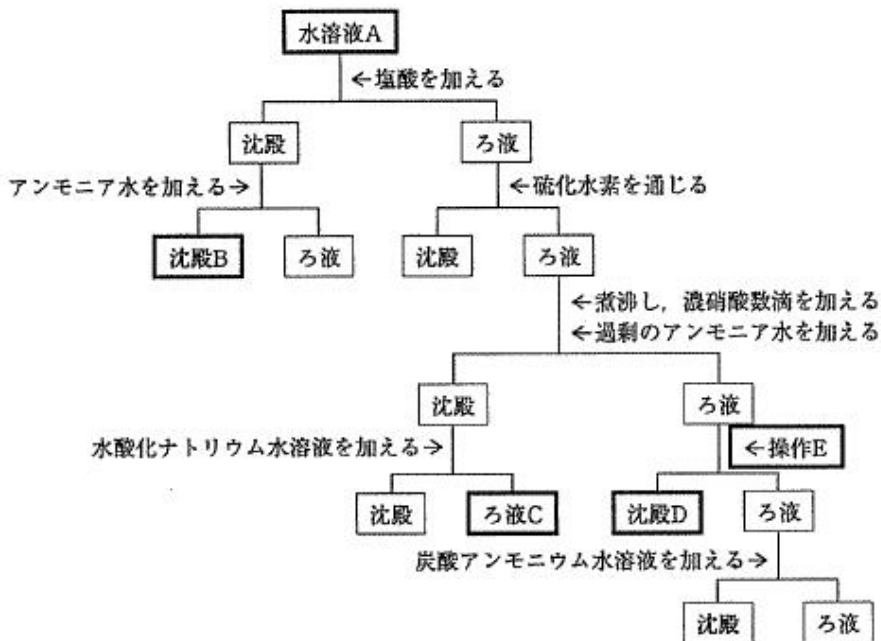


金属イオンの系統分離

1. Ag^+ , Cu^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} の7種類の金属イオンを含む水溶液 A がある。この水溶液を図のように実験操作に従って処理して金属イオンの分離を行った。



問1 沈殿 B の化合物に含まれるイオンはどれか。

- ① Ag^+ ② Cu^{2+} ③ Ca^{2+} ④ Zn^{2+} ⑤ Pb^{2+} ⑥ Al^{3+} ⑦ Fe^{3+}

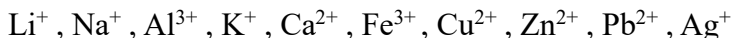
問2 ろ液 C の化合物に含まれるイオンはどれか。

- ① Ag^+ ② Cu^{2+} ③ Ca^{2+} ④ Zn^{2+} ⑤ Pb^{2+} ⑥ Al^{3+} ⑦ Fe^{3+}

問3 沈殿 D を生じるために行う操作 E はどれか。

- ① 水酸化ナトリウム水溶液を加える。 ② 希塩酸を加える。
 ③ 希硫酸を加える。 ④ クロム酸カリウム水溶液を加える。
 ⑤ 硝酸を加える。 ⑥ 硫化水素を通じる。

2. 以下に示す金属イオンのうち5種類が含まれた水溶液がある。この溶液に含まれる金属イオンの分析を行った。



操作1：溶液に希塩酸を加えると、沈殿1が生じた。ろ過により沈殿1を分離し、分離した沈殿1に水を加え温浴中で加熱したが、沈殿1は溶けなかった。

操作2：沈殿1を分離したろ液に硫化水素を通じると、沈殿2が生じた。この沈殿2をろ過により分離した。

操作3：沈殿2を分離したAろ液を煮沸した。さらに、B硝酸、過剰のアンモニア水を加えると、沈殿3が生成した。ろ過により沈殿3を分離した。

操作4：沈殿3を分離したろ液に硫化水素を通じると、沈殿4が生じた。

操作5：沈殿4を分離した溶液の炎色反応を調べたところ、黄色の炎色反応が観察された。

問1 沈殿1に過剰のアンモニア水を添加したところ、沈殿が溶けた。このときこの沈殿に含まれていた金属イオンは錯イオンとなっている。その錯イオンを①～⑨から一つ選べ。

- | | | |
|--|--|-------------------------------------|
| ① $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ | ② $[\text{Ag}(\text{OH})_4]^{3-}$ | ③ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ |
| ④ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | ⑤ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ | ⑥ $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ |
| ⑦ $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ | ⑧ $[\text{Pb}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | ⑨ $[\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$ |

問2 問1で解答した錯イオンの構造を①～⑥から一つ選べ。

- | | | |
|---------|--------|---------|
| ① 直線形 | ② 正方形 | ③ 正四面体形 |
| ④ 正八面体形 | ⑤ 折れ線形 | ⑥ 三角錐形 |

問3 沈殿2の色を①～⑤から一つ選べ。

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 赤 | ② 青 | ③ 黄 | ④ 黒 | ⑤ 白 |
|-----|-----|-----|-----|-----|

(次ページへ続く)

問4 沈殿2に濃硝酸を添加し、温浴中で溶かした。この溶液にアンモニア水を添加して、塩基性になると深青色になった。この沈殿2の中に存在していた金属元素の単体について説明した文章のうち、正しい説明を①～⑨からすべて選べ。

- ① 水と反応して、水素を発生する。
- ② 塩酸と反応して、水素を発生する。
- ③ 希硝酸と反応して、水素を発生する。溶液は白濁する。
- ④ 希硝酸と反応して、一酸化窒素を発生する。溶液は青色になる。
- ⑤ 濃硝酸と反応して、二酸化窒素を発生する。溶液は緑色になる。
- ⑥ 濃硝酸と反応して、二酸化窒素を発生する。溶液は黄色になる。
- ⑦ 希硫酸と反応して、水素を発生する。溶液は淡緑色になる。
- ⑧ 濃硫酸とは不動態を形成し、反応しない。
- ⑨ 水酸化ナトリウムと反応して、水素を発生する。

