

鉄と銅は有史以前より人類が使用してきた金属である。鉄と銅に関する以下の問いに答えよ。

問1 鉄の主な鉱石としては赤鉄鉱(主成分 Fe_2O_3)が挙げられる。この赤鉄鉱にコークスと石灰石を混ぜて溶鉱炉に入れ、熱風を送り込みコークスを還元させることにより、生鉄を得ることができる。この Fe_2O_3 からFeを得る反応を化学反応式で示せ。

問2 鉄の結晶は体心立方格子をとることが知られている。この単位格子の一辺を $a \times 10^{-8}(\text{cm})$ とし、密度を $d(\text{g}/\text{cm}^3)$ として鉄の原子量を求めよ。

問3 鉄を希硫酸に溶かすと淡い緑色の水溶液が得られる。この化学反応式を書け。ここで酸化数はどのように変化しているか、酸化しているものを全てについて示せ。

問4 鉄(II)を含む水溶液にヘキサシアノ鉄(II)酸カリウムの水溶液またはヘキサシアノ鉄(III)酸カリウムの水溶液を加えるとそれぞれどのような色の沈殿が生じるか。

問5 銅の鉱石としては黄銅鉱(主成分 CuFeS_2)が挙げられる。黄銅鉱にコークスとケイ石を混ぜて溶鉱炉に入れ、熱風を送り込むと鐵素と反応し硫化銅(II)が得られる。これを転炉で熔して強熱しながら空気を吹き込むと粗銅が得られる。 CuFeS_2 が還元と反応して硫化銅(II)を生成する反応、および硫化銅(II)が酸化と反応して銅を生成する反応を化学反応式で示せ。

問6 問5で得られる粗銅には不純物が含まれており、硫酸銅(II)水溶液中での電気分解(電解精製)により純度を上げる必要がある。どのような原理で精製することができるのか。ただし、粗銅に含まれる不純物は金、銀、鉄、ニッケルだけとする。右図はこれを説明しようとした図であるが、未完成である。図に①適切な電極を描き(どちらが粗銅でどちらが純銅かを記入せよ)、②存在する金属やイオンを元素記号やイオン式で表し、③それらの流れを示す矢印を使って説明図を完成させよ。また、銅については陽極と陰極でおこる化学反応式を示せ。



問7 問5の電解精製法により100gの純銅を析出させるには何Jの電気量が必要か。ここで銅の原子量は、銅の結晶が面心立方格子をとり、その一辺が $a \times 10^{-8}(\text{cm})$ の長さであり、密度が $d(\text{g}/\text{cm}^3)$ であることから算出したものを用いよ。

問8 銅を希硫酸に溶かすと青色の水溶液が得られる。一方、問5では鉄を溶かすために希硫酸を用いている。鉄と銅で硫酸を使い分けしている理由を述べよ。

問9 銅(II)イオンを含む溶液にアンモニア水を加えると、最初青白色沈殿を生じ、さらにアンモニア水を加えて行くと深青色の水溶液となる。これらの反応について化学反応式を書け。