス形とトランス形の異性体を図1にならって記しなさい。ただし、解答用紙欄に予め記してある正八面体形模式図の空白箇所にあてはまる化学式を記入して、答えなさい。

問4 1 mol の $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}$ に 3 mol の硝酸銀を反応させると何 mol の塩化銀が生成するか求めなさい。また、その理由を 150 字程度で説明しなさい。

問5 次の $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ を用いた実験の観察結果を読み、以下の問AとBに答えなさい。

よくみがいた鉄板上に、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液とフェノールフタレイン溶液を少量加えた3%塩化ナトリウム水溶液を数滴滴下した。しばらくすると、滴下した溶液の中央付近が青色に変化し、さらに時間がたつと、^a滴下した溶液の周辺部分が^bしだいに薄い赤色になってきた。

問A 下線部aで観察された現象の基となる酸化還元反応の反応式を記し、青色に変化した理由を説明しなさい。

問B 下線部bで観察された現象の基となる酸化還元反応の反応式を記し、薄い赤色に変化した理由を説明しなさい。

Ⅲ 多糖類に関する次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

多糖類にはデンプンやグリコーゲン、セルロースなどがある。

デンプンは多数の **(ア)** 分子 $C_6H_{12}O_6$ が繰り返し縮合した構造を持ち、植物中で光合成によって作られる。デンプンの溶性成分である **(イ)** は、多数のヒドロキシ基があり、冷水には溶けにくい熱水には溶けて **(ウ)** 溶液となる。デンプンの不溶性成分は枝分かれの多い分子でできており、**(エ)** とよばれる。**(エ)** は、**(イ)** と同様の **(オ)** 結合の他、 C^1 と C^6 でも縮合した構造で、枝分かれをしている。^① この縮合を **(カ)** 結合と呼ぶ。デンプンを薄い酸や酵素アミラーゼなどで加水分解すると、比較的分子量の小さいデキストリンや **(キ)** を生じ、最後にグルコースになる。

セルロースは植物の細胞壁の主成分であり、**(ク)** 分子が直鎖状に縮合した構造をしている。セルロースは多くの溶媒には溶けにくい、^② $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ を含む溶液には溶ける。セルロースを酵素セルラーゼで加水分解すると、**(ケ)** を生じる。^③ セルロースに濃硝酸と **(コ)** の混合物を反応させると、硝酸エステルであるトリニトロセルロースを生じる。

問1 文章中の空欄 **(ア)** ～ **(コ)** にあてはまる語句を答えなさい。

問2 下線部①に関連して、分子量が 8.2×10^5 であるデンプンについて、構成するグルコース単位のすべての $-OH$ を $-O-CH_3$ に変化させてから加水分解すると、下記の図2の物質(a)、(b)および(c)がそれぞれ 7.66 g、0.31 g および 0.35 g 得られた。(a)、(b)および(c)の物質質量比、デンプンの重合度を計算し、このデンプン1分子にいくつの枝分かれを持つか答えなさい。ただし、物質質量比については整数で、重合度と枝分かれ数については有効数字3桁で求めなさい。また、計算過程も記しなさい。

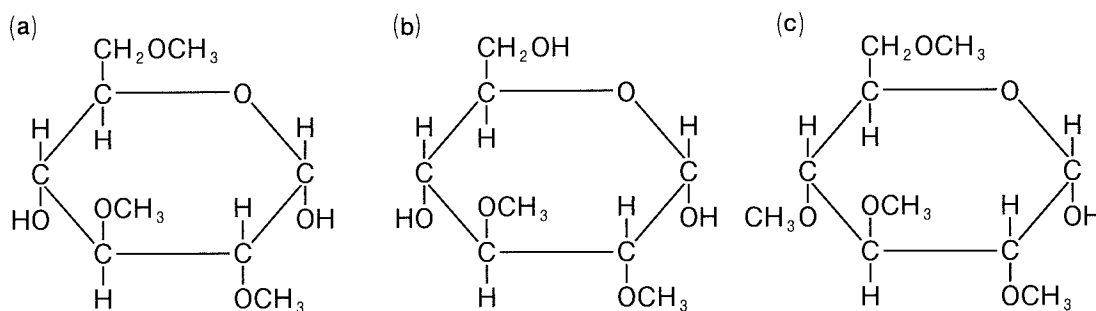


図2 加水分解産物

問 3 下線部②に関連して、この試薬を用いてセルロースから再生繊維を作成する方法を、試薬の名称と再生繊維の名称を含めて 60 字以内で説明しなさい。

問 4 下線部③に関連して、セルロースを反応させてニトロセルロース 350 g を得たい。セルロースに存在するヒドロキシ基の 55% がエステル化される条件では、セルロースが何 g 必要か整数値で答えなさい。また、計算過程も記しなさい。

(この頁は計算用)

(この頁は計算用)