難問5 沈殿3に過剰の水酸化ナトリウムを添加し、ろ過により沈殿3-1とろ液3-1を分離した。希塩酸を加え完全に溶かした。この溶液を3つに分け、それぞれ以下の表の溶液を添加した。それぞれの結果を①～⑨から一つずつ選べ。同じ選択肢を複数回選んでも良い。

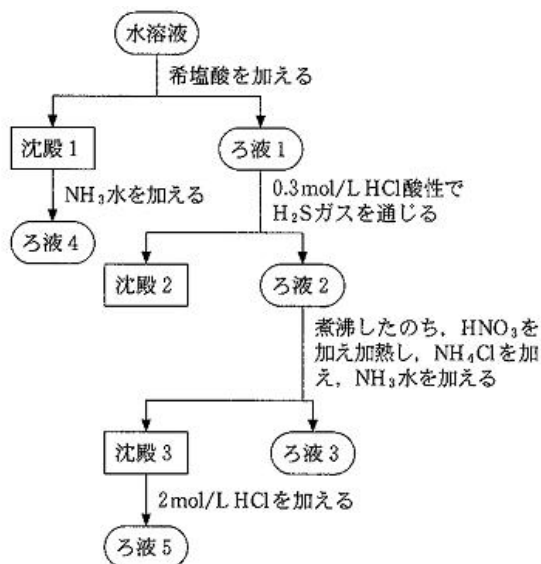
添加した溶液	結果
ヘキサシアノ鉄(Ⅱ)カリウム	[ア]
ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)カリウム	[イ]
チオシアン酸カリウム	[ウ]

- ① 赤褐色沈殿
- ② 血(濃)赤色沈殿
- ③ 黄褐色溶液
- ④ 褐色溶液
- ⑤ 緑白色沈殿
- ⑥ 淡緑色溶液
- ⑦ 濃青色沈殿
- ⑧ 青白色沈殿
- ⑨ 変化なし

問6 操作3の下線部の煮沸の目的は何か。適切なものを①～⑥から一つ選べ。

- ① 水和水を除くため。
- ② 沈殿を溶かすため。
- ③ 硫化水素を追い出すため。
- ④ 過剰な水を蒸発させるため。
- ⑤ 次の段階で行う反応を早く進めるため。
- ⑥ 沈殿中に含まれる物質を熱分解するため。

3. Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ag^{+} を含む水溶液から、各イオンを分離する操作を下図に示した。次の各問いに答えよ。



問1 沈殿 1, 2, 3 の化学式を示せ。また、それぞれの色を示せ。

問2 ろ液 1 に含まれる陽イオンのイオン式を示せ。

問3 ろ液 4 に含まれる錯イオンの化学式を示せ。

問4 ろ液 5 に含まれる陽イオンのイオン式を示せ。また、そのイオンが何であることを調べる方法を 80 字程度で答えよ。

(2016 香川大)

4. 次の文を読み、問いに答えよ。

Ag^+ , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Na^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} の金属イオンを含む試料水溶液から、図のように各イオンを分離した。



問 1 沈殿 A, B, C の化学式を記せ。

問 2 (ア) AgCl の沈殿の色、および(イ)ろ液 E の炎色反応の最も適切な色を次の語群より選び記せ。

[青, 赤, 黄, 紫, 黒, 白]

問 3 図中Ⅲの操作で硝酸を加える理由を 20 次程度で説明せよ。

問 4 AgCl の沈殿に過剰のアンモニア水を加えた。

(ア) この反応の化学反応式を記せ。

(イ) 精製した錯イオンの形を次の語群より選び記せ。

[正方形, 直線形, 正四面体形]

(2016 京都産業大)

5. 金属イオンの系統分離のために行った①～⑦の実験およびこれらの金属について、後の問1～問7に答えなさい。ただし、原子量は $C = 12$, $O = 16$, $Na = 23$, $Al = 27$, $S = 32$, $Ca = 40$, $Fe = 56$, $Cu = 64$, $Zn = 65$, $Ag = 108$ とします。

- ① 7種類の金属イオン Na^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ を含む混合水溶液 300mL に希塩酸を加えて生じた沈殿 A をろ過して分けた。
- ② ①のろ液に硫化水素を通じて生じた沈殿 B をろ過して分けた。
- ③ ②のろ液を煮沸し、濃硝酸を加えた後アンモニア水を過剰に加えて生じた沈殿をろ過して分けた。
- ④ ③で得られた沈殿に過剰の水酸化ナトリウム水溶を加えると、一部が溶解して沈殿 C が残った。
- ⑤ ③のろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えると沈殿 D が生じた。
- ⑥ 沈殿 D を乾燥させて質量を測定したところ、2.5g であった。また、沈殿 B を乾燥させて質量を測定したところ、7.2g であった。
- ⑦ 沈殿 D を加熱すると、気体を発生して固体化合物 E を生じた。

問1 沈殿 A, B, C の化学式と色をそれぞれ答えなさい。

問2 ④の操作で溶解した化合物の化学式を答えなさい。

問3 沈殿 D の化学式を答えなさい。

問4 沈殿 B を構成する金属イオンの①の混合水溶液中でモル濃度 (mol/L) を答えなさい。

問5 ⑦の反応の化学反応式を書きなさい。

問6 固体化合物 E の質量 (g) を答えなさい。

問7 7種類の金属 Na , Al , Ca , Fe , Cu , Zn , Ag に関する以下の設問(1)～(4)を読み、それぞれ元素記号で答えなさい。

- (1) イオン化傾向が一番大きい金属はどれか答えなさい。
- (2) 常温で水と反応する金属を2つ答えなさい。
- (3) 軽量で電気伝導性が高く、水酸化物が両性を示す金属はどれか答えなさい。
- (4) 電気伝導性が高く、湿った空气中で酸化されると表面に緑色のさびを形成する金属はどれか答えなさい。

