

次の【I】，【II】の各問に答えよ。

【I】 次の文章を読んで、後の問に答えよ。なお、文章中で述べられている電気量[C]は電流の大きさ[A]と時間[s]の積で求められることに注意せよ。

塩化銅(II)水溶液の電気分解について考える。ビーカー内に塩化銅(II)水溶液を入れ、炭素電極2本をその中に立て、2本の炭素電極をそれぞれ直流電源装置のプラス極、マイナス極に接続する。このとき、プラス極に接続された炭素電極を「陽極」、マイナス極に接続された方を「陰極」と呼ぶことにする。A 直流電源装置の電源を入れたら、電気分解が進行する。 さて、直流電源装置を用いて常に一定の電流が流れる場合、電気分解の様子を時間追跡することができる。以下では、このことについて考えてみよう。

塩化銅(II) 6.8[g]を溶解した水溶液を用意し、上記に述べたのと同様の方法で電気分解を行う。このとき、流れる電流の大きさが常に 9.65[A]になるようにする。図1に横軸を電気分解開始からの経過時間[s]、縦軸を銅の析出量[g]として両者の関係について示す。また、1,000[s]以降で銅の析出量は変化しなかった。

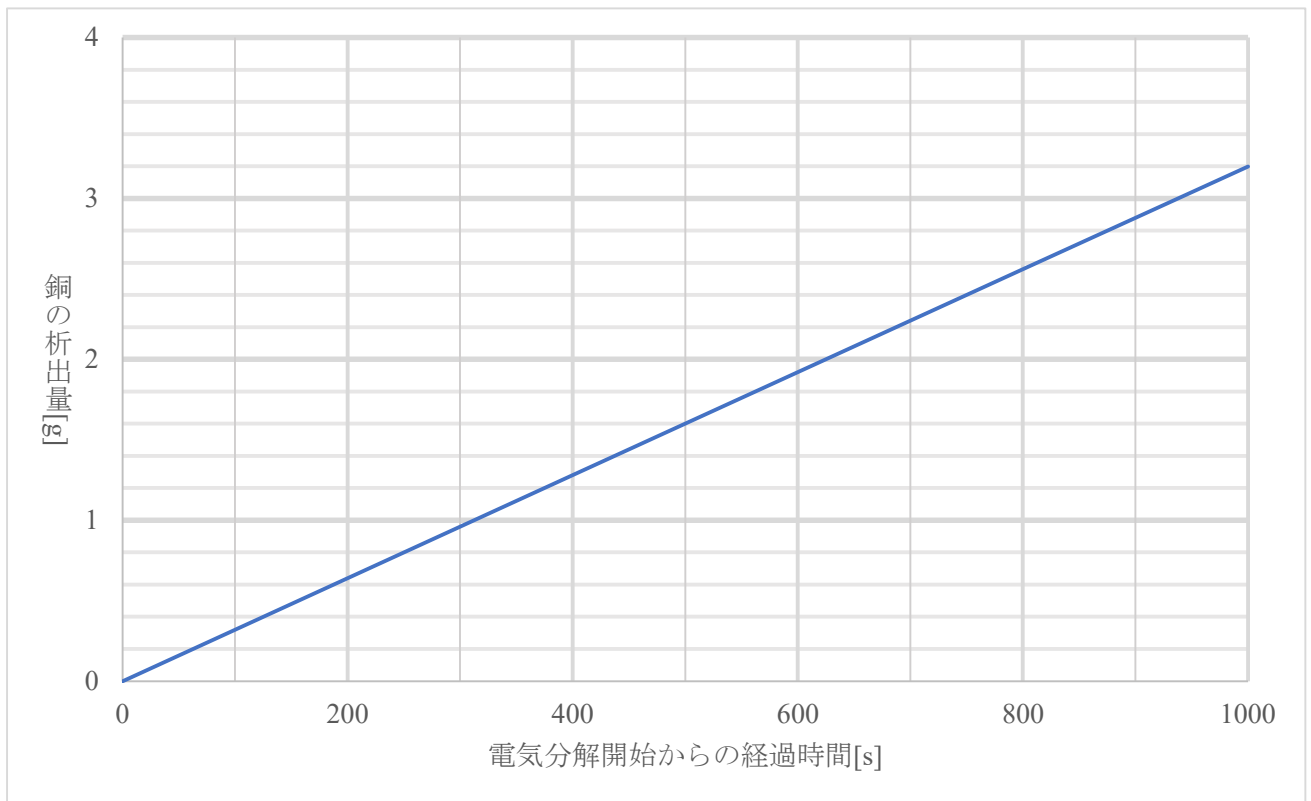


図1 電気分解開始からの経過時間[s]と銅の析出量[g]の関係

図1より、電気分解を行った時間と銅の析出量が比例関係にあることが読み取れる。塩化物イオンが塩素に変化するときには放出された電子が回路に流れる。そして、回路に流れた電子が炭素電極で水溶液中の銅(II)イオンと結びつき、銅が析出する。回路には常に一定の大きさの電流が流れるため、毎秒一定の個数の電子が陽極に到達して銅(II)イオンと結びつくため、銅の析出量と電気分解開始からの経過時間の間に比例関係があると説明できる。

