

【銅、銀】

問1 次の文中の[]に適切な語句を記せ。

銅鉱石から粗銅をつくる(化合物を還元して単体をつくる)操作のことは[製錬]
と呼び、粗銅から純銅をつくる(不純物を取り除き単体の純度を高める)操作のことは
[精錬]と呼んで区別することが多い。

ちなみに、**製錬**と**精錬**って？

銅鉱石

粗銅

純銅

銅鉱石 化合物(混合物)

粗銅 単体(不純物を含む)

純銅 単体(純度が高い)

銅鉱石 化合物(混合物)



還元する。

粗銅 単体(不純物を含む)



不純物を除去する。

純銅 単体(純度が高い)

銅鉱石 化合物(混合物)

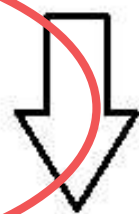
製錬



還元する。

粗銅 単体(不純物を含む)

精錬



不純物を除去する。

純銅 単体(純度が高い)

【銅、銀】

問1 次の文中の[]に適切な語句を記せ。

銅鉱石から粗銅をつくる(化合物を還元して単体をつくる)操作のことは[製錬]
と呼び、粗銅から純銅をつくる(不純物を取り除き単体の純度を高める)操作のことは
[精錬]と呼んで区別することが多い。

問2 次の文中の〔 〕内には電子を含む反応式を、〔 〕内には適当な語句を記せ。

両極ともに銅電極を用いて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解すると、両極での反応は次のようになり、

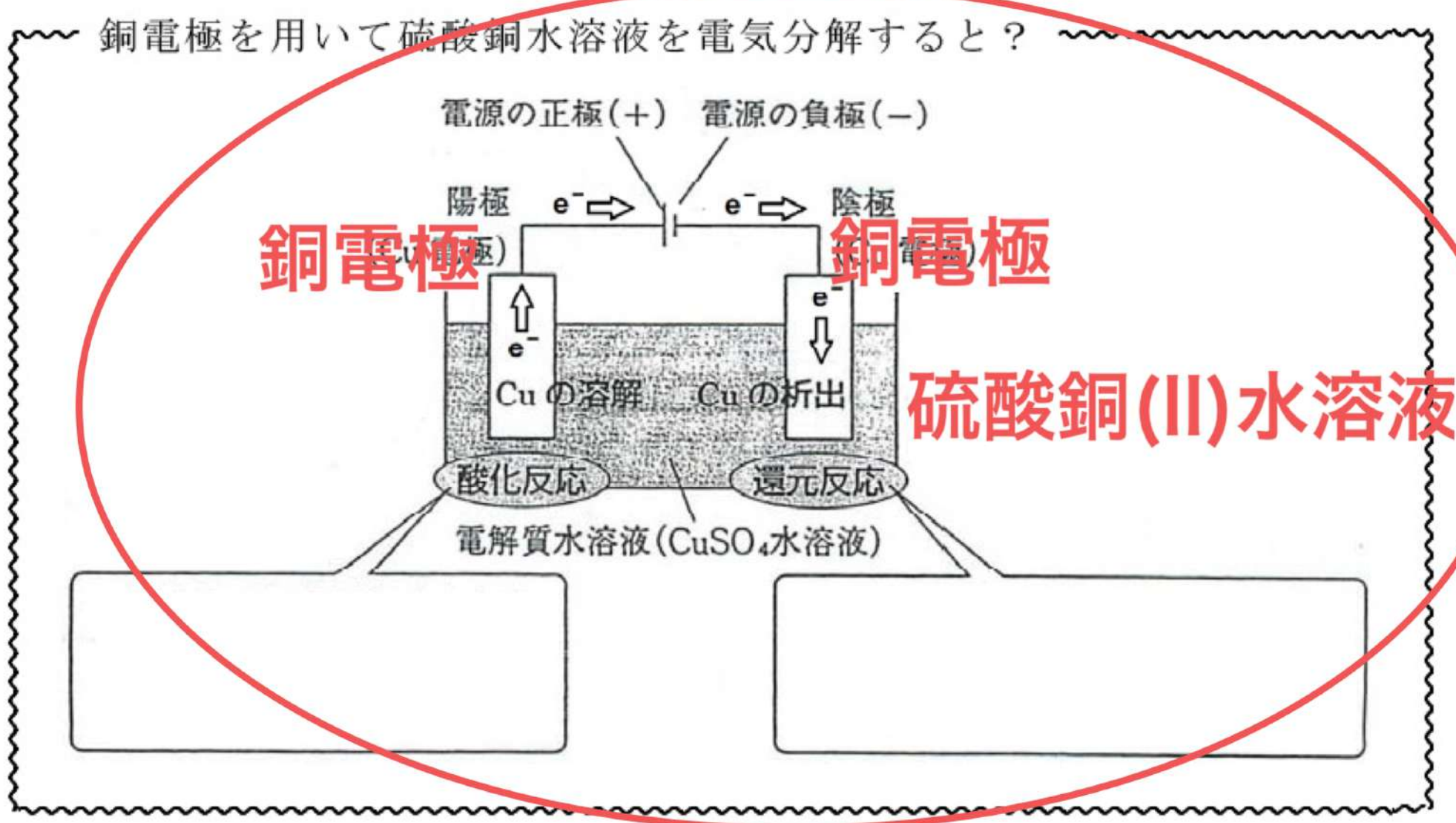
陽極；〔 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ 〕

陰極；〔 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 〕

結果として銅が〔 陽極 〕側から〔 陰極 〕側に移動することになる。

銅の電解精錬はこの電気分解の仕組みを利用している。陽極側に〔 粗銅 〕をおき、陰極側に〔 純銅 〕をおいて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電解液として電気分解すると、結果として〔 粗銅 〕中の銅が〔 純銅 〕側に移動することになる。

硫酸銅(II)水溶液の 銅電極電気分解を考えましょう。



陽極で起こる反応

1. 電極の溶解
2. ハロゲン単体の生成
3. 酸素の発生

解すると？

極(-)

陰極

(Cu 電極)

酸化反応

還元反応

電解質水溶液 (CuSO₄ 水溶液)



銅電極を用いて

陰極で起こる反応

1. 重金属単体の析出
2. 水素の発生

酸化反応

還元反応

電解質水溶液 (CuSO₄水溶液)

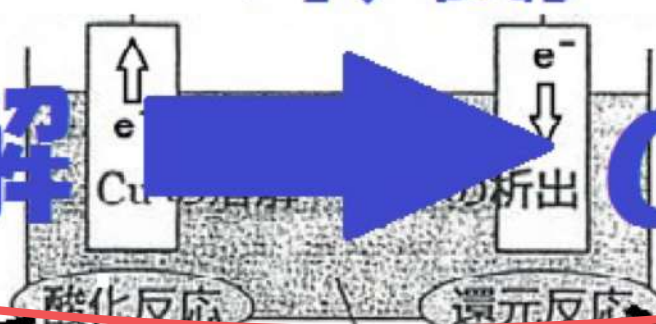


銅電極を用いて硫酸銅水溶液を電気分解すると？

電源の正極(+) 電源の負極(-)

Cuの移動！！

Cuの溶解



Cuの析出

電解質水溶液 (CuSO₄水溶液)



銅電極を用いて硫酸銅水溶液を電気分解すると？

電源の正極(+) 電源の負極(-)



問2 次の文中の〔 〕内には電子を含む反応式を、〔 〕内には適当な語句を記せ。

両極ともに銅電極を用いて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解すると、両極での反応は次のようになり、

陽極；〔 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-}$ 〕

陰極；〔 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$ 〕

結果として銅が〔 陽極 〕側から〔 陰極 〕側に移動することになる。

銅の電解精錬はこの電気分解の仕組みを利用している。陽極側に〔 粗銅 〕をおき、陰極側に〔 純銅 〕をおいて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電解液として電気分解すると、結果として〔 粗銅 〕中の銅が〔 純銅 〕側に移動することになる。

問3 次の文中の[]内に適当な語句を記入し、下記の設問(ア)、(イ)に答えよ。

この電気分解において、粗銅中に含まれていたAuやAgなどの銅よりイオン化傾向が小さい金属は、イオン化することなく、陽極の下に沈殿する。この沈殿は[**陽極泥**]と呼ばれる。粗銅中に含まれていた銅よりイオン傾向の大きい金属のうち①Zn, Feなどは、イオン化するが、陰極側で析出することはない。