6. 次の文を読み、下記の問1～問5に答えよ。

4種類の金属イオン (Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Pb^{2+}) を含む水溶液 A について、次の実験操作 1～6 を行い、金属イオンを分離した。

[操作 1] 水溶液 A に希塩酸を入れたところ、白色沈殿が生成した。この白色沈殿 B をろ過して、ろ液 C と分離した。

[操作 2] 操作 1 で得られたろ紙上の白色沈殿 B に熱水をかけたところ。白色沈殿の一部が熱水に溶解した。溶け残った白色沈殿 D と熱水 E を分離した。

[操作 3] 熱水 E を室温まで冷やしたのち、クロム酸カリウム水溶液を加えたところ、黄色沈殿 F が生成した。

[操作 4] 白色沈殿 D を日光に当てたところ、紫色から黒色に少しすくんだ色に変化した。

[操作 5] ろ液 C にアンモニア水を少しずつ加えたところ、はじめ赤褐色沈殿と青白色沈殿の混合物が生成した。さらにアンモニア水を加えると、青白色沈殿は溶解し、赤褐色沈殿のみが残った。この赤褐色沈殿 G をろ過して、深青色のろ液 H と分離した。

[操作 6] 赤褐色沈殿 G に希塩酸を加えて溶解したのち、これにヘキサシアニド鉄(II)酸カリウム水溶液を加えたところ、濃青色沈殿が生じた。

問 1 白色沈殿 D を化学式で記せ。

問 2 黄色沈殿 F を化学式で記せ。

問 3 赤褐色沈殿 G を化学式で記せ。

問 4 ろ液 H の深青色を呈しているイオンを化学式で記せ。

問 5 操作 6 で赤褐色沈殿 G が希塩酸に溶解した反応を化学反応式で記せ。

(2016 立教大)

7. 次の文章中の[ア]～[キ]に適切な物質名、色を入れよ。

Na^+ , Ag^+ , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} を含む水溶液がある。この水溶液に希塩酸を加えると、[ア]色の沈殿が生じた。これをろ過により沈殿 A とろ液 A に分離した。沈殿 A に[イ]を過剰に加えるとその沈殿 A は溶解して[ウ]となった。この[ウ]を含む水溶液にホルムアルデヒドを加えて温めると固体の[エ]が生成した。

次に、ろ液 A に塩酸酸性下で硫化水素を加えると[オ]色の沈殿 B が生じた。この沈殿 B をろ過により取り除き、ろ液 B を得た。ろ液 B を煮沸した後に硝酸を加え、続けてアンモニア水と塩化アンモニウム水溶液を充分に加えると[カ]の沈殿が生じた。この沈殿をろ過により取り除き、ろ液 C を得た。ろ液 C にアンモニア塩基性下で硫化水素を加えると沈殿が生じた。この沈殿をろ過により取り除き、ろ液 D を得た。ろ液 D に炭酸アンモニウム水溶液を加えると[キ]の沈殿が生じた。

(2016 明治大改)

8. 0.1mol/L の鉛(II)イオン、0.1mol/L の銅(II)イオン、0.1mol/L の鉄(III)イオンを含む混合水溶液から、それぞれの金属イオンを分離する操作を行った。以下の問いに答えなさい。

混合水溶液に希塩酸を加えると①白色沈殿が生成したので、これをろ過した。ろ紙上の沈殿物を集めて熱水に溶かし、クロム酸カリウム水溶液を加えると②黄色沈殿が生じた。

ろ液に③硫化水素を通じると④黒色の沈殿が生成したので、これをろ過した。ろ紙上の沈殿物を集めて、希硝酸に加熱して溶かした後、アンモニア水を少しずつ加えると、まず⑤青白色の沈殿が生じた。さらに、アンモニア水を加えると沈殿が溶けて深青色の水溶液が生じた。

⑥ろ液を煮沸した後、⑦希硝酸を加え、アンモニア水を過剰に加えると⑧赤褐色沈殿を生じたので、これをろ過した。ろ紙上の沈殿を集めて希硝酸に溶かし、⑨チオシアン酸カリウム水溶液を加えると⑩呈色した。

問1 下線部①の反応のイオン反応式を書きなさい。

問2 下線部②の沈殿の化学式を書きなさい。

問3 下線部③の操作で酸化されるイオンの名称と還元されるイオンの名称を書きなさい。また、それぞれについて反応前と反応後の酸化数の変化を書きなさい。

問4 下線部④の反応のイオン反応式を書きなさい。また、黒色沈殿が生じ始めるときの溶液中の硫化物イオンのモル濃度を計算しなさい。黒色沈殿の溶解度積は $6.5 \times 10^{-30} \text{mol}^2/\text{L}^2$ とする。解答欄に計算式も書くこと。

