

前期日程

令和4年度入学試験問題（前期日程）

化 学

（理 工 学 部）

—— 解答上の注意事項 ——

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で7ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙4枚と計算紙1枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は①から④まで4問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。
5. 計算問題においては、計算式も記述しなさい。
6. 解答しない問題がある場合でも、解答紙4枚すべてを提出しなさい。
7. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

化 学

必要があれば，原子量は以下の値を使いなさい。

H	1.0
C	12
N	14
O	16
K	39

- 1 硝酸カリウムの溶解度に関する以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては、計算過程も書き、有効数字2桁で答えなさい。

硝酸カリウムの水に対する溶解度 (g/100 g H₂O) を表1に示す。

表1 硝酸カリウムの溶解度

温度 (°C)	0	10	20	40	60	70	80
硝酸カリウムの溶解度 (g/100 g H ₂ O)	13	20	32	64	110	130	170

- (1) 70°Cにおける硝酸カリウムの飽和水溶液の質量パーセント濃度を計算しなさい。
- (2) (1)の飽和水溶液のモル濃度を計算しなさい。ただし、この水溶液の密度は 1.3 g/cm³ とする。
- (3) 40°Cにおける硝酸カリウムの飽和水溶液 100 g に含まれる水の質量を計算しなさい。
- (4) (3)の飽和水溶液を 10°Cまで冷却したとき、析出する固体の質量を計算しなさい。
- (5) 60°Cにおいて水 100 g に硝酸カリウムを溶かして飽和水溶液を作った。その後、その飽和水溶液を 60°Cに保ちながら水を 20 g 蒸発させた。このとき析出する固体の質量を計算しなさい。

2 銀の単体とその化合物に関する次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

銀は単体のほかに硫化物や塩化物として産出されることが多く、化合物中では主に の酸化数をとる。

単体の銀は銀白色光沢をもつ金属であり、イオン化傾向が水素より①(大きい・小さい)。このため、硝酸とは②(反応する・反応しない)が、塩酸とは③(反応する・反応しない)。銀は、 伝導性と 伝導性がすべての金属の中で最大であり、薄く広げられる性質 (性) と引きのばせる性質 (性) が金に次いで大きい。また、光の反射率が金属中で④(最大・最小)である。銀は、常温で空気中の酸素と⑤(化合しやすい・化合しにくい)が、硫黄や硫化水素と混合すると黒色の になる。

硝酸銀は 色の板状結晶であり、ほかの銀化合物をつくるための原料として用いられる。硝酸銀は光によって分解して銀を遊離する性質 (性) をもつので、褐色瓶で保存する必要がある。硝酸銀を水に溶かすと銀イオンを含む無色の水溶液になり、ここに少量の塩基を加えると⑥褐色沈殿を生じる。この褐色沈殿に過剰のアンモニア水を加えると、⑦錯イオンを生じて 色の水溶液になる。一方、銀イオンを含む水溶液にハロゲン化物イオン (F⁻, Cl⁻, Br⁻, I⁻) を加えると、 以外のハロゲン化物イオンのときに⑧ハロゲン化銀の沈殿が生じる。

- (1) 上記の文章中の ~ にあてはまる適切な語句、数値、化学式を答えなさい。
- (2) 下線部①～⑤について、括弧内の語句のうち正しいものを答えなさい。
- (3) 下線部⑥の化合物を化学式で答えなさい。
- (4) 下線部⑦の錯イオンを化学式で答えなさい。

- (5) 下線部⑧のハロゲン化銀のうち、沈殿の色が黄色であり、アンモニア水には溶けないが、チオ硫酸ナトリウム水溶液には溶けるものを化学式で答えなさい。
- (6) 塩化銀に光を当てると、分解して銀の粒子が遊離する。この変化を化学反応式で示しなさい。

