

2020年度
高等部3年
1学期
理系化学
実力テスト
60分

担当：岡野

実施日：2020年4月21日

提出先メールアドレス：toruokano@rikkyo.uk

問題は4問ある。すべてに答えること。

解答は太字の鉛筆で明瞭に記すこと。

解答用紙を切り離し、解答すること。

解答用紙のみをスキャンして、岡野宛に送信すること。

1 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

元素の周期表の3～12族に属する元素は、すべて「ア」元素である。中でも銀、銅、鉄、亜鉛などは、現代の産業を支える重要な元素である。例えば、銀は「イ」と電気を最も導く特性があり、銀コロイドがもつ「ウ」作用は消臭剤などに応用されている。銅や鉄は、亜鉛やスズなどと合金を形成する。特に銅と亜鉛の合金は「エ」として知られ、金管楽器や硬貨として用いられる。原子の配列を制御した酸化亜鉛は、機械的な歪みにより電荷を生じる圧電特性を示し、次世代の「オ」材料として注目される。これらの消費や廃棄による環境負荷を減らすためには、「ア」の分離・回収や再利用は重要である。

いま、銀(Ag^+)、銅(Cu^{2+})、鉄(Fe^{3+})、および亜鉛(Zn^{2+})イオンがそれぞれ0.1mol/L溶解している混合溶液がある。以下に示す手順に従い、4つのイオンの系統分離をおこなった。

【実験操作】 ① 希塩酸を加える。

② 塩酸酸性下で硫化水素を通じる。

③ 加熱後、希硝酸を加えさらにアンモニア水を添加する。

④ 塩基性下で硫化水素を通じる。

(問1) 文中の「ア」～「オ」に適切な語句を記せ。

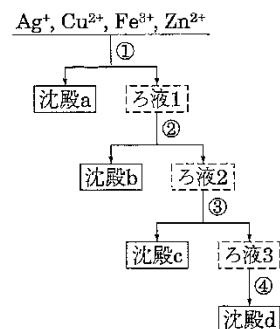
(問2) 操作①および②によって得られた沈殿a、bのそれぞれの物質名と沈殿の色を記せ。

(問3) 沈殿aに濃アンモニア水を加えると、溶解して無色透明の溶液を生成した。このときの化学変化を化学反応式で表せ。

(問4) 操作②では沈殿bが生成するとともに、酸性条件下で硫化水素はろ液1に含まれる陽イオンのひとつと化学変化を引き起こす。どのような化学変化か、具体的に説明せよ。

(問5) 操作③で加熱する理由を述べよ。また、加熱をしなかった場合どのような化学変化を生じるか。説明せよ。

(問6) 操作②や④をおこなうとき、沈殿生成は硫化物イオンの濃度 $[\text{S}^{2-}]$ により決定されるが、 $[\text{S}^{2-}]$ は溶液の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ に依存する。いま、水溶液が酸性であるとして、 $[\text{S}^{2-}]$ と $[\text{H}^+]$ の関係式を過程も示して導け。ただし、硫化水素(H_2S)は2段階に電離し、電離定数 K_1 および K_2 はそれぞれ $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 、 $1.3 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ であり、この水溶液に H_2S を通じてその濃度 $[\text{H}_2\text{S}]$ は0.1mol/Lを保つものとする。



2

次の文を読み、以下の問いに答えよ。

5種類の元素 A, B, C, D, E はそれぞれ次のような性質を示す。

元素 A：単体は二原子分子であり、価電子数は7である。①この元素と元素 D の化合物を含む水溶液に、元素 A と同族で第4周期にある元素の単体を添加すると析出する。

元素 B：黄緑色の炎色反応を示す。②硫酸塩は水に溶けず、酸とも反応しないため、X線の造影剤に利用される。

元素 C：酸および③強塩基の水溶液と反応する両性元素である。希硝酸とは反応するが、④濃硝酸とは反応しない。

元素 D：赤紫色の炎色反応を示す。⑤常温の水と反応して強塩基性の水酸化物になる。

元素 E：周期表11族に属する。電気や熱の伝導性は金属中で最大である。⑥この元素と元素 A の化合物は光によって分解する。

問1 元素 A, B, C, D, E はそれぞれ何か。元素記号で記せ。

問2 下線部①を化学反応式で記せ。

問3 下線部②について、元素 B の塩化物が硫酸と反応して硫酸塩が生じる化学反応式を記せ。

問4 下線部③について、元素 C の酸化物が水酸化ナトリウム水溶液と反応した時の化学反応式を記せ。

問5 下線部④について、この理由を答えよ。

問6 下線部⑤を化学反応式で記せ。

問7 下線部⑥を化学反応式で記せ。

混合溶液

希塩酸を加え

3 (1) 右の図は、 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Na^+ の6種類の金属イオンを含む水溶液から、各イオンを分離する操作を示したものである。この操作に関する次の問1～問5の答を記入せよ。