問5 下線部⑤の沈殿の化学式を書きなさい。

問6 下線部⑥の操作を行う理由を20字程度で答えなさい。

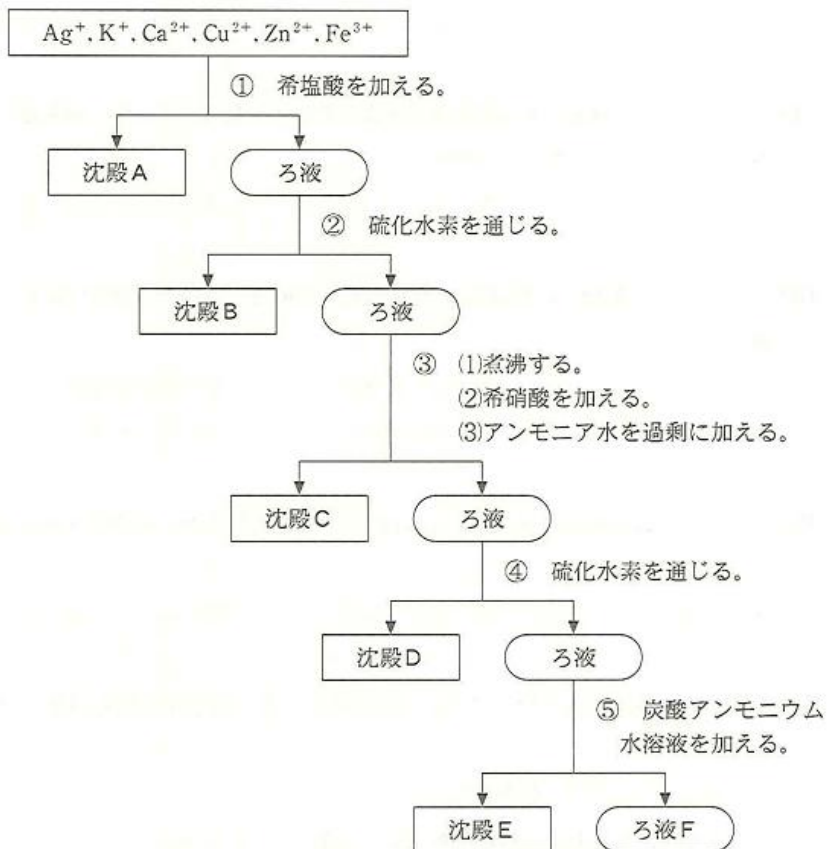
問7 下線部⑦の操作を行う理由を20字程度で答えなさい。

問8 下線部⑧の沈殿の化学式を答えなさい。

問9 下線部⑨の物質の化学式を答えなさい。

問10 下線部⑩の水溶液は何色に呈色したか答えなさい。

9. 次の図は、 Ag^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{3+} の6種類の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。下の問1～問6に答えよ。



問1 沈殿 A, B, C はそれぞれ何か。化学式で答えよ。

問2 操作③の(1)で煮沸するのはなぜか。その理由を 50 字以内で答えよ。

問3 操作③の(2)で希硝酸を加えるのはなぜか。その理由を 20 字以内で答えよ。

問4 沈殿 D は何色が答えよ。

(次ページへ続く)

問5 沈殿 E の説明として最も適当なものを次の(ア)～(カ)から一つ選べ。

- (ア) 両性酸化物であり、白色顔料や医療品に用いられる。
- (イ) はんだ、ブリキなどに用いられる。
- (ウ) フィルム写真の感光材に利用される。
- (エ) 石灰岩、大理石、貝殻などの主成分として、天然に広く存在する。
- (オ) ベンガラとよばれ、顔料や磁性材料に用いられる。
- (カ) 青緑色であり、ろくしょうとよばれる。

問6 ろ液 F に含まれている金属イオンを確認する方法として最も適切なものを、次の(ア)～(カ)から一つ選べ。

- (ア) 少量の水酸化ナトリウム水溶液を加える。
- (イ) $K_4[Fe(CN)_6]$ 水溶液を加える。
- (ウ) クロム酸カリウム水溶液を加える。
- (エ) 二酸化炭素を通じる。
- (オ) 炎色反応を調べる。
- (カ) チオ硫酸ナトリウム水溶液を加える。

(2016 千葉工大)

10. 沈殿生成反応を利用すると、複数の金属イオンを含む水溶液から、特定の金属イオンを分離することができる。水溶液 A には、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、銀イオン、亜鉛イオン、鉛(II)イオン、銅(II)イオン、鉄(III)イオンの 8 種類の金属イオンのうち 6 種類が含まれている。水溶液 A から各金属イオンを分離するために、次の実験①～⑦を行った。下の問 1～問 5 に答えよ。なお、金属イオンはろ過により完全に分離できることとする。

実験① 水溶液 A に希塩酸を加えてろ過し、沈殿 B とろ液 C を得た。

実験② 沈殿 B に熱水を加えるとすべて溶解した。この沈殿にクロム酸カリウム水溶液を加えたところ、黄色沈殿が生じた。

実験③ ろ液 C に硫化水素を通じてろ過し、沈殿 D とろ液 E を得た。

実験④ ろ液 E を煮沸し、希硝酸を加えて加熱した。続いてアンモニア水を充分に加えて塩基性にしたのち、ろ過し、沈殿 F とろ液 G を得た。

実験⑤ ろ液 G に硫化水素を通じてろ過し、沈殿 H とろ液 I を得た。

実験⑥ ろ液 I に炭酸アンモニウム水溶液を加えてろ過し、沈殿 J とろ液 K を得た。

実験⑦ ろ液 K の炎色反応を調べたところ、黄色を呈した。

問 1 下線部の反応を、イオン反応式で記せ。

問 2 実験④における希硝酸の役割を簡単に説明せよ。

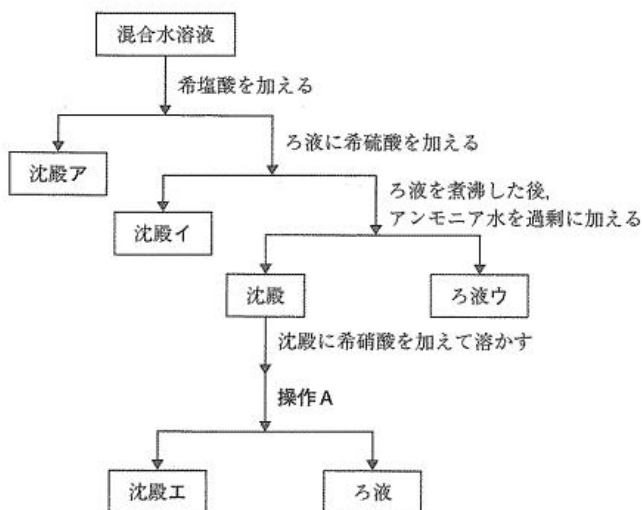
問 3 沈殿として得られた化合物 B および D, H, J を、組成式でそれぞれ記せ。