(ア) 粗銅中に含まれていたPbはどのようなになるか。

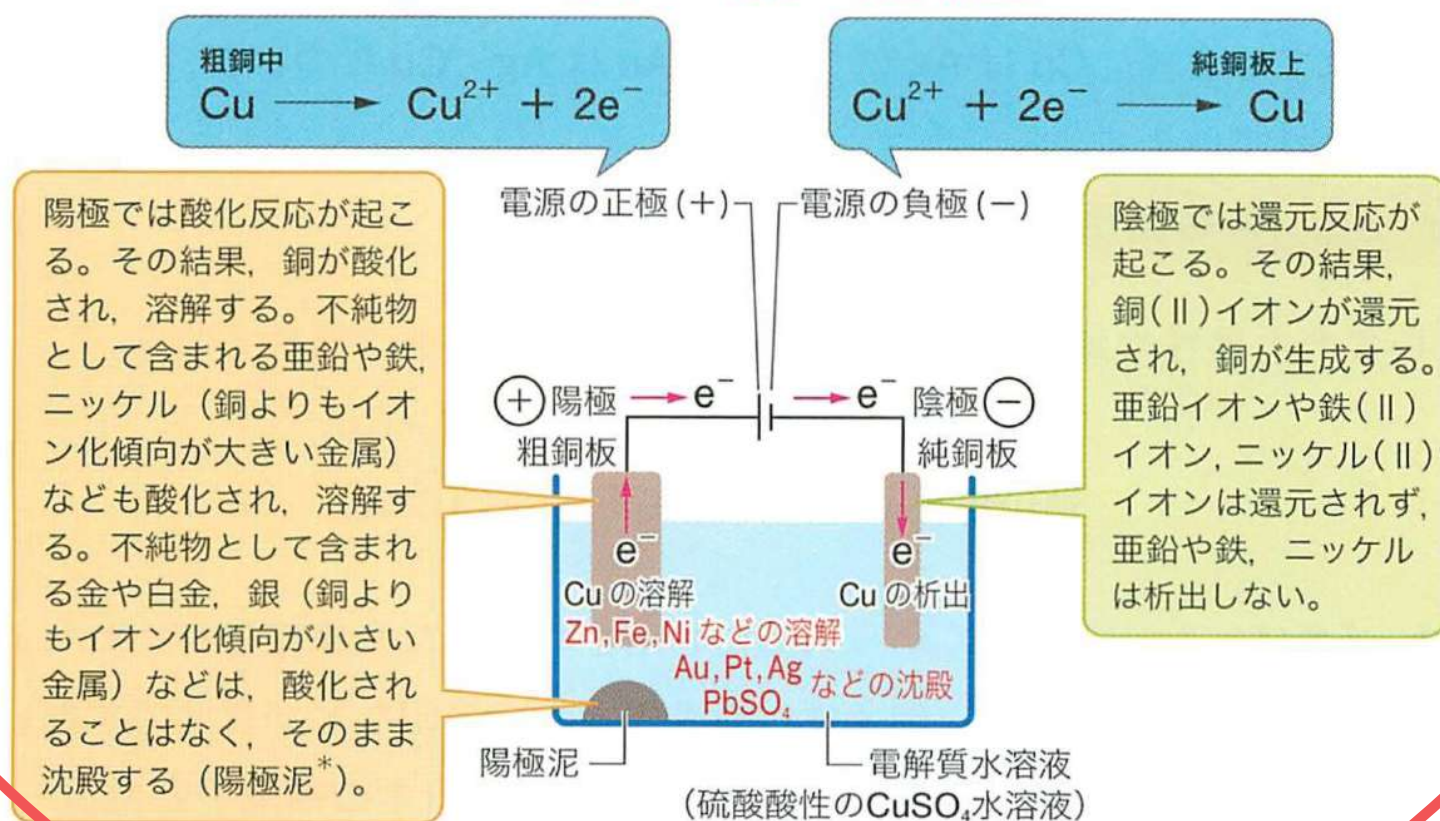
[**イオン化して Pb^{2+} となるが、電解液中の SO_4^{2-} と難溶性の塩である PbSO_4 を形成して、陽極の下に沈殿する(陽極泥となる)。**]

(イ) 下線部①に関する次の記述のうち、正しい記述をすべて選び番号で答えよ。

- ① イオン化傾向は $\text{Zn} > \text{Cu}$ であるから、Znが析出することはない。
- ② イオン化傾向は $\text{Fe} > \text{Cu}$ であるから、Feが析出することはない。
- ③ Cuだけが析出するように電気分解の条件を設定している。
- ④ Znは析出しないが、純銅には析出した1%程度のFeが含まれている。
- ⑤ Feは析出しないが、純銅には析出した1%程度のZnが含まれている。

[**③**]

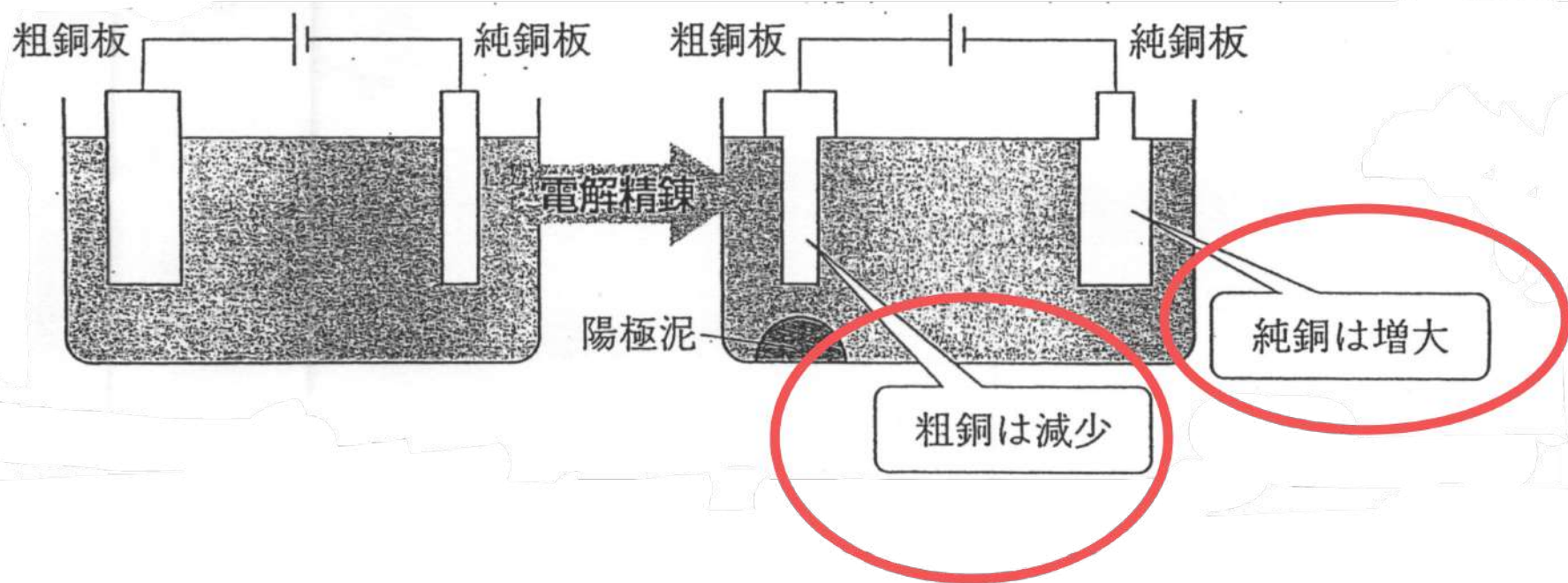
銅 Cu の精錬法 (銅の電解精錬)

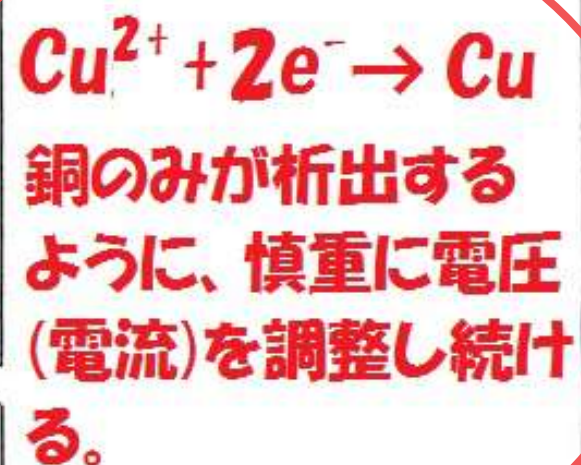
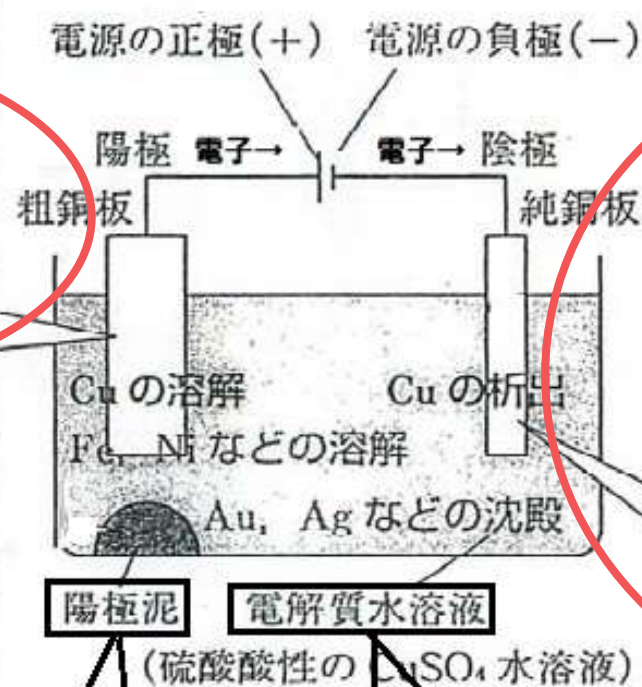


* 陽極泥には、水に難溶の硫酸鉛(II) PbSO_4 も含まれる。

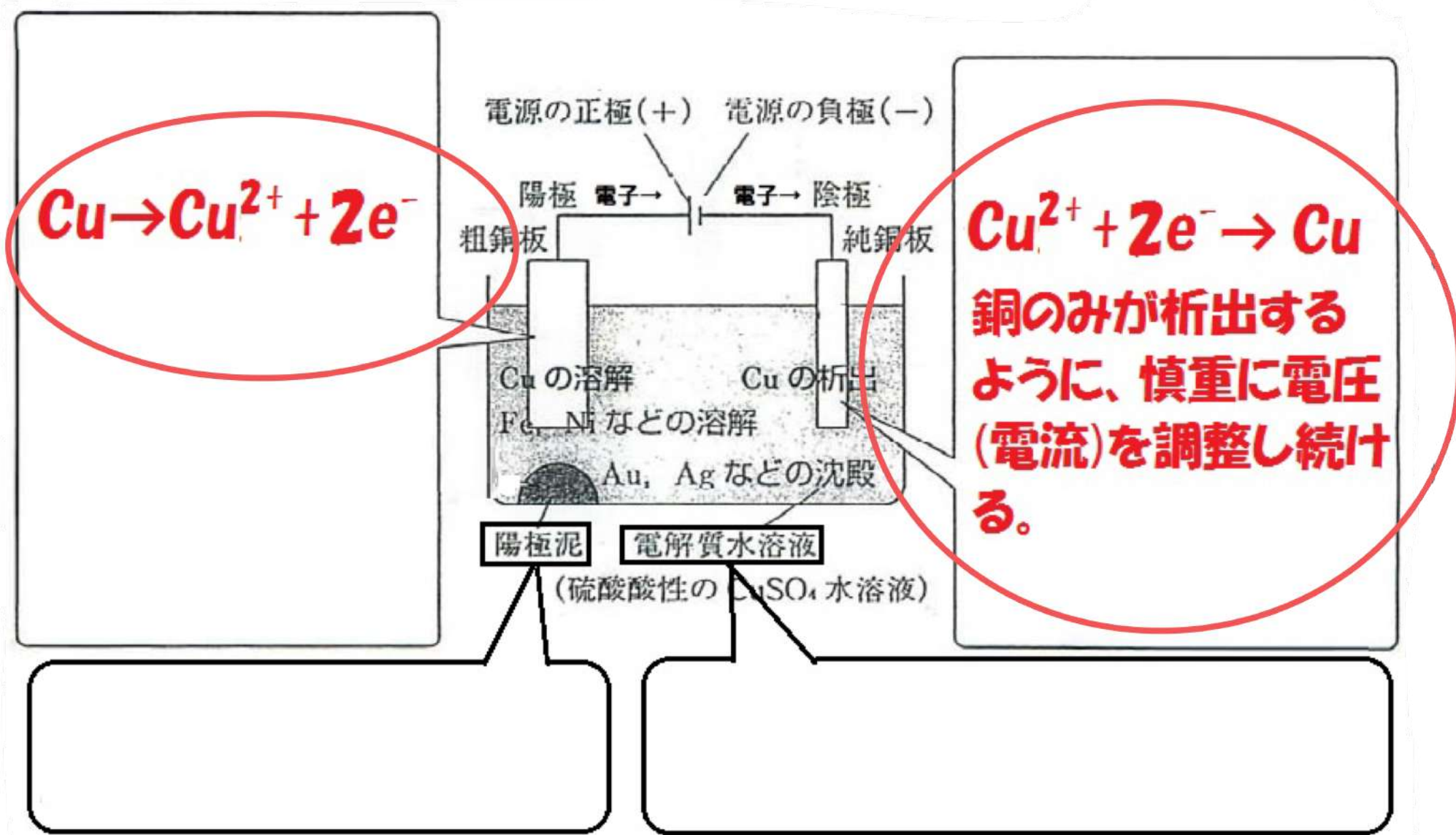
銅が陽極(粗銅中)から陰極(純銅板上)に移動する!

