

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第 1 問 次の文章は塩が加水分解反応を起こした際、その水溶液の pH を求める方法について述べたものである。文中の(ア)~(ソ)にあてはまる最も適当な化学式や数式などを入れよ。ただし、酢酸ナトリウムの電離度は $\alpha=1$ とする。

酢酸ナトリウムは弱酸である酢酸と強塩基の水酸化ナトリウムから生じた塩であり、その水溶液中では酢酸イオンのごく一部が水素イオンと結合して電離度の小さな酢酸を生じている。これらの反応を反応式で表すと



となり、(2)式の平衡定数は $K_a = \frac{[(エ)][(オ)]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-][(ウ)]}$ となる。ここで、[(ウ)]は一定であり、この式を水のイオン積 $K_w = [(カ)][(オ)]$

を用いて書きかえると $K_b = K_w \frac{[(エ)]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-][(カ)]}$ となり、この K_b は酢酸の電離定数 K_a と K_w を用いて $K_b = \frac{(キ)}{(ク)}$ と表すことができる。

また、はじめに溶かした酢酸ナトリウムの濃度を $C \text{ mol/L}$ 、加水分解度(加水分解している塩の割合)を h とすると、この C と h を用いて酢酸イオンのモル濃度は(ケ)、酢酸のモル濃度は(コ)と表されるため、 K_b は C と h を用いて $K_b = \frac{(サ)}{(シ)}$ となる。一般に加水分解度は

極めて小さく(シ) ≈ 1 とみなしてよいので、 h は K_a と K_w を用いて $h = \sqrt{\frac{(ス)}{(セ)(ソ)}}$ と表すことができ、これを用いることにより水素イ

オン濃度は $[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{(ス)(ソ)}{(セ)}}$ となるため、この水溶液の pH を求めることができる。

第 2 問 次の文章を読み、下の問い(問 1~3)に答えよ。(原子量は $\text{H}=1.00$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{O}=16.0$ 、 $\text{Cl}=35.5$ 、 $\text{Ca}=40.0$ 、

水の密度 $=1.00 \text{ g/cm}^3$ とする)

・純水は 0.00°C で凝固し、海水は -1.80°C で凝固した。このように、溶液の凝固点は純溶媒のそれより低くなるが、これは、溶液では(ア)が存在する分だけ(イ)の割合が少なくなり凝固しにくくなっているからである。純溶媒と希薄溶液の凝固点の差を凝固点降下度といい、これはその希薄溶液中の(ウ)粒子の個数に比例して大きくなる。不揮発性の(エ)の濃度が 1 (オ) であるときの溶液の凝固点降下度をモル凝固点降下度といい、溶媒の種類により固有の値になる。

・純水 100 mL にグルコースを 3.60 g 溶かした水溶液の凝固点は -0.372°C であった。

・純水 250 mL に塩化カルシウム六水和物を 36.5 g 溶かした水溶液の凝固点は -2.89°C であった。

問 1 (ア)~(エ)には最も適当な語句を、(オ)には最も適当な単位を入れよ。

問 2 水のモル凝固点降下を単位を付けて求めよ。

問 3 この実験から導かれる塩化カルシウム水溶液における塩化カルシウムの電離度を求めよ。

(小数点以下第 4 位を四捨五入して、小数点以下第 3 位まで求めよ)

第 3 問 次の文章を読み、下の問い(問 1~4)に答えよ。(原子量は $\text{Fe}=56$ とする)

・鉄は自然界では赤鉄鉱や磁鉄鉱などに酸化物として多く含まれ、溶鉱炉で(ア)や石灰石とともに加熱して製錬される。このとき、(ア)から発生した[イ]と鉄の酸化物が反応して炭素が約 4% 含まれる(ウ)が生じる。これを転炉で融解して酸素を吹き込むと炭素が 0.04~2% 含まれる(エ)が得られる。

・鉄は湿った空気中では[オ]を含む赤さびを生じるが、強く加熱したときには[カ]を含む黒さびが生じる。鉄は希酸には溶けるが(キ)とは不動態をつくり溶けない。

・鉄(II)イオンを含む水溶液にアンモニア水を加えると[ク]色の沈殿が生じ、よくかき混ぜると徐々に赤褐色の沈殿になる。また、鉄(II)イオンを含む水溶液に(ケ)水溶液を加えると濃青色の沈殿が生じる。(ケ)水溶液に含まれる錯イオンは配位子が[コ]、配位数が(サ)で(シ)の形状をしている。この錯イオンは(ス)対をもった[コ]が(セ)イオンとの間に(ソ)結合しているイオンである。

・純鉄の結晶の配列構造は 1 個の原子を(タ)個の原子が取り囲んでいる(チ)格子である。

問 1 (ア)、(ウ)、(エ)、(キ)、(ケ)、(サ)~(チ)には最も適当な語句や数値を、[イ]、[オ]、[カ]、[コ]には最も適当な化学式を入れよ。

問 2 [ク]にあてはまる最も適当な色を下の(a)~(f)のうちから 1 つ選んで記号で答えよ。

(a) 淡緑 (b) 黄褐 (c) 緑白 (d) 紺青 (e) 血赤 (f) 灰青

問 3 下線の反応を化学反応式で書け。

問 4 純鉄の結晶の単位格子の一边が $L \text{ cm}$ 、アボガドロ定数が $A \text{ /mol}$ のとき、鉄の密度を A としで表せ。

第 4 問 次の文章を読み、下の問い(問 1~4)に答えよ。(原子量は $\text{H}=1.00$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{N}=14.0$ 、 $\text{O}=16.0$ 、 $\text{S}=32.0$ とする)

タンパク質の水溶液は、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にしたのち(ア)水溶液を加えると赤紫色を呈する。この反応をビウレット反応という。また、タンパク質水溶液に(イ)を加えて熱すると黄色になり、これを冷却してから(ウ)水を加えると橙黄色を呈する。この反応をキサントプロテイン反応という。タンパク質水溶液に固体の水酸化ナトリウムを加えて熱すると(ウ)が発生するので、成分元素として(エ)が検出できる。また、タンパク質を水酸化ナトリウム水溶液と熱し酢酸で中和したのち、酢酸鉛(II)水溶液を加えると(オ)の黒色沈殿を生じるので、成分元素として(カ)が検出できる。

問 1 (ア)~(カ)にあてはまる最も適当な語句を入れよ。

問 2 ビウレット反応を示すものを下の(a)~(d)からすべて選んで記号で答えよ。ただし、あてはまるものがない場合は「なし」と答えよ。

(a) アラニン (b) カゼイン (c) システイン (d) グリシン

問 3 キサントプロテイン反応を示すものを下の(a)~(d)からすべて選んで記号で答えよ。ただし、あてはまるものがない場合は「なし」と答えよ。

(a) フェニルアラニン (b) セリン (c) チロシン (d) グリシン

問 4 分子量 249 のジペプチド A を加水分解したところ、ヒトの必須アミノ酸であるアミノ酸 B(分子式 $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_2$)と、中性アミノ酸 C が得られた。アミノ酸 C の水溶液に下線の反応を行ったところ(オ)の黒色沈殿が生じた。アミノ酸 B とアミノ酸 C の名称を答えよ。