問 4 沈殿 H に含まれる金属イオンは、ろ液 G 中ではどのようなイオンで存在するか、イオン式で記せ。

問 5 ろ液 K に含まれる金属イオンを、イオン式で記せ。

(2016 山形大)

11. Ag^+ , Al^{3+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} の5種類の金属イオンを含む混合水溶液に、次の図のような操作を行った。下の問いに答えよ。



問1 操作Aとして最も適当なものを、次の①～⑤から選べ。

- ① 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
- ② クロム酸カリウム水溶液を加える。
- ③ 塩化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
- ④ 二酸化炭素を通じる。
- ⑤ 硫化水素を通じる。

問2 沈殿ア、イおよびエに分離された金属イオンを、次の①～⑤からそれぞれ選べ。

- ① Ag^+ ② Al^{3+} ③ Ba^{2+} ④ Cu^{2+} ⑤ Fe^{3+}

問3 ろ液ウの色と含まれている錯イオンの形の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑨から選べ。

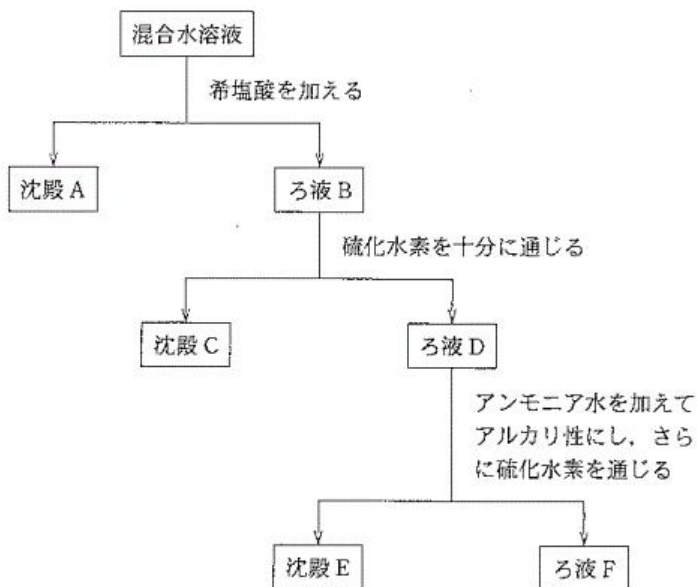
	ウの色	形		ウの色	形		ウの色	形
①	無色	直線形	②	無色	正方形	③	無色	正八面体形
④	深青色	直線形	⑤	深青色	正方形	⑥	深青色	正四面体形
⑦	黄褐色	直線形	⑧	黄褐色	正四面体形	⑨	黄褐色	正八面体形

(2018 武庫川女子大)

12. 次の問いに答えよ。

問1 下の図は、4種類の金属イオン Ag^+ , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} を含む混合水溶液からそれぞれの金属イオンを分類する操作を示したものである。沈殿 A, 沈殿 C, 沈殿 E を化学式で記せ。また、ろ液 F に含まれる金属イオンは何か。化学式で記せ。

問2 ろ液 F に含まれる金属イオンを沈殿として分類するためには、どのような試薬の水溶液をろ液 F に加えるとよいか。1つ答えよ。



(2015 愛知教育大)

13. 次の文を読み、問 1～4 に答えなさい。

Ag^+ , Ca^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+} のうち 3 種類を含む水溶液 X から、金属イオンを分離する以下の操作を行った。

水溶液 X に希塩酸を加えたところ、白色の沈殿 A が生じた。ろ過により、沈殿 A とろ液 A に分離した。沈殿 A に水を加えて加熱したところ、全て溶けた。この溶液にクロム酸カリウム水溶液を加えたところ、a 黄色沈殿が生じた。

ろ液 A に[]操作を行ったところ、白色の沈殿 B が生じた。ろ過により、沈殿 B とろ液 B に分離した。沈殿 B に希塩酸を加えたところ、全て溶けた。

ろ液 B に炭酸アンモニウム水溶液を加えたところ、白色の沈殿 C が生じた。ろ過により、沈殿 C を得た。b 沈殿 C に希塩酸を加えたところ、気体を発生させながら溶解し、得られた水溶液は炎色反応で橙赤色を呈した。

問 1 沈殿 A および下線部 a の黄色沈殿の化学式をそれぞれ記しなさい。

問 2 []にあてはまる操作として最も適切なものを次の①～④の中から 1 つ選び、番号で答えなさい。

- ① 穏やかに煮沸後、希硝酸を加える。
- ② 穏やかに煮沸後、アンモニア水を十分に加える。
- ③ 溶液が酸性であることを確認し、硫化水素を十分に通じる。
- ④ アンモニア水を少量加え塩基性溶液とし、硫化水素を十分に通じる。

問 3 沈殿 B の化学式を記しなさい。

問 4 下線部 b における沈殿 C と希塩酸との反応を化学反応式で記しなさい。

(2018 秋田大)

14. 次の文を読み、下記の問1～問5に答えよ。

7種類の金属イオン Ag^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Na^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+} を含む水溶液に対して、金属イオンの分析を行った。以下に記述する実験操作1～8を順に行うことにより、個の水溶液に含まれる7種類の金属イオンを全て分離することができた。

実験操作1 7種類の金属イオン Ag^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Na^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+} を含む水溶液に希塩酸を加えたら、沈殿が生じた。ろ過により、沈殿Aとそのろ液Bに分けた。