純銅は、粗銅を電解精錬することによって得られる。



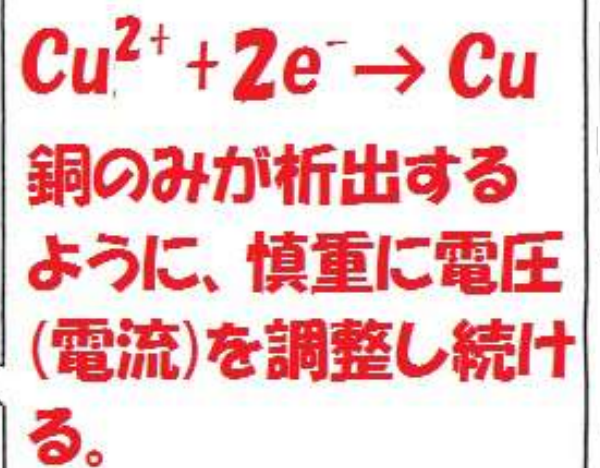
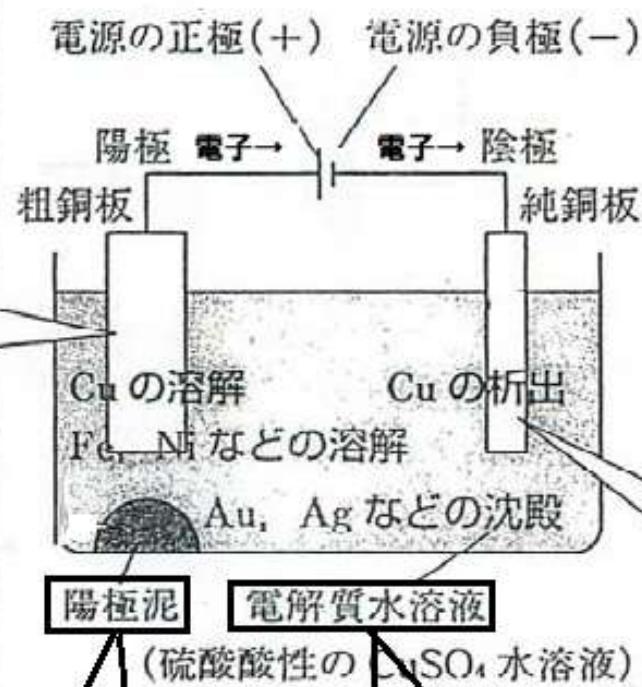


では、不純物はどうなる？



Au

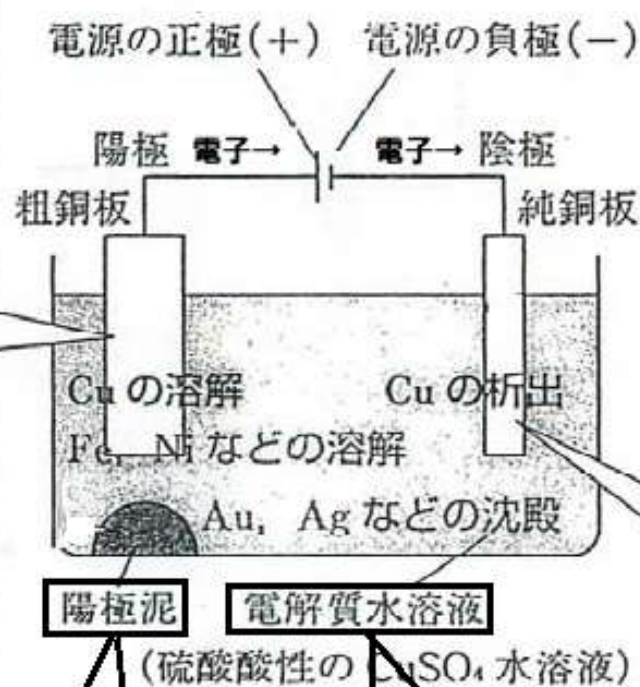
Ag



Au, Ag: 陽極泥として沈殿

Au

Ag



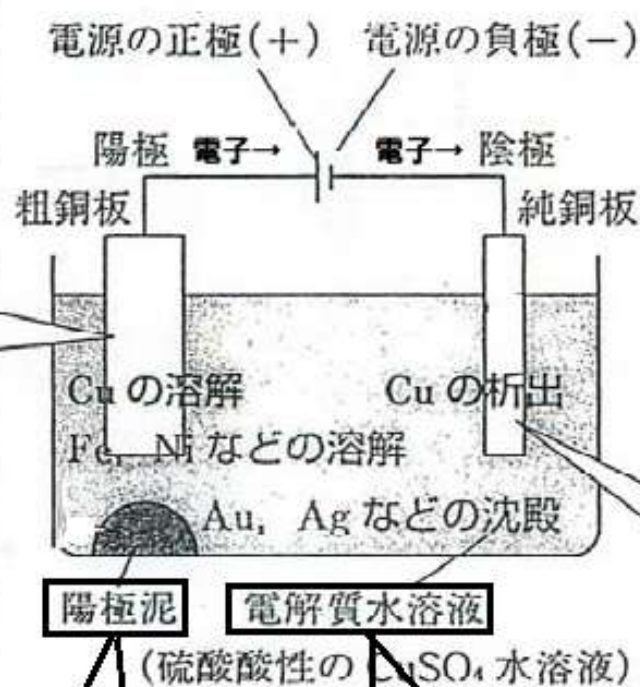
銅のみが析出する
ように、慎重に電圧
(電流)を調整し続け
る。

Au, Ag: 陽極泥として沈殿

Pb^{2+} : PbSO_4 となって沈殿

Au

Ag



銅のみが析出する
ように、慎重に電圧
(電流)を調整し続け
る。

Au, Ag: 陽極泥として沈殿

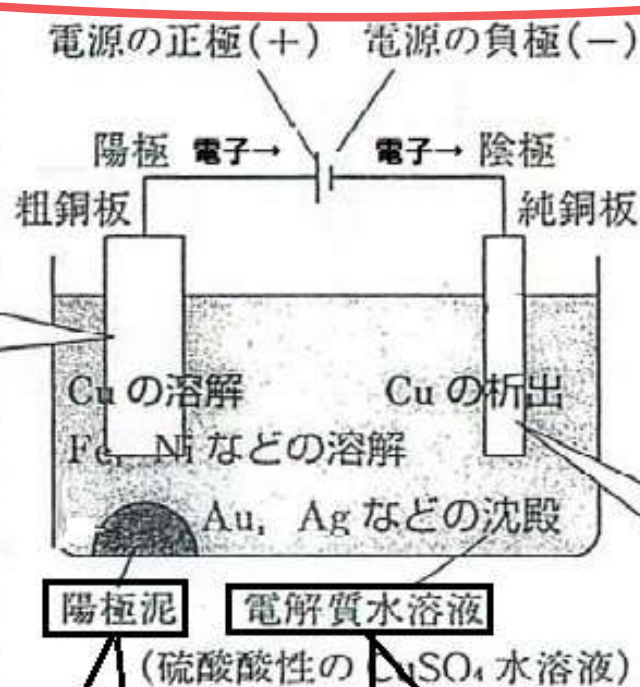
Pb^{2+} : PbSO_4 となって沈殿

**$\text{Fe}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$: イオンのまま、
水溶液中にとどまる。**

結果的に不純物が除去された！

Au

Ag



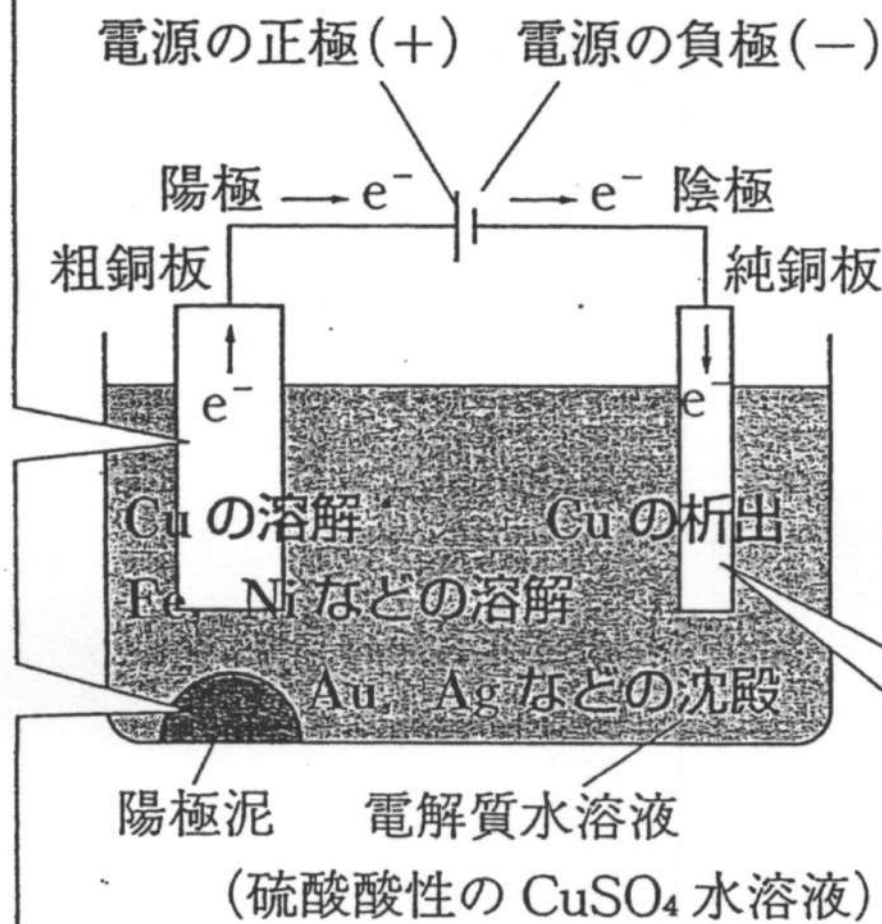
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$
銅のみが析出する
ように、慎重に電圧
(電流)を調整し続け
る。

