

EAIIB Informatyka	Autor 1 Autor 2		Rok II	Grupa V	Zespół II
Pracownia FIZYCZNA WFiIS AGH	Temat: <b>Elektroliza</b>				nr ćwiczenia: 35
Data wykonania: 7.10.2015	Data oddania: 14.10.2015	Zwrot do poprawki:	Data oddania:	Data zaliczenia:	OCENA:

## 1 Cel ćwiczenia

Wyznaczanie równoważnika elektrochemicznego miedzi oraz stałej Faradaya w doświadczeniu z elektrolizą wodnego roztworu  $\text{CuSO}_4$

## 2 Wstęp

Charakterystyczną grupę przewodników prądu elektrycznego stanowią elektrolity. Są to przeważnie wodne roztwory zasad, kwasów i soli. Przy rozpuszczaniu kryształu wiązania jonowe pękają i atomy przechodzą do roztworu w postaci jonów poruszających się bezwładnie w roztworze. Jeśli przez roztwór ten przepuścimy prąd elektryczny, to ruch jonów staje się uporządkowany. Kationy zdążają do ujemnej elektrody, aniony do katody. Przepływowi prądu towarzyszy zobojętnianie jonów na elektrodach i wydzielanie się substancji na elektrodach. Proces ten nazywamy elektrolizą.

W celu zobojętnienia naładowanego elektrycznie jonu, musi przepłynąć ładunek równy:  $w \cdot e$ , gdzie  $w$  to wartościowość jonu. Dla przykładu jony w związku użytym w doświadczeniu ( $\text{CuSO}_4$ ) mają wartościowość  $w = 2$ . Liczba wydzielonych na elektrodzie atomów  $N$  jest równa stosunkowi wartości dostarczonego ładunku do ładunku pojedynczego jonu:

$$N = \frac{It}{we} \quad (1)$$

Aby otrzymać masę powstałych atomów trzeba wartość tę podzielić przez liczbę Avogadro i pomnożyć przez masę molową.

$$m = N \frac{\mu}{N_A} = \frac{\mu}{weN_A} It \quad (2)$$

Zgodnie z I prawem Faradaya wydzielona masa jest proporcjonalna do wartości przepływającego prądu oraz czasu:

$$m = kIt \quad (3)$$

Porównując wzory (3) i (2) otrzymujemy wzór na współczynnik proporcjonalności  $k$  zwany elektrochemicznym równoważnikiem substancji:

$$k = \frac{\mu}{weN_A} \quad (4)$$

Iloczyn  $eN_A$  to stała Faradaya. Jest to wartość stała. Przekształcając wzór (4) otrzymamy wzór na stałą Faradaya oraz wartość ładunku elementarnego

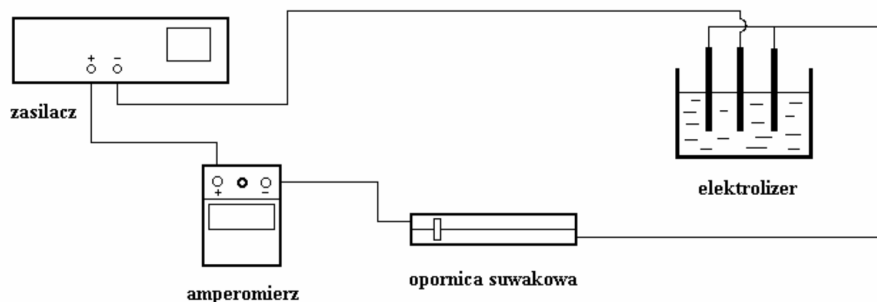
$$F = eN_A = \frac{\mu}{wk} \quad (5)$$

## 3 Układ pomiarowy

### Przyrządy

- Naczynie do elektrolizy siarczanu miedzi  $\text{CuSO}_4$  z miedzianymi elektrodami w kształcie równoległych płyt, oddalonych od siebie o kilka centymetrów (rys. 1).
- Zasilacz napięcia stałego

