

## 電解質水溶液の性質とアボガドロ定数の測定

報告者 \_\_\_\_\_ 年 H 番 氏名 \_\_\_\_\_

共同実験者 \_\_\_\_\_

実験実施日 \_\_\_\_\_ 年 月 日 ( )

天候: \_\_\_\_\_ 気温: \_\_\_\_\_ 湿度: \_\_\_\_\_

### 1 目的

水に溶解する物質は、電解質と非電解質に分類することができ、電解質は電気を通し電気分解できることを学んでいる。電解質溶液を電気分解することで生じるイオンを中和指示薬の色変化で確認し、電解質と非電解質の違いを検証する。

また、化学の学習において、物質を構成する粒子（原子、分子、イオンなど）

$6.02 \times 10^{23}$  個の集団を1単位として表した物質質量という量が使われる。物質質量には単位 mol が使われ、1 mol あたりの粒子数  $6.02 \times 10^{23}$  /mol をアボガドロ定数といい、 $N_A$  で表される。質量と物質質量との関係を粒子の数でつなぐことで、化学にとって欠かせない量の表し方を理解することができる。

今回は、このアボガドロ定数を電気分解の生成物の質量測定結果から、計算によって求める。

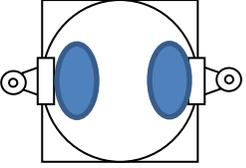
### 2 実験Ⅰ「電解質溶液が電気分解できることの検証」 (参考資料: 化学同人 もっと化学を楽しむ5分間)

#### (1) 準備物

【器具】 直流電源装置、みのむし付きリード線（赤・黒各1本）、目玉クリップ2個、シャーレ、100mL メスフラスコ、100mL ビーカー、ろ紙、ガラス板、洗瓶、5mL 駒込ピペット、ストップウォッチ

【試薬】 尿素  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  (分子量 60)、 $\text{KNO}_3$  (式量 101)、中和指示薬（フェノールフタレイン、メチルオレンジ、万能指示薬のいずれか）

#### (2) 実験操作

<A 班 0.40 mol/L 尿素水溶液の調整>	<B 班 0.40 mol/L $\text{KNO}_3$ 水溶液の調整>
① 0.40 mol/L 尿素水溶液 100 mL を調整する。	0.40 mol/L 硝酸カリウム水溶液 100mL を調整する。
(式) *算出したら 100mL メスフラスコに標線まで純水を加える。	
(答) g はかり取ればよい	
② 調整した溶液を 100mL ビーカーに約 30mL 移す。	
③ シャーレの上にガラス板を置く。<右図参照>*クリップは後で!	
④ ガラス板の上にもろ紙を置き、①の溶液を十分に染み込ませる。空気が入らないように、ろ紙とガラス板を密着させるのが良い。	
⑤ ろ紙の両端をガラス板とともに目玉クリップで挟む。	

⑥ 目玉クリップ付近に中和指示薬を2~3滴加える。
⑦ 目玉クリップと直流電源装置をリード線でつなぎ、電流を流して3分間電気分解する。電流のつまみを半分ぐらい回し、電圧が15V ぐらいになるまで電圧のつまみを回す。
⑧ ろ紙上の中和指示薬の色の変化を観察し、記録する。
⑨ 他の班から自分の班とは異なる①液の入ったビーカーをもらい、③~⑧の操作を行う。

#### (3) 実験結果

ろ紙上の色の変化  $\left( \begin{array}{l} \text{Aの溶液} \text{.....} \\ \text{Bの溶液} \text{.....} \end{array} \right)$

#### (4) 考察

① 硝酸カリウムが溶液中で電離する変化をイオン反応式で表せ。

.....

② 溶液中に存在する物質またはイオンから、両極で起こるイオン反応式を書け。

陽極: ..... 陰極: .....

③ 中和指示薬の色の変化から、電気分解によってどのようなイオンが新たに生じたと考えられるか、イオン式で答えよ。

Aの溶液: ..... Bの溶液: .....