Au, Ag: 陽極泥として沈殿
 Pb^{2+} : PbSO_4 となって沈殿

**$\text{Fe}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$: イオンのまま、
水溶液中にとどまる。**

確認

陽極では酸化反応が起こる。その結果、銅が酸化され、溶解する。不純物として含まれる鉄やニッケル(銅よりもイオン化傾向が大きい金属)なども酸化され、溶解する。不純物として含まれる金や銀(銅よりもイオン化傾向が小さい金属)などは、酸化されることはなく、そのまま沈殿する。



陰極では還元反応が起こる。その結果、銅(II)イオンが還元されて、銅が生成する。ここでかけられている電圧は 0.3 V 程度と低く、鉄(II)イオンやニッケル(II)イオンは還元されず、鉄やニッケルは析出しない。

問3 次の文中の[]内に適当な語句を記入し、下記の設問(ア)、(イ)に答えよ。

この電気分解において、粗銅中に含まれていたAuやAgなどの銅よりイオン化傾向が小さい金属は、イオン化することなく、陽極の下に沈殿する。この沈殿は[**陽極泥**]と呼ばれる。粗銅中に含まれていた銅よりイオン傾向の大きい金属のうち①Zn, Feなどは、イオン化するが、陰極側で析出することはない。

(ア) 粗銅中に含まれていたPbはどのようなになるか。

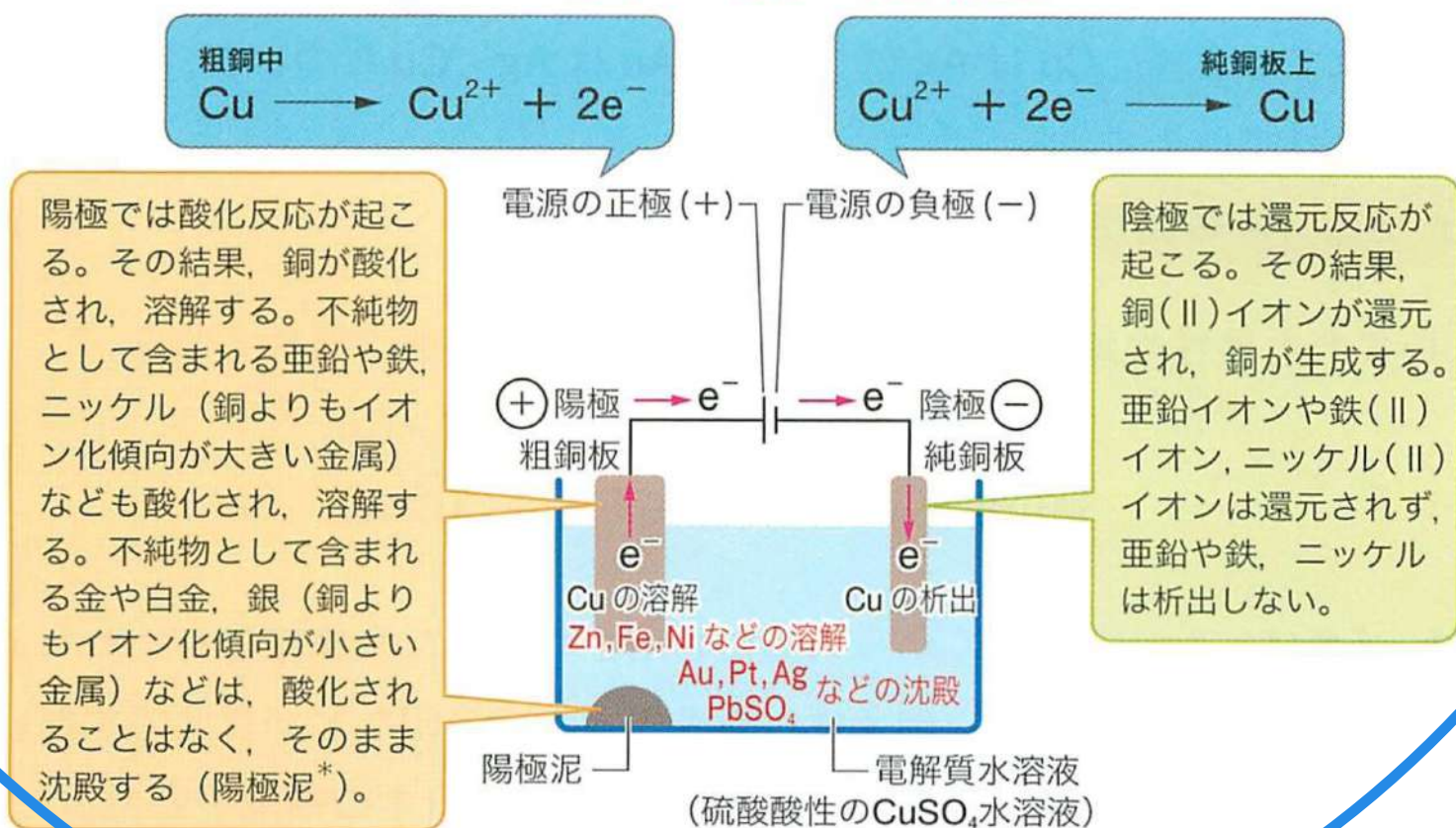
[**イオン化して Pb^{2+} となるが、電解液中の SO_4^{2-} と難溶性の塩である PbSO_4 を形成して、陽極の下に沈殿する(陽極泥となる)。**]

(イ) 下線部①に関する次の記述のうち、正しい記述をすべて選び番号で答えよ。

- ① イオン化傾向は $\text{Zn} > \text{Cu}$ であるから、Znが析出することはない。
- ② イオン化傾向は $\text{Fe} > \text{Cu}$ であるから、Feが析出することはない。
- ③ Cuだけが析出するように電気分解の条件を設定している。
- ④ Znは析出しないが、純銅には析出した1%程度のFeが含まれている。
- ⑤ Feは析出しないが、純銅には析出した1%程度のZnが含まれている。

[**③**]

銅 Cu の精錬法 (銅の電解精錬)



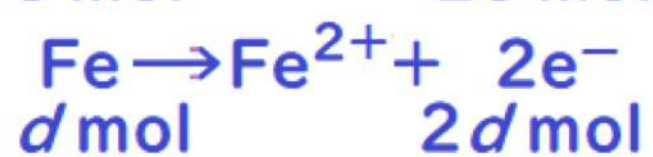
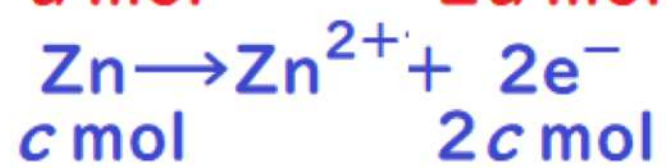
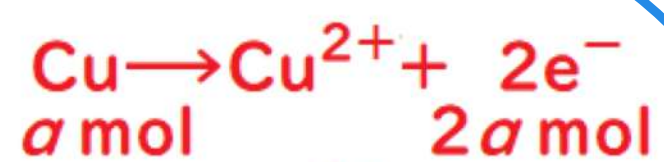
* 陽極泥には、水に難溶の硫酸鉛(II) PbSO_4 も含まれる。

銅が陽極(粗銅中)から陰極(純銅板上)に移動する!

問4 銅の電解精錬において、ある電気量を通電させたところ、粗銅中から a [mol]のCu、 b [mol]のAg、 c [mol]のZn、 d [mol]のFeが溶出した。銅の電解精錬の量的関係に関する次の記述のうち、正しい記述をすべて選び番号で答えよ。

- ① 純銅側に析出した銅は、 $a+2b+c+d$ [mol]である。
- ② 純銅側に析出した銅は、 $a+c+d$ [mol]である。
- ③ 純銅側に析出した銅は、 $a+d$ [mol]である。
- ④ 純銅側に析出した銅は、 a [mol]である。
- ⑤ 電解液中の銅(Ⅱ)イオンは、 $2b+c+d$ [mol]減少した。
- ⑥ 電解液中の銅(Ⅱ)イオンは、 $c+d$ [mol]減少した。
- ⑦ 電解液中の銅(Ⅱ)イオンは、 d [mol]減少した。
- ⑧ 電解液中の銅(Ⅱ)イオンは、減少しなかった。

[②、⑥]



