

〔目的〕ファラデーの電気分解の法則が厳密に成り立っているかを検証する。

また、ファラデー定数を求め文献値と比較する。

〔器具〕電子天秤，電源装置（15 V，5 A），すべり抵抗器（可変抵抗器 2 A，30 Ω），直流電流計，100 mL ビーカー，保温容器（カップ麺容器），フォームポリエチレン板，銅板（約 20 × 70 mm，2），サンドペーパー，ピンセット，キッチンペーパー，わにロクリップ付きリード線（2），矢形チップ付きリード線（2），タイマー

〔薬品〕電解質水溶液；硫酸銅（II）五水和物 225 g と 3 mol/L 硫酸 100 mL を水に溶かして 1 L にした溶液（0.9 mol/L CuSO<sub>4</sub>，0.3 mol/L 硫酸を含む），純水（洗瓶），エタノール（教卓）

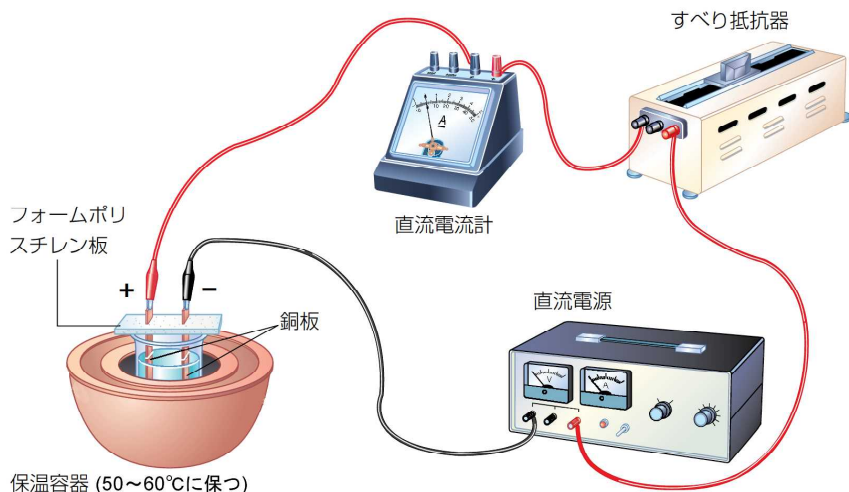
〔復習事項〕ファラデーの電気分解の法則；電気分解で陰極又は陽極で変化する物質の量は、流した電気量に比例する。

- ・流した電気量  $Q$  [C] は、流れた電子の物質量  $n_e$  [mol] に比例している。また、電気分解で析出する金属の物質量  $n_{cu}$  [mol] は、流れた電子の物質量  $n_e$  [mol] に比例する。
- ・ファラデー定数を  $F$  [C/mol] とし、 $Q$  と  $n_e$  の関係を表してみよ。また、析出する金属 Cu の価数が 2 であることから、 $Q$  と  $n_{cu}$  の関係を表してみよ。この関係式から、ファラデー定数  $F$  の値を実験で求める。

$$Q = n_e F \text{ より } n_e = \frac{Q}{F} \quad n_{cu} = \frac{n_e}{2} = \frac{Q}{2F}$$

### ■実験操作

- ① 洗浄した銅板 2 枚のそれぞれの質量を、電子天秤を用いて 0.001 g まで正確に測定する。このとき、できるだけ手の脂がつかないように気をつける。
- ② 2 枚の銅板を両極として、図のような実験装置を組む。
- ③ すべり抵抗器のレバーを中央にし、直流電源のスイッチを入れ徐々に電圧を上げていき電流を 1.0 A に調整する。電気分解中、常に 1.0 A を保つようにすべり抵抗器で調節する。
- ④ 500 秒間を正確に計時し、電気分解をする。
- ⑤ 電極を引き上げ、純水で水洗し、キッチンペーパーで水を吸い取り、さらにエタノールに浸した後、空气中で乾燥させてからそれぞれの質量を正確に測定する。
- ⑥ 陰極と陽極を間違わないように元通りにセットし、さらに、500 秒間の電気分解をし、銅板を洗浄、乾燥後、質量を測定する。



### ■結果

・電気分解前の銅板の質量 陰極 ..... g , 陽極 ..... g

・500 秒後の銅板の質量 陰極 ..... g , 陽極 ..... g

質量変化 陰極 ..... g , 陽極 ..... g

・銅板の表面の様子（色，光沢 or ざらつき）を観察して記せ

・1000 秒後の銅板の質量 陰極 ..... g , 陽極 ..... g

質量変化 陰極 ..... g , 陽極 ..... g

・銅板の表面の様子（色，光沢 or ざらつき）を観察して記せ

### ■考察

(1) 保温容器を使い 50 ~ 60 °C に保ったのは，何故か。考えられることを記せ。

温度が低いと反応速度が小さくなる。また，溶液中でのイオンの移動速度が小さくなる。そのため電気分解反応の速度が小さくなるために電流の値が小さくなる。この状態で電流を 1.0 A にするためには電圧をあげる必要がある。電圧を大きくすると，銅の電気分解反応以外の副反応（陰極での水素の発生，陽極での酸素の発生など）が起こると考えられる。これらの副反応のために電気エネルギーが消費されるので測定値に誤差が生じる。温度が高ければ，そのような副反応が起きにくくなり，銅の電気分解のみが起こり，測定値が正確になると考えられる。