問1 沈殿A、C、Dを化学式で記せ。また、沈殿の色として最も適切なものを次の①～⑥から1つずつ選び、その番号を記せ。ただし、同じ番号を複数回選んでもよい。

- ① 白色 ② 黄色 ③ 赤褐色
④ 濃青色 ⑤ 青白色 ⑥ 黒色

問2 ろ液Eを白金線の先に付け、炎の中に入れたときに炎が呈する色として最も適切なものを次の①～⑥から1つ選び、その番号を記せ。

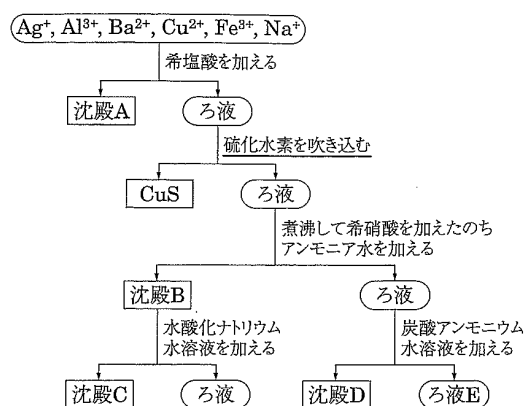
- ① 青色 ② 青緑色 ③ 黄緑色 ④ 黄色 ⑤ 赤色 ⑥ 赤紫色

問3 沈殿Bには2種類の化合物が含まれる。沈殿Bに水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、一方の化合物のみが溶解した。この反応のイオン反応式を記せ。

問4 沈殿Cに酸を加えて溶解し、ある試薬を加えたところ血赤色を呈した。この試薬に含まれる化合物として最も適切なものを次の①～⑤から1つ選び、その番号を記せ。

- ① H_2O_2 ② H_2S ③ KSCN ④ $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ⑤ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

問5 図の下線部について、 0.05mol/L の Cu^{2+} を含む溶液に十分な量の硫化水素を通じたところ、沈殿が生じた。沈殿生成後の溶液に溶解している Cu^{2+} の濃度を有効数字1桁で答えよ。また、計算過程も示せ。ただし、沈殿生成後の溶液のpHは1.0であり、この溶液に溶解している硫化水素の濃度は 0.1mol/L であった。硫化水素は、 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ のように電離し、その電離定数 K_a は $1 \times 10^{-21}(\text{mol/L})^2$ とする。また、 CuS の溶解度積 K_{sp} は $6 \times 10^{-36}(\text{mol/L})^2$ とする。



4

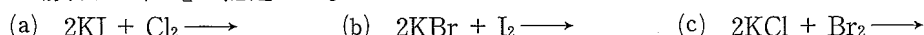
次の[I]と[II]の文章を読み、問1～問9に答えよ。

[I] 単体の塩素は、工業的には①塩化ナトリウム水溶液の電気分解によって製造されるが、実験室では〔ア〕に濃塩酸を加えて加熱するか、②さらし粉に希塩酸を加えることにより発生させる。ハロゲンのうちフッ素、塩素、臭素、ヨウ素の単体と水素を反応させるといずれからも無色、刺激臭をもつ気体または液体が生成するが、その中で最も沸点が高く、水溶液が弱酸性を示すのは〔イ〕である。③〔イ〕の水溶液はガラスの主成分と反応するため、通常はポリエチレンの容器に保存される。

〔ウ〕イオンを含む水溶液に硝酸銀水溶液を加えても沈殿は生じないが、〔ウ〕イオン以外のハロゲン化物イオンを含む水溶液に硝酸銀水溶液を加えると沈殿が生じた。ハロゲン化銀の沈殿に光をあてると、分解して銀の粒子が遊離する。このような性質を〔エ〕という。

問1. 空欄〔ア〕～空欄〔エ〕に入る適切な物質名または語句を書け。

問2. 下記の(a)～(c)について、実際に水溶液中で反応が起こる場合には右辺の式を表せ。反応が起こらない場合には「×」と記述せよ。



問3. 陽極に炭素、陰極に鉄を用い、両極を陽イオン交換膜で仕切って下線部①の電気分解を行った場合に陽極・陰極で起こる化学変化をそれぞれ電子 e^- を用いたイオン反応式で示せ。また、陰極側の水溶液を濃縮して得られる物質を化学式で書け。

問4. 下線部②の反応の化学反応式を書け。

問5. 下線部③の反応の化学反応式を書け。

問6. 硝酸銀水溶液の入った4本の試験管に塩化ナトリウム水溶液、硫化水素水、クロム酸カリウム水溶液、水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、それぞれ沈殿 A, B, C, D が生じた。以下の(a)と(b)に答えよ。

(a) 沈殿 A～沈殿 D の化学式を書け。

(b) 沈殿 D に十分な量のアンモニア水を加えると沈殿が溶けて水溶液となった。この変化を化学反応式で示せ。

参考： さらし粉 $\text{CaCl}(\text{OCl})\cdot\text{H}_2\text{O}$
 ガラス成分 SiO_2

高等部 3 年	組	番	氏名:
---------	---	---	-----

1

問 1 ア	イ	ウ
エ	オ	
問 2 沈殿 a 物質名:	沈殿 a 沈殿の色 :	
沈殿 b 物質名:	沈殿 b 沈殿の色 :	
問 3		
問 4		
問 5		
問 6		

2

問 1 A	B	C	D	E
問 2				
問 3				
問 4				
問 5				
問 6				
問 7				

高等部3年	組	番	氏名：
-------	---	---	-----

3

問1 A	C	D
問2	問3	問4
問5		

4

問1 ア	イ	ウ	エ
問2 a			
b			
c			
問3 陽極： 陰極：			
化学式：			
問4			
問5			
問6 a A		B	
C		D	
問6 b			