以上より、塩化銅(II)6.8[g]に含まれる塩化銅(II)の粒子数を N とすれば、電子1個のもつ電気量の大きさは \boxed{B} [C]となる。これを用いれば、電気分解の進行を時間追跡することができる。

- 問1 塩化銅(II)を水に溶解させたときのイオン反応式(イオンを含んだ化学反応式)を示せ.
- 問2 下線部 A について, 陰極で起こる反応を半反応式(イオンと電子を含む反応式)で示せ. なお, 電子は e^- と表すこと.
- 問3 塩化銅(II) 6.8[g] を溶かした水溶液を完全に電気分解するとき発生する塩素の質量を小数第1位まで求めよ.
- 問4 銅原子と塩素原子の質量比を最も簡単な整数比で求めよ.
- 問5 空所 B に入る式を, N を用いて表せ.
- 問6 電流の大きさが常に一定になるようにしながら塩化銅(II)水溶液の電気分解を行ったところ, 表1に示す結果が得られた. これについて, 以下の間に答えよ. なお, 「発生した塩素の質量」はそれの水への溶解分を補正した値である.

表1 電気分解開始からの経過時間と発生した塩素の質量の関係

電気分解開始からの経過時間[s]	0	400	800	1200	1600	2000
発生した塩素の質量[g]	0	1.44	2.88	4.32	5.4	5.4

- (イ) この水溶液の電気分解が完了したときに析出する銅の質量を小数第1位まで求めよ.
- (ロ) 電気分解の開始からそれが完了するまでに何秒経過したかを整数で求めよ.
- (ハ) 回路に流れた電流の大きさを小数第2位まで求めよ.

【II】 次の文章を読んで, 後の間に答えよ. なお, 文章中の空所 B は【I】の文章中に現れたものと同一である. また必要であれば, 各原子の質量比が $\text{Na} : \text{H} : \text{O} : \text{Cl} = 23 : 1 : 16 : 36$ であることを用いてもよい.

【I】では塩化銅(II)水溶液の電気分解について考察したが, 水酸化ナトリウム水溶液を電気分解すると, 水素と酸素が発生することが知られている. 塩化銅(II)水溶液のときと同様に考えれば電気分解によってナトリウムが析出するのではないかという予想が立てられるが, いま述べたように現実異なる. そこで以下では, 電解質水溶液の種類に応じて電気分解の結果が変化することについて考えてみよう. それを考察するにあたり, 以下の《実験1》～《実験4》を行った.

《実験1》 水酸化ナトリウム水溶液・水酸化銀水溶液・水酸化銅(II)水溶液それぞれを炭素電極を用いて電気分解したところ, 以下の結果が得られた.

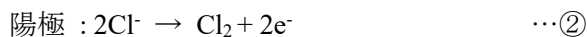
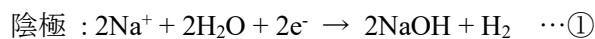
表2 各電解質水溶液の電気分解の結果

電解質水溶液	陰極で発生した物質
水酸化ナトリウム水溶液	水素
水酸化銀水溶液	銀
水酸化銅(II)水溶液	銅

- 《実験2》 塩化銅(Ⅱ)を塩酸に溶解させた水溶液を、炭素電極を用いて電気分解を行ったところ、陰極ではまず銅が析出し、その後に水素が発生した。
- 《実験3》 食塩を塩酸に溶解させた水溶液を、炭素電極を用いて電気分解を行ったところ、陰極では水素が発生した。
- 《実験4》 水酸化銀水溶液と水酸化銅(Ⅱ)水溶液を混合した溶液を、炭素電極を用いて電気分解を行ったところ、陰極ではまず炭素棒に銀が析出し、その後銅が析出した。

電気分解における陰極では、電子を受け取る反応が行われる。このとき、それを受け取る可能性があるのは陽イオンである。《実験1》から《実験4》の結果より、ナトリウム・水素・銀・銅の4つを陽イオンになりやすい順番に左から並べると のようになることが推測できる。

さて、水酸化ナトリウムは食塩水の電気分解を応用して工業的に生産されている。しかし、単に食塩水を電気分解するだけではそれを得ることはできない。そこで電解槽を陽イオン交換膜で仕切り、陰極がある側から陽極がある側に向けてナトリウムイオンが移動できるようにする。ただし、陽イオン交換膜では陰イオンは透過できない。このとき、各極の反応は下記の半反応式に従う。



①と②を足し合わせると、全体の化学反応式が得られる。



ここで、水酸化ナトリウムの工業的製法においても、電子1個のもつ電気量の大きさとして、 の値をそのまま用いることができるため、電解槽に 965[A]の電流を 100,000[s]流すと、水酸化ナトリウムを [kg]生産することができる。

問7 空所 にあてはまるものを、「**ナトリウム**」・「**水素**」・「**銀**」・「**銅**」の4つの語を用いて答えよ。

問8 硫酸に銅板と銀板を浸し、両者を導線で接続する。このとき、流れる電流の向きは「銅板から銀板」または「銀板から銅板」のどちらであるか答えよ。

問9 空所 に入る値を整数で求めよ。