④ 以上の結果から ( ) 液は電解質溶液であり、( ) 液は非電解質溶液とわかる。

### 3 実験Ⅱ「電気分解とファラデーの法則を利用したアボガドロ定数の測定」

(参考資料: 数研出版 高等学校 化学Ⅰ)

#### (1) 準備物

【器具】 銅板（極板）、極板ホルダー、みのむし付きリード線、電子天秤、直流電源装置、ホットプレート、メスシリンダー、メートルグラス、100mL ビーカー、洗瓶、キムワイプ、温度計、ストップウォッチ、ピンセット、紙やすり、ラテックス手袋  
\*電子天秤は精密機器なので、取り扱いには注意すること

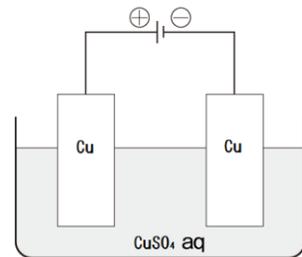
【試薬】 1.0 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液、3.0mol/L 希硫酸、2.0mol/L 塩酸、アセトン

#### (2) 実験操作

- 銅板の表面を細かい紙やすりで磨き、新しい金属面を露出させる。
- ラテックス手袋を両手に身につけ、希硫酸を含ませたキムワイプで銅板の表面（電解質溶液に浸る部分のみ）をよくふき取ったのち、純水ですすぐ。
- アセトンに浸し空気中で乾燥させる。（アセトンは引火性が強いので火気のないところで操作を行うこと）

\*極板に皮脂がつくと正確な測定が行われなくなるので、電解質溶液に浸る部分は素手で触れないように注意する。

- ④ 電子天秤で極板の質量を正確にはかる。(陽極と陰極の区別をつけること)  
 ⑤ 100mL ビーカーに入れた 1.0 mol/L 硫酸銅 (II) 水溶液 40mL をホットプレートで約 70°C に温めた後、3.0 mol/L 希硫酸 10mL と混合する。(準備が終わっています)



- ⑥ 極板と直流電源を右図のように結線する。  
 ⑦ 電源装置の電圧を上げ、次に電流つまみを 1.0 A に調節し、同時にストップウォッチで計時を開始する。  
 ⑧ 5 分以上電気分解を行い、この間、電流が一定の値になるよう注意する。  
 ⑨ 電気分解した時間を測定した後、電解槽から極板を静かに取り出す。  
 ⑩ 取り出した極板を、純水を満たしたビーカーに静かに出し入れして水洗いした後、アセトンに浸し、空气中で風乾し質量を正確にはかる。

(3) 実験結果

- ① 電流の大きさ \_\_\_\_\_ [A] , 電気分解した時間 \_\_\_\_\_ [秒]  
 電気量 [C] = 電流の大きさ  $i$  [A] × 電気分解した時間  $t$  [秒] より、

この実験で使用した電気量は、 \_\_\_\_\_ [C] と求まる。

② 極板の質量変化

	電気分解前 [g]	電気分解後 [g]	変化量 [g]
陽極			
陰極			

(4) 考察

- ① アボガドロ定数の算出  
 (i) 電子 1 個がもつ電気量の絶対値 (電気素量) は  $e = 1.60 \times 10^{-19}$  [C/個] である。  
 (ii) アボガドロ定数を  $N_A = 1.60 \times 10^{19}$  [個/mol] とすると、 $eN_A$  [C/mol] は 1 mol あたりの電気量ということになる。  
 (iii) 実験で使用した電気量 [C] を 1 mol あたりの電気量  $eN_A$  [C/mol] で割れば、電気分解で流れた電子の物質質量 [mol] を求めることができるようになる。

$$\text{電気分解で流れた電子の物質質量 [mol]} = \frac{it [C]}{e N_A [C/mol]} \dots (iii)$$

(iv) ここで、電気分解で流れた電子の物質質量 [mol] と銅板の質量変化について考える。陽極と陰極の極板上で起こる変化は次のイオン反応式で表される。



反応式の量的関係 ( $\text{Cu} : e^- = 1 : 2$ ) から、銅板の質量変化量  $\Delta w$  [g] を銅の原子量  $M$  [g/mol] で割った値の 2 倍電子が流れたことになる。

$$\text{電気分解で流れた電子の物質質量 [mol]} = \frac{\Delta w [g]}{M [g/mol]} \times 2 \dots (iv)$$

(v) 以上のことから、(iii) 式と (iv) 式は = (イコール) で結ぶことになり、アボガドロ定数  $N_A$  について整理すると次式が得られる。

$$N_A = \frac{itM}{2e\Delta w}$$

電気分解した電流  $i$  [A]      電気分解した時間  $t$  [秒]  
 銅のモル質量  $M = 63.5$  [g/mol]      銅板の質量変化量  $\Delta w$  [g]  
 電気素量  $e = 1.60 \times 10^{-19}$  [C/個]

(vi) 上式に実験値を代入してアボガドロ定数を求める。

【陽極】	【陰極】

② 他班のデータとの比較

班				
結果				
班				
結果				

③ 自分の実験結果からの値とアボガドロ定数との誤差を求めよ。また、その誤差の原因 (大小関係) について、(v) 式を参考にして考えられることを述べよ。

---



---



---

4 感想