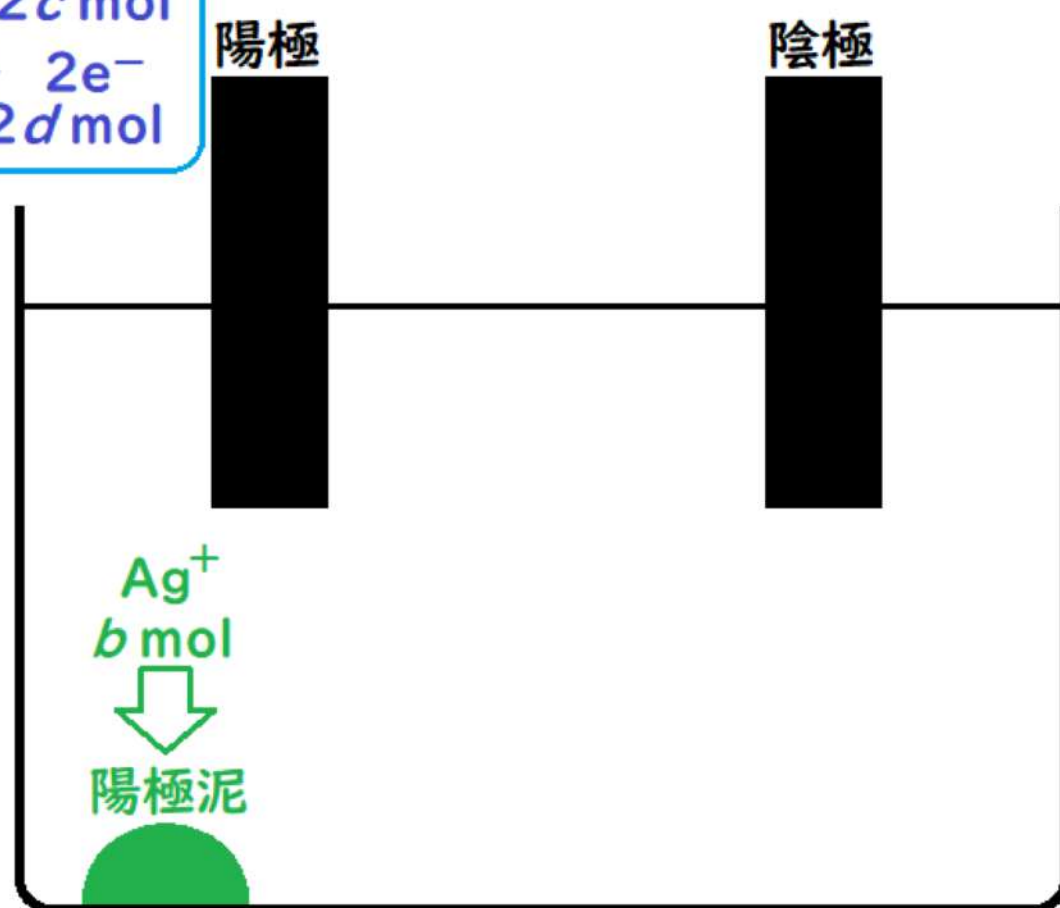
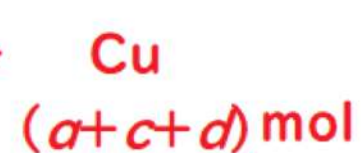
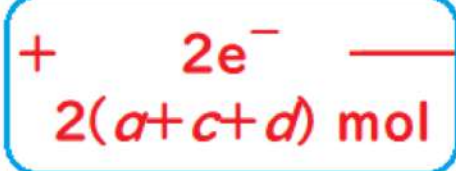
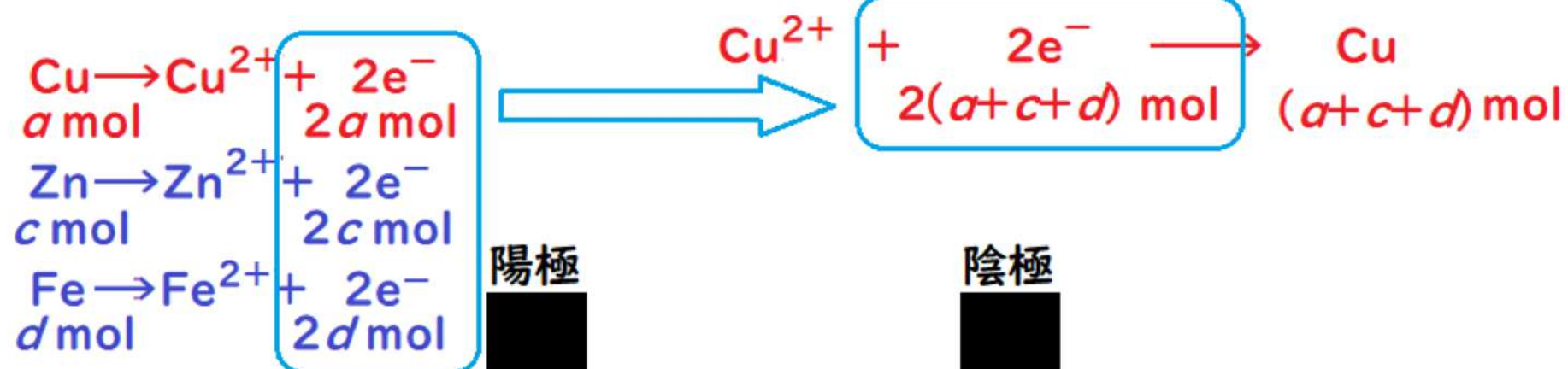
陽極