3 水に関する以下の問いに答えなさい。

①純水はごくわずかに電離して、ア イオンと イ イオンを生成し、電離 ウ が成り立つ。このときの ウ 定数を電離定数という。

②pHは水溶液中の イ イオン指数である。ア イオンや イ イオンの濃度に比べ、水の濃度は非常に大きいため水の濃度を一定と見なすことができ、電離定数と水の濃度の積として エ を用いることができる。25℃の純水では、ア イオンと イ イオンはいずれも $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ の濃度であり、エ の値は オ である。pHは水溶液の カ と キ の程度を表す。25℃の カ の水溶液では ア イオンの濃度は $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ よりも大きくなる。

水にはさまざまな化合物が溶解するが、溶解しにくい化合物もある。例えば、③硝酸鉄(III)に水を加えあるpH条件にしてよくかき混ぜると、水酸化鉄(III)が生じ、この水酸化鉄(III)の一部は固体として沈殿する。この水溶液中では、④固体の水酸化鉄(III)と水溶液中の ア イオンと ク の間で溶解 ウ が成り立つ。このときの ウ 定数を ケ という。

⑤水の生成反応を利用した燃料電池は実用化に向けて課題もあるが、クリーンな電池であり、エネルギー資源の確保の観点からも重要である。燃料電池において水の生成反応はそのままでは起こらないが、⑥白金を利用することで反応が進行する。

(1) ア ~ ケ にあてはまる適切な語句や数字(単位を含む)を答えなさい。

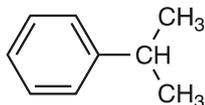
(2) 下線部①について、純水の電離反応を化学反応式で表しなさい。

(3) 下線部②について、イ イオンの濃度を $a \text{ mol/L}$ とすると、pHがどのように表されるか答えなさい。

- (4) 1.0×10^{-3} mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液のpHの値を計算過程も含めて答えなさい。
- (5) 下線部③のイオン反応式を表しなさい。
- (6) 下線部④について、水酸化鉄(III)の25°Cにおける ケ の値は 1.0×10^{-38} (mol/L)⁴である。25°Cで鉄(III)イオンの濃度を0.010 mol/Lに保ったまま、この水溶液のpHを1から高い方に徐々に変化させるときに沈殿が生じるpHの値を計算過程も含めて答えなさい。
- (7) 下線部⑤について、正極で起こる反応を電子e⁻を含むイオン反応式で書きなさい。
- (8) 下線部⑥について、白金の役割を何と呼ぶか答えなさい。

- 4 有機化合物に関する次の文章を読んで問いに答えなさい。なお、構造式は例にならって示しなさい。

(構造式の例)



- (1) ある有機化合物 7.20 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素が 22.0 mg, 水が 10.8 mg 得られた。また、この化合物の分子量は 144 であった。この化合物の組成式および分子式を求めなさい。ただし、計算過程も書きなさい。
- (2) 炭素数 5 のアルカンの構造式をすべて書きなさい。
- (3) 分子式 $C_3H_{12}O$ を持つアルコールがある。構造異性体の数を答えなさい。
- (4) 上記(3)のアルコールの中で、ヨードホルム反応を示す化合物の構造式を 2 つ書きなさい。
- (5) 上記(3)のアルコールの中で、不斉炭素原子を持つ化合物の構造式を 3 つ書きなさい。ただし、立体異性体は考慮しなくてよい。
- (6) 上記(3)のアルコールの中で、酸化されにくい化合物の構造式を 1 つ書きなさい。
- (7) 上記(3)のアルコールの中で、濃硫酸を加えて加熱した場合、分子内脱水反応が起こらないと考えられる化合物の構造式を 1 つ書きなさい。

令和4年度入学試験 問題訂正

○前期日程

○科目名 化学

訂正箇所 1	5 ページ <input type="text" value="3"/> 本文の上から 3 行目
誤	②pH は水溶液中の <input type="text" value="イ"/> イオン指数である。
正	②pH は <input type="text" value="イ"/> イオン指数である。

訂正箇所 2	5 ページ <input type="text" value="3"/> 問い(2)
誤	下線部①について、純水の電離反応を <u>化学</u> 反応式で表しなさい。
正	下線部①について、純水の電離反応を <u>イオン</u> 反応式で表しなさい。