実験操作2 沈殿Aに熱水を加えると、一部が溶解した。高温に保った状態でろ過することにより、沈殿Cとそのろ液Dに分けた。

実験操作3 ろ液Dに、クロム酸カリウムを加えたら、沈殿が生じた。ろ液により、沈殿Eとそのろ液Fに分けた。

実験操作4 ろ液Bに H_2S ガスを通したら、沈殿が生じた。ろ液により、沈殿Gとそのろ液Hに分けた。

実験操作5 沈殿Gに硝酸を加え、加熱して溶かした。室温まで冷却した後、水酸化ナトリウム水溶液を加えたら、沈殿が生じた。ろ過により、沈殿Iとそのろ液Jに分けた。沈殿Iを濃アンモニア水に溶解し、水溶液Kを得た。個の水溶液Kは青緑色の炎色反応を示した。

実験操作6 ろ液Hを十分加熱して H_2S を除いた後、室温まで冷却し、過剰のアンモニア水を加えたら、沈殿が生じた。ろ過により、沈殿Lとそのろ液Mに分けた。

実験操作7 ろ液Mに再び H_2S を加えたら、沈殿が生じた。ろ過により、沈殿Nとそのろ液Oに分けた。

実験操作8 ろ液Oに炭酸アンモニウム水溶液を加えたら、沈殿が生じた。ろ過により、沈殿Pとそのろ液Qに分けた。

問1 沈殿C、沈殿E、沈殿L、沈殿Nそれぞれに含まれる物質の化学式とその色を記せ。

問2 沈殿Pとろ液Qそれぞれに含まれる金属イオンを記せ。また、それらのイオンが炎色反応で示す色を記せ。

問3 水溶液Kの色と含まれるイオンの化学式を記せ。

問4 沈殿Nに含まれる金属イオンは、実験操作4では、HもSガスを通しても沈殿しなかった。一方、実験操作7では、 H_2S ガスを通したら沈殿した。その理由を記せ。

問5 沈殿Pに水を加え、十分な量の二酸化炭素を吹き込み続けたら、どのようなことが起こるか。この現象を、反応式を示して説明せよ。

(2011 福井大)

15. 6種類の金属イオン Ag^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} のうち、いずれか1種類を含む6つの水溶液A~Fがある。これらの水溶液について下記の実験1~4を行った。以下の問いに答えよ。

実験1 A~Fに塩酸を加えると、AとBに沈殿を生じた。

実験2 A~Fに希硫酸を加えると、AとCに沈殿を生じた。

実験3 A~Fに少量のアンモニア水を加えると、A, B, D, E, Fに沈殿を生じた。さらに過剰のアンモニア水を加えると、B, E, Fに生じた沈殿が溶解して均一な溶液になった。

実験4 A, B, D, E, Fに少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、いずれも沈殿を生じた。さらに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、A, D, Fに生じた沈殿が溶解して均一な溶液になった。

問1 水溶液A~Eに含まれる金属イオンをそれぞれ答えよ。

問2 実験3において、下線部のFの沈殿が溶解した反応を化学反応式で書け。また、生じた陽イオンの形状を次の①~⑤のなかから一つ選び、記号で答えよ。

- ① 直線形 ② 折れ線形 ③ 正方形 ④ 正四面体形 ⑤ 正八面体形

(2018 藤田保健衛生大・医)

16. 金属イオンの系統分離のために行った①～⑦の実験およびこれらの金属について、後の問1～問7に答えなさい。ただし、原子量は $C = 12$, $O = 16$, $Na = 23$, $Al = 27$, $S = 32$, $Fe = 56$, $Cu = 64$, $Zn = 65$, $Ag = 108$ とします。

- ① 7種類の金属イオン Na^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ を含む混合水溶液 300mL に希塩酸を加えて生じた沈殿 A をろ過して分けた。
- ② ①のろ液に硫化水素を通じて生じた沈殿 B をろ過して分けた。
- ③ ②のろ液を煮沸し、濃硝酸を加えた後アンモニア水を過剰に加えて生じた沈殿をろ過して分けた。
- ④ ③で得られた沈殿に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、一部が溶解して沈殿 C が残った。
- ⑤ ③のろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えると沈殿 D が生じた。
- ⑥ 沈殿 D を乾燥させて質量を測定したところ、2.5g であった。また、沈殿 B を乾燥させて質量を測定したところ、7.2g であった。
- ⑦ 沈殿 D を加熱すると、気体を発生して固体化合物 E を生じた。

問1 沈殿 A, B, C の化学式と色をそれぞれ答えなさい。

問2 ④の操作で溶解した化合物の化学式を答えなさい。

問3 沈殿 D の化学式を答えなさい。

問4 沈殿 B を構成する金属イオンの①の混合水溶液中でのモル濃度(mol/L)を答えなさい。

問5 ⑦の反応の化学反応式を書きなさい。

問6 固体化合物 E の質量(g)を答えなさい。

問7 7種類の金属 Na, Al, Ca, Fe, Cu, Zn, Ag に関する以下の設問(1)～(4)を読み、それぞれ元素記号で答えなさい。

- (1) イオン化傾向が一番大きい金属はどれか答えなさい。
- (2) 常温で水と反応する金属を2つ答えなさい。
- (3) 軽量で電気伝導性が高く、水酸化物が両性を示す金属はどれか答えなさい。
- (4) 電気伝導性が高く、湿った空气中で酸化されると表面に緑色のさびを形成する金属はどれか答えなさい。

(2016 京都女子大)

17. 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。

問1 Na^+ , Ag^+ , Zn^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} を含む硝酸塩水溶液がある。個の溶液を用いて以下の実験操作を行った。A~Fを化学式で示せ。