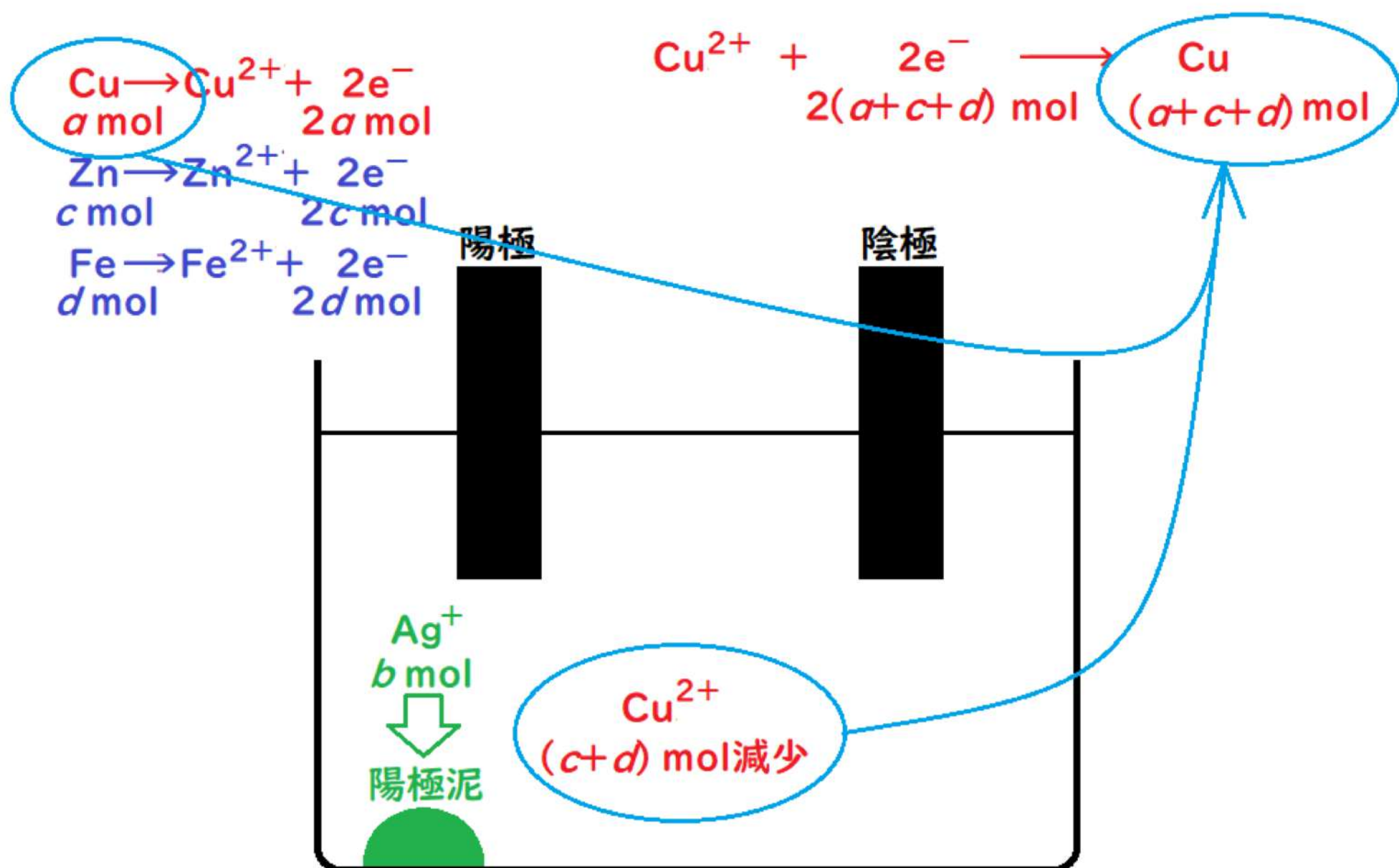
陰極

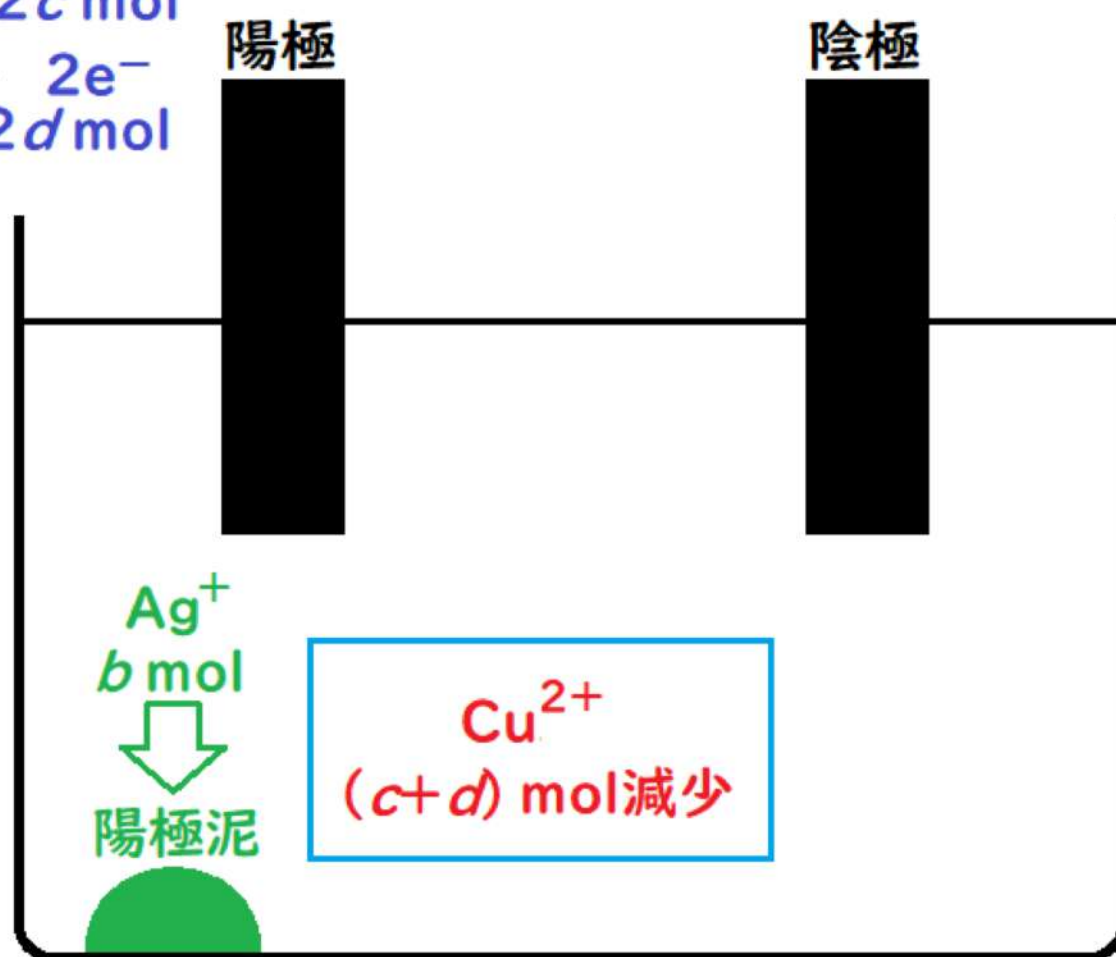
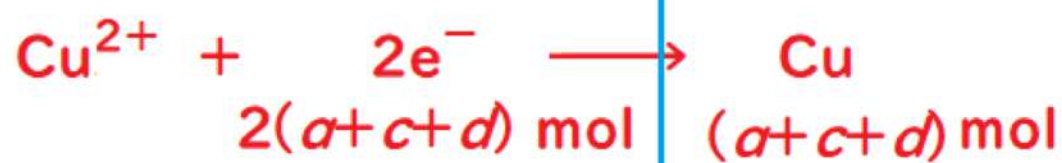
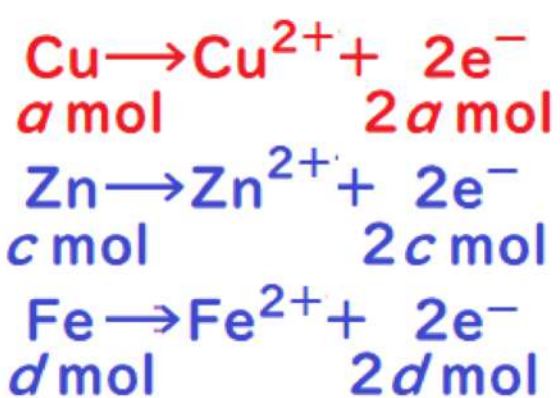


陽極泥









問4 銅の電解精錬において、ある電気量を通電させたところ、粗銅中から a [mol]のCu、 b [mol]のAg、 c [mol]のZn、 d [mol]のFeが溶出した。銅の電解精錬の量的関係に関する次の記述のうち、正しい記述をすべて選び番号で答えよ。

- ① 純銅側に析出した銅は、 $a+2b+c+d$ [mol]である。
- ② 純銅側に析出した銅は、 $a+c+d$ [mol]である。
- ③ 純銅側に析出した銅は、 $a+d$ [mol]である。
- ④ 純銅側に析出した銅は、 a [mol]である。
- ⑤ 電解液中の銅(Ⅱ)イオンは、 $2b+c+d$ [mol]減少した。
- ⑥ 電解液中の銅(Ⅱ)イオンは、 $c+d$ [mol]減少した。
- ⑦ 電解液中の銅(Ⅱ)イオンは、 d [mol]減少した。
- ⑧ 電解液中の銅(Ⅱ)イオンは、減少しなかった。

〔 ②、⑥ 〕

問5 次の文中の[]内には適当な語句を、[]内には適当な化学式または化学反応式を記せ。また、{ }内からは適当な文章を選べ。

銅の単体を湿った空気中に放置すると、[緑青]というさびが生じる。このさびの正体は塩基性炭酸銅(Ⅱ)または炭酸二水酸化銅(Ⅱ)と呼ばれる化合物だとされ、その化学式は[$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$]である。このさびは{① 銅板の内部にまで浸食して銅の腐食を進行させる ② 銅板の表面に被膜を作って内部の腐食を防ぐ}。

また、銅の単体を 1000°C 以下の温度で加熱すると[黒]色の[CuO]になるが、さらに 1000°C 以上の温度で加熱すると[赤]色の[Cu_2O]になる。

銅は水素よりもイオン化傾向が小さいので、希酸には溶解しないが、強い酸化力をもつ酸には溶解する。例えば、銅の単体は希硝酸と次式のように反応する。



また、銅の単体は熱濃硫酸と次式のように反応する。



銅の単体と熱濃硫酸の反応において、反応後の水溶液を濃縮すると[青]色の

[$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$]の結晶が得られるが、この結晶を加熱すると[白]

色の[硫酸銅(Ⅱ)無水塩]となる。

銅の単体の反応性

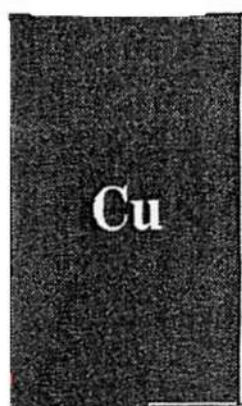
Cu

- ① 湿った空气中に放置すると、**緑青**が生じる。
 - ② には溶解しない。
 - ③ には溶解する。
- [例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。

炭酸二水酸化銅(Ⅱ)

- ①塩基性炭酸銅 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
- ②銅板の表面に被膜を作って内部の腐食を防ぐ。
- ③抗菌作用がある。

銅の単体の反応性



- ① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。
 - ② には溶解しない。
 - ③ には溶解する。
- [例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。

イオン化傾向が小さく安定ではあるが・・・

加熱
1000℃未満

加熱
1000℃以上



黒色

赤色

水やアルコールに不溶だが、その他の多くの溶媒に可溶。



イオン化傾向が小さく安定ではあるが・・・

加熱
1000℃未満

加熱
1000℃以上

Cu

黒色

赤色

水やアルコールに不溶だが、その他の多くの溶媒に可溶。

イオン化傾向が小さく安定ではあるが・・・

加熱
1000℃未満

加熱
1000℃以上

Cu

CuO

黒色

赤色

水やアルコールに不溶だが、その他の多くの溶媒に可溶。

イオン化傾向が小さく安定ではあるが・・・

加熱
1000℃未満

加熱
1000℃以上

Cu

CuO



黒色

赤色

水やアルコールに不溶だが、その他の多くの溶媒に可溶。



イオン化傾向が小さく安定ではあるが・・・

加熱
1000℃未満

加熱
1000℃以上

Cu

CuO

Cu₂O

黒色

赤色

水やアルコールに不溶だが、その他の多くの溶媒に可溶。



銅の単体の反応性

Cu

① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。

② **塩酸や硫酸**には溶解しない。

③ には溶解する。

[例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。

銅の単体の反応性

Cu

- ① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。
- ② **塩酸や硫酸**には溶解しない。
- ③ **酸化力のある酸**には溶解する。
[例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。

銅の単体の反応性

Cu

- ① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。
- ② **塩酸や硫酸**には溶解しない。
- ③ **酸化力のある酸**には溶解する。

[例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。



銅の単体の反応性

Cu

① 湿った空气中に放置すると、**緑青**が生じる。

② **塩酸や硫酸**には溶解しない。

③ **酸化力のある酸**には溶解する。

[例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。



濃縮すると

青色の結晶

加熱すると、その水和水を失って、



硫酸銅(Ⅱ)無水塩 白色の粉末

銅の単体の反応性

Cu

① 湿った空气中に放置すると、**緑青**が生じる。

② **塩酸や硫酸**には溶解しない。

③ **酸化力のある酸**には溶解する。

[例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。

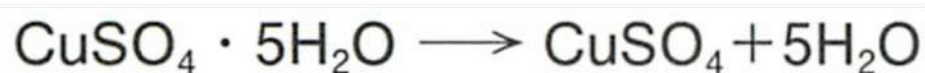


濃縮すると



青色の結晶

加熱すると、その水和水を失って、



硫酸銅(Ⅱ)無水塩 になります。
白色の粉末

銅の単体の反応性

Cu

① 湿った空气中に放置すると、**緑青**が生じる。

② **塩酸や硫酸**には溶解しない。

③ **酸化力のある酸**には溶解する。

[例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。



濃縮すると



加熱すると、その水和水を失って、



硫酸銅(Ⅱ)無水塩 **CuSO₄** になります。
白色の粉末

問5 次の文中の[]内には適当な語句を、[]内には適当な化学式または化学反応式を記せ。また、{ }内からは適当な文章を選べ。

銅の単体を湿った空気中に放置すると、[緑青]というさびが生じる。このさびの正体は塩基性炭酸銅(Ⅱ)または炭酸二水酸化銅(Ⅱ)と呼ばれる化合物だとされ、その化学式は[$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$]である。このさびは{① 銅板の内部にまで浸食して銅の腐食を進行させる ② 銅板の表面に被膜を作って内部の腐食を防ぐ}。

また、銅の単体を1000℃以下の温度で加熱すると[黒]色の[CuO]になるが、さらに1000℃以上の温度で加熱すると[赤]色の[Cu_2O]になる。

銅は水素よりもイオン化傾向が小さいので、希酸には溶解しないが、強い酸化力をもつ酸には溶解する。例えば、銅の単体は希硝酸と次式のように反応する。



また、銅の単体は熱濃硫酸と次式のように反応する。



銅の単体と熱濃硫酸の反応において、反応後の水溶液を濃縮すると[青]色の

[$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$]の結晶が得られるが、この結晶を加熱すると[白]