実験日時 月 日 ( ) 校時 2 年 組 番 ( 班) 氏名

(2) 電流の大きさと電流を通じた時間のデータから、流れた電気量 [C] を求めよ。

・ 500 秒間

$$Q = I \cdot t = 1.0 \text{ A} \times 500 \text{ s} = 500 \text{ C}$$

・ 1000 秒間

$$1.0 \text{ A} \times 1000 \text{ s} = 1000 \text{ C}$$

(3) (1) で求めた電気量の値から、 $\text{Cu} = 63.5$ 、ファラデー定数を  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  として変化するはずの銅の質量を理論的に予測 (計算) せよ。

・ 500 秒間



$$\frac{500 \text{ C}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} \times 63.5 \text{ g/mol}$$

$$= 0.1645 \text{ g} \text{ (陰極ば増加, 陽極は減少)}$$

・ 1000 秒間

であり、電子の物質量の 1/2 の銅が反応する。

$$\frac{1000 \text{ C}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} \times \frac{1}{2} \times 63.5 \text{ g/mol}$$

$$= 0.3290 \text{ g} \text{ (陰極ば増加, 陽極は減少)}$$

(4) 変化した銅の質量の実験値は理論値と比較して小さいか、大きいか。また、理論値との誤差が何%あるか求めよ。

500 秒間

陰極 **実験値が理論値より  
ごくわずか(小さい・大きい)**  
陽極 **減少量が理論値より大きい**

・ 500 秒間の誤差

$$\frac{\text{実験値} - \text{理論値}}{\text{理論値}} \times 100 = \text{誤差}\%$$

1000 秒間

陰極 **実験値が理論値より  
ごくわずか(小さい・大きい)**  
陽極 **減少量が理論値より大きい**

・ 1000 秒間の誤差

(例) 陰極  $\pm 0 \sim 2\%$   
陽極  $-4 \sim 6\%$  (減少量の誤差)

(5) (4) の実験値は、理論値より大きいか小さいか。その原因と考えられることを記せ。

・陰極は、小さい。(原因) 乾燥のために浸したエタノールが銅色になっていたことから析出した銅がはがれて減少したことが考えられる。

大きい。(原因) 電極が赤色だったことから酸化銅(I)が析出したため増加。また、乾燥が不十分だったことが考えられる。

・陽極は、小さい。(原因) 元から表面にあった酸化銅(II)がはがれて減少。銅が溶存酸素と反応して酸化銅(II)になり沈澱したため減少が考えられる。

・また、銅に含まれる不純物である他の金属が、反応せずはがれたり、イオンになったことが質量変化の誤差の原因になっていることも考えられる。

(6) 極板の質量の増加量と陽極板の質量の減少量の絶対値を比較してみよ。どちらが大きい。理論的には、同じ質量変化のはずであるが、なぜ(陽)極の方が誤差が大きいのかその原因を検討せよ。

(原因) 陽極では(5)で述べた、元から表面にあったさびである酸化銅(II)がはがれて減少や銅が溶存酸素と反応して酸化銅(II)になり沈澱したため減少したと考えられる。

(7) 銅の原子量を 63.5 として、実験結果からファラデー定数  $F$  [C/mol] を求めてみよ。

・ 500 秒間の値

$$\text{[陰極]} \quad \frac{0.162 \text{ g} \times 2}{63.5 \text{ g/mol}} \times F = 500 \text{ C}$$

[陽極]

$$F = 9.80 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

・ 1000 秒間の値

$$\text{[陰極]} \quad \frac{0.340 \text{ g} \times 2}{63.5 \text{ g/mol}} \times F = 1000 \text{ C}$$

[陽極]

$$F = 10.7 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

(8) 実験結果から求めたファラデー定数  $F$  [C/mol] を文献値の定数と比較して誤差が何% あるか求めよ。

・ 500 秒間の誤差

$$\text{[陰極]} \quad \frac{(9.80 - 9.65) \times 10^4 \text{ C/mol}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} \times 100$$

[陽極]

$$= 1.55 \%$$

・ 1000 秒間の誤差

[陰極]

[陽極]

(9) ①～⑥の結果から、ファラデーの電気分解の法則が成り立っていることを検証できたか。

500 秒と比べて 1000 秒のときの銅の反応量は、ほぼ正確に2倍になっており、このことからファラデーの電気分解の法則が成り立っていることが検証できた。

◆調査◆ ファラデー Michael Faraday の研究業績を調べてまとめよ。

・ ファラデーの電磁誘導の法則，ファラデー効果，ファラデーの電気分解の法則，  
ファラデー定数 など

[ 感想，自己評価 ]

実験日時 月 日 ( ) 校時 2年 組 番 ( 班) 氏名