操作① これらの金属イオンを含む硝酸塩水溶液に塩酸を加えると、沈殿Aが生じた。この沈殿Aをろ過によって分離した。

操作② 沈殿Aを分離した溶液は、酸性であった。その水溶液に硫化水素を通すと、沈殿Bが生じた。

操作③ 沈殿Bを分離した溶液を、煮沸により硫化水素を除いてから濃硝酸を加えて加熱し、さらにアンモニア水を過剰に加えると、沈殿Cが生じた。

操作④ 沈殿Cを分離した溶液に、硫化水素を吹き込むと、沈殿Dが生じた。

操作⑤ 沈殿Dを分離した溶液に、炭酸アンモニウム水溶液を加えると、白色沈殿Eを生じた。

操作⑥ 沈殿Eを分離した溶液には、金属イオンFが残存した。

問2 沈殿Aは、アンモニア水を加えると溶解した。この反応を化学反応式で示せ。

問3 操作③で濃硝酸を加えた目的を簡潔に説明せよ。

問4 Na^+ , Ag^+ , Zn^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} のうち、いずれか1つの金属イオンを含む硝酸塩水溶液がある。その硝酸塩水溶液の密度は 1.10g/mL であり、質量%は 11.0% 、モル濃度は 0.500mol/L である。この硝酸塩の式量を計算せよ。また、この水溶液に含まれる硝酸塩を化学式で答えよ。

(2013 高知大)

18. 次の実験について、以下の各問いに答えなさい。

Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ を含む水溶液がある。この水溶液について、a~eの操作を行った。ただし、a~eの操作による溶液の体積は変化しないものとする。

(操作 a) この水溶液 25.0mL を正確にはかりとり、これに塩酸を添加したところ、塩化銀の白色沈殿が生成した。この溶液をろ過し、塩化銀とろ液 A を得た。

(操作 b) ろ液 A に硫化水素を十分に吹き込んだところ、黒色の沈殿物 B が生成した。この溶液をろ過し、リンデン物 B とろ液 C を得た。

(操作 c) ろ液 C を煮沸して硫化水素を完全に除いてから①希硫酸を添加し、アンモニア水を過剰に加えたところ、赤褐色の沈殿物 D が生成した。この溶液をろ過し、沈殿物 D とろ液 E を得た。

(操作 d) ろ液 E に硫化水素を十分に吹き込んだところ、白色の沈殿物 F が生成した。この溶液をろ過し、沈殿物 F とろ液 G を得た。

(操作 e) ろ液 G に炭酸アンモニウムを加えたところ、白色の沈殿物 H が生成した。この溶液をろ過し、沈殿物 H とろ液 I を得た。

- (1) 沈殿物 B, 沈殿物 F, 沈殿物 H をそれぞれ化学式で示しなさい。
- (2) 下線部①で希硫酸を加えるのはなぜか。理由を簡潔に説明しなさい。
- (3) ろ液 I に含まれるイオンをイオン式で書きなさい。
- (4) 操作 a で生成した塩化銀の沈殿を十分乾燥させ、完全に水分を取り除いたのちに質量を調べたら 1.08g であった。最初の水溶液に含まれている Ag^+ のモル濃度を求めなさい。

(2012 大分大)

19. 次の文を読み、問①～⑫に答えよ。

Ca^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} をそれぞれ 0.01mol/L 含む水溶液から、各イオンを分離するために、以下の操作を行った。

(1) 2mol/L の塩酸を十分に加えて、生じた沈殿 A をろ過した。

① 濃塩酸（質量パーセント濃度 35%、密度 1.2g/cm³）を蒸留水でうすめて 2mol/L 塩酸を 100mL 作成する。濃塩酸は何 mL 必要か。計算過程も記し、有効数字 2 桁で答えよ。

② 沈殿 A は何色か。

③ 沈殿 A に含まれる 2 種類の金属イオンはそれぞれ何か。

④ 沈殿 A を熱水で十分に洗うと、2 種類の金属イオンを分けることができる。この理由を記せ。また、後に残る沈殿は何か。化学式で答えよ。

(2) 硫化鉄(II)に希硫酸を加えて発生した気体 B を(1)で得られたろ液に十分に加えると、沈殿 C を生じた。

⑤ 気体 B は何か。気体の名称を答えよ。また、ここで気体 B が発生する時の化学反応式を書け。

⑥ 沈殿 C は何か。化学式で答えよ。

⑦ 沈殿 C は何色か。

⑧ 沈殿 C が生じる反応のイオン反応式を書け。

(3) (2)で得られた沈殿 C をろ過し、ろ液にアンモニア水を十分に加えてアルカリ性にした後、気体 B を通すと、沈殿 D を生じた。

⑨ 沈殿 D は何か。化学式で答えよ。

⑩ 沈殿 D は何色か。

(4) 沈殿 D をろ別した後、ろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えると、沈殿 E が得られた。

⑪ 沈殿 E は何か。化学式で答えよ。

⑫ 沈殿 E は何色か。

(2008 日本女子大)

20. アルミニウムイオン、銅(II)イオン、鉄(III)イオンを含む混合水溶液がある。次の実験ア、イを順に行い、これらの金属イオンをそれぞれ分離した。

ア 混合水溶液にアンモニア水を十分に加えた。生じた沈殿をろ過して分離し、ろ液 A を得た。沈殿をアンモニア水でくり返し洗った。

イ アンモニア水で洗った沈殿に、水酸化ナトリウム水溶液を十分に加えてろ過し、ろ液 B を得た。残った沈殿を、水酸化ナトリウム水溶液でくり返し洗い、沈殿 C を得た。

A, B, C に含まれる金属イオンはそれぞれ何か。その組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	A	B	C
①	Al^{3+}	Cu^{2+}	Fe^{3+}
②	Al^{3+}	Fe^{3+}	Cu^{2+}
③	Cu^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}
④	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}
⑤	Fe^{3+}	Al^{3+}	Cu^{2+}
⑥	Fe^{3+}	Cu^{2+}	Al^{3+}

(1996 センター試験)