色の[硫酸銅(Ⅱ)無水塩]となる。

問6 次の文章中の化学反応に相当するイオン反応式を書け。ただし、②については生成する錯イオンの名称、色、形状も記せ。

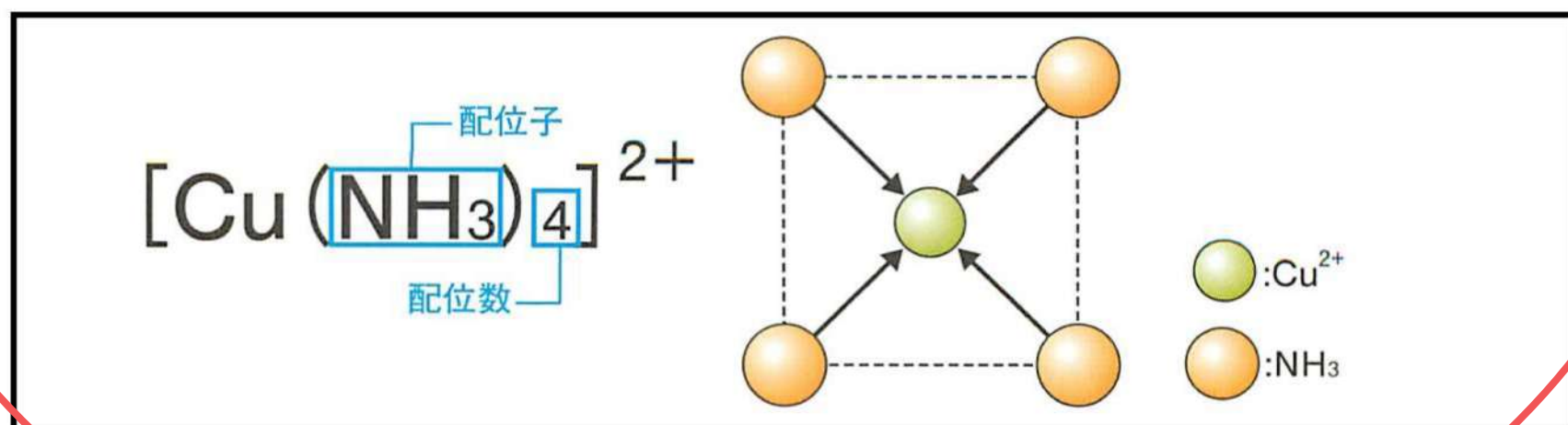
- ① Cu^{2+} を含む水溶液中に適量のアンモニア水や水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の沈殿が生じる。



- ② ①で生じた沈殿に過剰量のアンモニア水を加えると、沈殿は再び溶解する。



名称; [テトラアンミン銅(Ⅱ)イオン]、色; [深青色]、形状 [正方形]



- ③ Cu^{2+} を含む水溶液中に硫化水素を通すと、黒色の沈殿が生じる。



銅のイオンの反応

- ①ー(I) Cu^{2+} を含む水溶液に適量のアンモニア水や水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の水酸化銅(II)が沈殿する。



- ①ー(II) ただし、アンモニア水を過剰に加えると、同沈殿は再び溶解す

- ② Cu^{2+} を含む水溶液に硫化水素を通すと、黒色の硫化銅(II)が沈殿する。

銅のイオンの反応

- ①ー(I) Cu^{2+} を含む水溶液に適量のアンモニア水や水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の水酸化銅(II)が沈殿する。



- ①ー(II) ただし、アンモニア水を過剰に加えると、同沈殿は再び溶解す



- ② Cu^{2+} を含む水溶液に硫化水素を通すと、黒色の硫化銅(II)が沈殿する。

銅のイオンの反応

- ①-(I) Cu^{2+} を含む水溶液に適量のアンモニア水や水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の水酸化銅(II)が沈殿する。

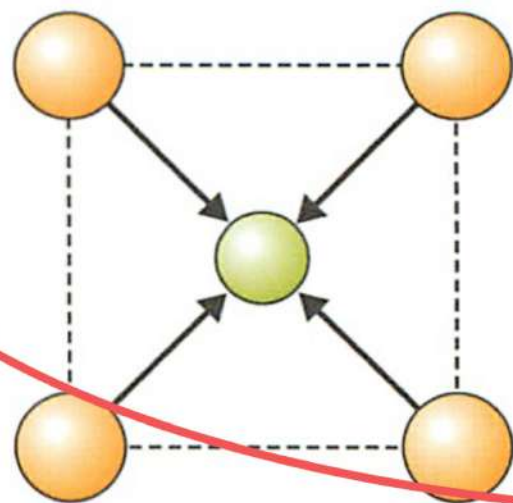


- ①-(II) ただし、アンモニア水を過剰に加えると、同沈殿は再び溶解する。



- ② Cu^{2+} を含む水溶液に硫化水素を通すと、黒色の硫化銅(II)が沈殿する。

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ を含む深青色の溶液



配位子

配位数



配位結合 (→)

この図はプリントにあります。

銅のイオンの反応

- ①-(I) Cu^{2+} を含む水溶液に適量のアンモニア水や水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の水酸化銅(II)が沈殿する。



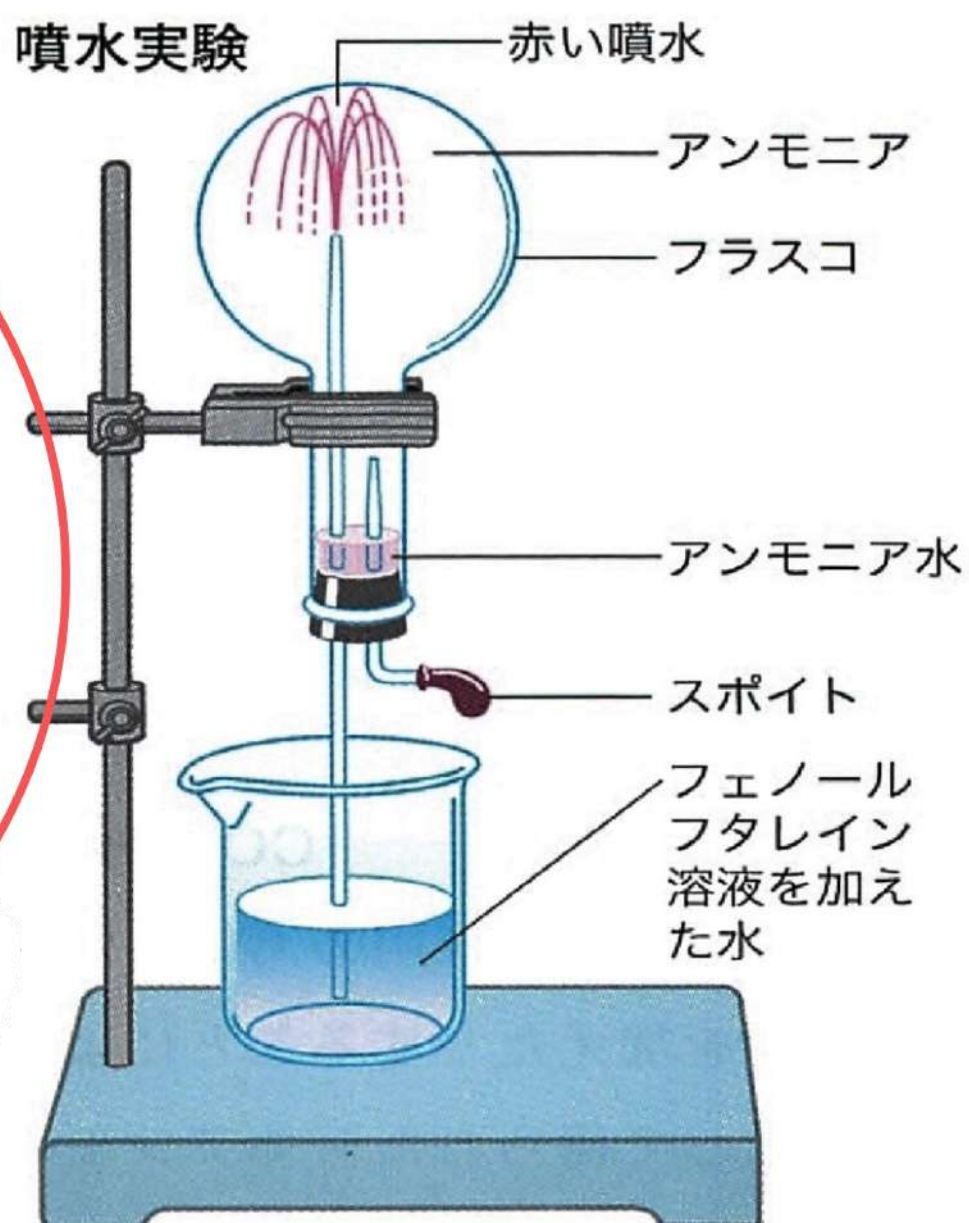
- ①-(II) ただし、アンモニア水を過剰に加えると、同沈殿は再び溶解す



深青色の水溶液となる。

- ② Cu^{2+} を含む水溶液に硫化水素を通すと、黒色の硫化銅(II)が沈殿する。

ちなみに、アンモニアの噴水実験ってご存知ですよな。
では、『赤色』ではなく、『青色』の噴水を観察したかったですか？



銅のイオンの反応

- ①ー(I) Cu^{2+} を含む水溶液に適量のアンモニア水や水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の水酸化銅(II)が沈殿する。