解答

1. 2017 麻布・獣医

問1 ⑤ 問2 ⑥ 問3 ⑥

2. 2014 杏林・医

問1 ① 問2 ① 問3 ④ 問4 ④

問5 (ア) ⑦ (イ) ④ (ウ) ② 問6 ③

3. 2016 香川大

問1 沈殿1 AgCl 白, 沈殿2 CuS 黒, 沈殿3 Fe(OH)₃ 赤褐色

問2 Fe³⁺, Cu²⁺ 問3 [Ag(NH₃)₂]⁺

問4 Fe³⁺ ろ液5にチオシアン酸カリウムを加えると血赤色に変化することや、ヘキサシアノ鉄(Ⅱ)カリウムを加えて濃青色の沈殿を得ることでFe³⁺の存在が確認できる。

4. 2016 京都産業大

問1 沈殿A CuS, 沈殿B Fe(OH)₃, 沈殿C ZnS

問2 (ア) 白 (イ) 黄

問3 H₂Sで還元されたFe²⁺を酸化してFe³⁺に戻す。

問4 (ア) $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{Cl}^-$ (イ) 直線形

5. 2016 京都女子大

問1 沈殿A AgCl 白, 沈殿B CuS 黒, 沈殿C Fe(OH)₃ 赤褐色

問2 Al(OH)₃ 問3 CaCO₃ 問4 0.25(mol/L)

問5 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 問6 1.4g

問7 (1) Ca (2) Na, Ca (3) Al (4) Cu

6. 2016 立教大

問1 AgCl 問2 PbCrO₄ 問3 Fe(OH)₃ 問4 [Cu(NH₃)₄]²⁺

問5 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

7. 2016 明治大改

[ア] 白 [イ] アンモニア水 [ウ] ジアンミン銀イオン

[エ] 銀 [オ] 黒 [カ] 水酸化鉄(Ⅲ) [キ] 炭酸カルシウム

8. 2010 和歌山大

- 問1 $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2$ 問2 PbCrO_4
問3 酸化される物質 S^{2-} 還元される物質 Fe^{3+} , $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}$ $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$
問4 $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + 2\text{H}^+$ $6.5 \times 10^{-29} \text{ mol/L}$
問5 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 問6 後で HNO_3 を加えたとき、 H_2S が酸化されて S が沈殿することを防ぐため、 H_2S を取りく。
問7 H_2S によって還元された Fe^{2+} を Fe^{3+} に戻すため。
問8 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 問9 KSCN 問10 濃(血)赤色

9. 2016 千葉工大

- 問1 沈殿 A AgCl , 沈殿 B CuS , 沈殿 C $\text{Fe}(\text{OH})_3$
問2 後で HNO_3 を加えたとき、 H_2S が酸化されて S が沈殿することを防ぐため、 H_2S を取りく。
問3 H_2S で還元された Fe^{2+} を酸化して Fe^{3+} に戻すため。
問4 白 問5 エ 問6 才

10. 2016 山形大

- 問1 $\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbCrO}_4$
問2 H_2S によって還元された Fe^{2+} を Fe^{3+} に戻すため。
問3 化合物 B PbCl_2 , 化合物 D CuS , 化合物 H ZnS , 化合物 J CaCO_3
問4 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 問5 Na^+

11. 2018 武庫川女子大

- 問1 ①
問2 沈殿ア ① 沈殿イ ③ 沈殿エ ⑤
問3 ⑤

12. 2015 愛知教育大

- 問1 沈殿 A : AgCl 沈殿 C : CuS 沈殿 E : ZnS ろ液 F : Ca^{2+}
問2 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ など

13. 2018 秋田大

- 問1 沈殿 A PbCl_2 下線部 a PbCrO_4 問2 ④
問3 ZnS 問4 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

14 2011 福井大

- 問1 沈殿 C AgCl 白 沈殿 E PbCrO_4 黄 沈殿 L $\text{Al}(\text{OH})_3$ 白
 沈殿 N ZnS 白
問2 沈殿 P Ca^{2+} 橙赤 ろ液 Q Na^+ 黄

問3 水溶液 K $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^+$ 深青 問4 Zn は硫化物イオンの濃度が低いと沈殿が生じないため、硫化物イオンが生じにくい酸性条件下では反応を起こすことができないから。 問5 白色沈殿が水に溶ける。 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

15. 2018 藤田保健衛生大

問1 A : Pb^{2+} B : Ag^+ C : Ca^{2+} D : Al^{3+} E : Cu^{2+} F : Zn^{2+}

問2 $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$ ④

16. 2016 京都女子大

問1 A : AgCl 白 B : CuS 黒 C : $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 赤褐色 問2 $\text{Al}(\text{OH})_3$

問3 CaCO_3 問4 0.25mol/L 問5 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

問6 1.4g 問7 (1) Ca (2) Na, Ca (3) Al (4) Cu

17. 2013 高知大

問1 A : AgCl B : CuS C : $\text{Fe}(\text{OH})_3$ D : AnS E : BaCO_3 F : Na^+

問2 $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

問3 硫化水素で還元された Fe^{2+} を再度酸化して Fe^{3+} にするため

問4 式量 : 242 化学式 : $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

18. 2012 大分大

B : CuS D : $\text{Fe}(\text{OH})_3$ F : ZnS H : CaCO_3 (2) 還元された Fe^{2+} を再度酸化して Fe^{3+} にして、沈殿 D を生じやすくするため (3) Na^+ (4) 0.301mol/L

19. 2008 日本女子大

(1) ① $1.7 \times 10\text{mL}$ ② 白色 ③ Ag^+, Pb^+ ④ PbCl_2 は熱水に溶けるが、 AgCl は溶けないから AgCl (2) ⑤ 硫化水素 $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$ ⑥ CuS ⑦ 黒色 ⑧ $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + 2\text{H}^+$ (3) ⑨ ZnS ⑩ 白色 (4) ⑪ CaCO_3 ⑫ 白色

20. 1996 センター

③