- ①ー(II) ただし、アンモニア水を過剰に加えると、同沈殿は再び溶解す



深青色の水溶液となる。

- ② Cu^{2+} を含む水溶液に硫化水素を通すと、黒色の硫化銅(II)が沈殿する。



問6 次の文章中の化学反応に相当するイオン反応式を書け。ただし、②については生成する錯イオンの名称、色、形状も記せ。

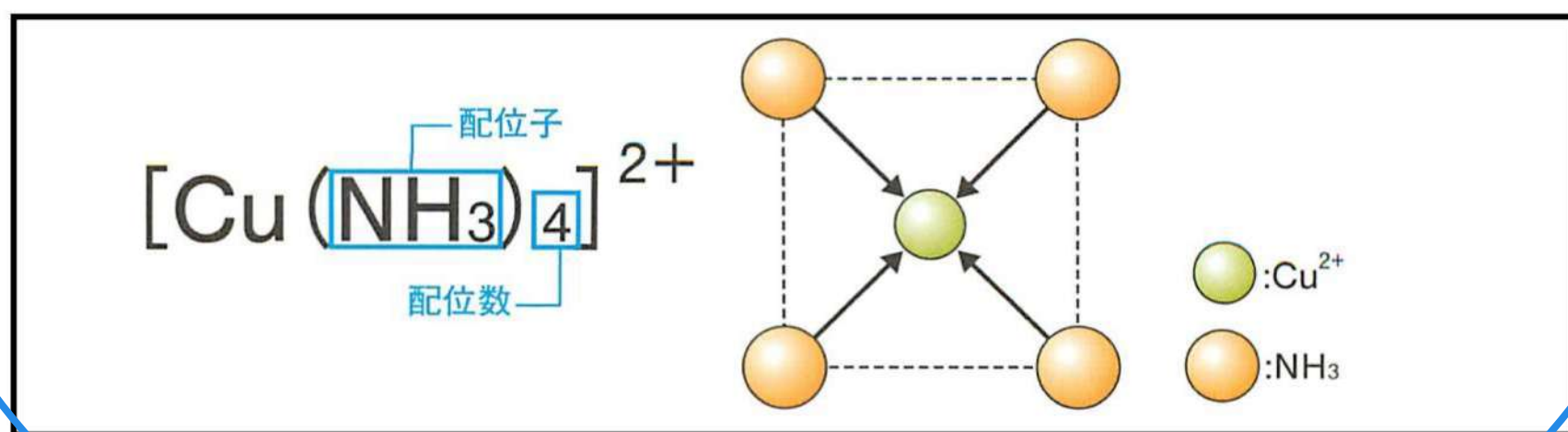
- ① Cu^{2+} を含む水溶液中に適量のアンモニア水や水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の沈殿が生じる。



- ② ①で生じた沈殿に過剰量のアンモニア水を加えると、沈殿は再び溶解する。



名称; [テトラアンミン銅(Ⅱ)イオン]、色; [深青色]、形状 [正方形]



- ③ Cu^{2+} を含む水溶液中に硫化水素を通すと、黒色の沈殿が生じる。



問7 サランラップのように塩素原子を含むプラスチックに熱した銅線を当て、再び炎の中に投入すると、[緑青色]の炎色反応が観察される。これは[銅(Ⅱ)]イオンの炎色反応である。このようなハロゲン元素(フッ素を除く)の検出反応はバイルシュタイン反応と呼ばれる。



問7 サランラップのように塩素原子を含むプラスチックに熱した銅線を当て、再び炎の中に投入すると、[緑青色]の炎色反応が観察される。これは[銅(Ⅱ)]イオンの炎色反応である。このようなハロゲン元素(フッ素を除く)の検出反応はバイルシュタイン反応と呼ばれる。

問8 金Au, 銀Ag、銅Cuの機械的性質について、優れている順番を不等号を用いて示せ。

展性および延性; [$Au > Ag > Cu$]

熱および電気伝導性; [$Ag > Cu > Au$]

Cu、Ag、Auの性質 機械的性質

いずれも展性や延性に富み，熱伝導性や電気伝導性に優れている。

展性や延性 : $\text{Au} > \text{Ag} > \text{Cu}$

熱伝導性や電気伝導性 : $\text{Ag} > \text{Cu} > \text{Au}$

問8 金Au, 銀Ag, 銅Cuの機械的性質について、優れている順番を不等号を用いて示せ。

展性および延性; [$Au > Ag > Cu$]

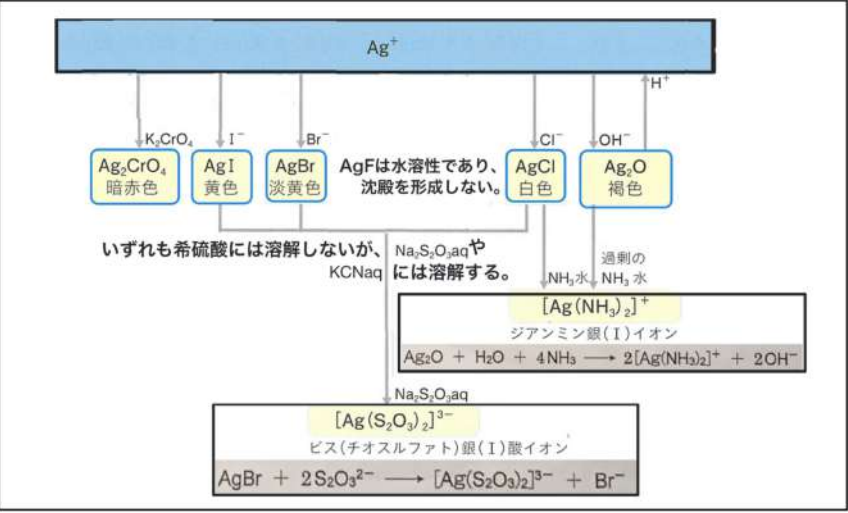
熱および電気伝導性; [$Ag > Cu > Au$]

問9 次の文中の[]内に適当な化学式を記入せよ。

銀(I)イオンを含む水溶液にハロゲン化水素の水溶液を加えると、[HF]の水溶液を加えたとき以外には沈殿が生じる。これらの沈殿はいずれも[Na₂S₂O₃ または KCN]の水溶液に溶解するが、NH₃水にも容易に溶解するのは[AgCl]のみである。

Ag ⁺ とハロゲン化物イオンなどによる沈殿の形成と再溶解				
Ag ⁺				
CrO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	
Ag ₂ CrO ₄ (暗赤色)	AgCl(白)	AgBr(淡黄色)	AgI(黄色)	
注：AgFは水溶性	AgCl	AgBr	AgI	
NH ₃ aq	○溶解する	△少し溶解する	×溶解しない	
Na ₂ S ₂ O ₃ aq	○溶解する	○溶解する	○溶解する	
KCNaq	○溶解する	○溶解する	○溶解する	

銀イオンの沈殿形成とその再溶解について



問9 次の文中の[]内に適当な化学式を記入せよ。

銀(I)イオンを含む水溶液にハロゲン化水素の水溶液を加えると、[HF]の水溶液を加えたとき以外には沈殿が生じる。これらの沈殿はいずれも[Na₂S₂O₃ または KCN]の水溶液に溶解するが、NH₃水にも容易に溶解するのは[AgCl]のみである。

Ag ⁺ とハロゲン化物イオンなどによる沈殿の形成と再溶解				
Ag ⁺				
CrO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	
Ag ₂ CrO ₄ (暗赤色)	AgCl(白)	AgBr(淡黄色)	AgI(黄色)	
注：AgFは水溶性	AgCl	AgBr	AgI	
NH ₃ aq	○溶解する	△少し溶解する	×溶解しない	
Na ₂ S ₂ O ₃ aq	○溶解する	○溶解する	○溶解する	
KCNaq	○溶解する	○溶解する	○溶解する	

銅の製錬と精錬

銅の製錬と精錬に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

銅を工業的に製造するには、まず黄銅鉱をコークスや石灰石、ケイ砂とともに溶鉱炉中で反応させ、生じた硫化銅(Ⅰ)を転炉で高圧の空気を送って燃焼させ、粗銅とする。

次に、この^(a)粗銅を陽極に、純銅を陰極として硫酸銅(Ⅱ)の希硫酸溶液中で電気分解すると、純度の高い銅が得られる。このとき、不純物のうち銅よりイオン化傾向の ① い金属は^(b)陽極の下に沈殿し、銅よりイオン化傾向の ② い金属は溶液中に残る。

問 1 空欄 ① , ② に適当な語句を入れよ。

問 2 下線部(a)について以下の設問に答えよ。

- (1) この精錬方法を何というか。
- (2) 両極で起こる反応を電子を含む式で示せ。

問 3 下線部(b)の沈殿を何というか。

銅とその化合物

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

銅の化学的性質は比較的不活発で、空気中では常温でゆっくりと表面が酸化される程度であるが、加熱すると [③] 色の酸化銅(Ⅰ)を経て、ただちに [④] 色の酸化銅(Ⅱ)となる。また、酸に対しても銅は塩酸や希硫酸には溶けないが、[⑤] の強い硝酸や熱濃硫酸には溶ける。

銅が濃硝酸に溶解するときには赤褐色の気体である [⑥] を、希硝酸に溶けるときには無色の気体である [⑦] をそれぞれ発生する。(c)銅片に濃硫酸を加えて加熱すると、刺激臭のある無色の気体を発生しながら溶解する。この溶液に水を加えてろ過したのち、濃縮すると(d)青色の結晶が析出する。

問 4 空欄 [③] ～ [⑦] に適当な語句を入れよ。

問 5 下線部(c)の変化を化学反応式で示せ。

問 6 下線部(d)の結晶を 150℃程度で加熱したところ、白色の物質になった。
この白色の物質の名称を示せ。

銅(Ⅱ)イオンの反応

銅(Ⅱ)イオンの反応に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

(e)硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶を水に溶かしてアンモニア水を加えると、青白色の沈殿が生成する。(f)さらにアンモニア水を加えると沈殿は溶けて深青色の溶液になる。これは、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中において銅(Ⅱ)イオンが4個の水分子と結合して ⑧ イオンとなっているところに、過剰のアンモニア水が加えられたことにより、水分子がアンモニア分子と置換されて ⑨ イオンを生成したためである。

問7 空欄 ⑧ , ⑨ に適当なイオンの名称を入れよ。

問8 下線部(e)の変化をイオン反応式で示せ。

問9 下線部(f)の変化をイオン反応式で示せ。

銅に関する問題の解答

問 1 ☐① 小 さ

☐② 大 き

問 2 (1) 電解精錬

(2) 陽極 $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-}$

陰極 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Cu}$

問 3 陽極泥

問 4 ☐③ 赤

☐④ 黒

☐⑤ 酸化力

☐⑥ 二酸化窒素

☐⑦ 一酸化窒素

問 5 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

問 6 無水硫酸銅(Ⅱ)

問 7 ☐⑧ テトラアクア銅(Ⅱ)

☐⑨ テトラアンミン銅(Ⅱ)

問 8 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^{-} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$

問 9 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^{-}$