- Amperomierz
- Opornica suwakowa
- Waga elektroniczna



Rysunek 1: Schemat obwodu elektrycznego

## 4 Wyniki pomiarów

czas elektrolizy	$t$	=	35	min
natężenie prądu	$I$	=	0,65	A
masa katody przed elektrolizą	$m_1$	=	113,262	g
masa katody po elektrolizie	$m_2$	=	113,715	g
masa wydzielonej miedzi	$m = m_2 - m_1$	=	0,453	g
masa anod przed elektrolizą	$M_1$	=	214,646	g
masa anod po elektrolizie	$M_2$	=	214,197	g
zmiana masy anod	$M = M_2 - m_1$	=	0,451	g

### Dane określające niepewność przyrządów:

Klasa amperomierza			0,5
Używany zakres amperomierza			0,75 A
Niepewność graniczna wagi (znamionowa)	$\Delta m$	=	0,001 g
Niepewność pomiaru masy	$u(m)$	=	0,005 g

## 5 Opracowanie wyników

Przekształcając wzór (3) możemy obliczyć współczynnik elektrochemiczny  $k$  :

$$k = \frac{m}{It} = \frac{453 \cdot 10^{-3}}{65 \cdot 10^{-2} \cdot 21 \cdot 10^2} = \frac{453}{65 \cdot 21} \cdot 10^{-3} \approx 0,3319 \cdot 10^{-3} \left[ \frac{\text{g}}{\text{A} \cdot \text{s}} \right] \quad (6)$$

Korzystając z otrzymanej w (6) wartości współczynnika  $k$  i wzoru (5), obliczamy eksperymentalną wartość stałej Faradaya;

$$F = \frac{\mu}{wk} = \frac{63,58}{2 \cdot 33,19 \cdot 10^{-5}} \approx 95782 \left[ \frac{\text{C}}{\text{mol}} \right] \quad (7)$$

Korzystając z otrzymanej w (7) wartości stałej Faradaya  $F$ , obliczamy eksperymentalną wartość ładunku elementarnego :

$$e = \frac{F}{N_A} = \frac{9,5782 \cdot 10^4}{6,0222 \cdot 10^{23}} \approx 1,5905 \cdot 10^{-19} [\text{C}] \quad (8)$$

## 6 Obliczanie niepewności pomiarowej

Niepewność pomiaru czasu uznajemy za pomijalnie małą (niepewność względna znacznie poniżej 1%)  
Niepewność pomiaru masy miedzi wydzielonej podczas elektrolizy przyjmujemy jako:

$$u(m) = 0,005g$$

ze względu na możliwość niedokładnego wysuszenia elektrod po procesie elektrolizy.  
Niepewność wartości ładunku elektrycznego, który przepłynął przez elektrolit

$$u(I) = \frac{\text{klasa amperomierza} \cdot \text{zakres}}{100} = 3,75 \cdot 10^{-3} [A]$$

$$u(Q) = t \cdot u(I) = 3,75 \cdot 10^{-3} \cdot 2,1 \cdot 10^3 = 7,875 [C]$$

**Niepewność względna i bezwzględna równoważnika elektrochemicznego**

$$\frac{u(k)}{k} = \sqrt{\left[\frac{u(m)}{m}\right]^2 + \left[\frac{u(I)}{I}\right]^2} = \sqrt{\left[\frac{0,005}{0,453}\right]^2 + \left[\frac{0,00375}{0,65}\right]^2} \approx 0,0125$$

$$u(k) = \frac{u(k)}{k} \cdot k = 0,0125 \cdot 0,3319 \cdot 10^{-3} \approx 0,0042 \cdot 10^{-3} \left[\frac{g}{A \cdot s}\right]$$

**Niepewność względna i bezwzględna stałej Faradaya oraz ładunku elementarnego**

$$\frac{u(F)}{F} = \sqrt{\left[\frac{u(\mu)}{\mu}\right]^2 + \left[\frac{u(k)}{k}\right]^2} = \sqrt{\left[\frac{u(k)}{k}\right]^2} = \frac{u(k)}{k} = \frac{u(e)}{e}$$

$$u(F) = F \frac{u(k)}{k} = 95782 \cdot 0,0125 \approx 1193 \left[\frac{C}{mol}\right]$$

$$u(e) = e \frac{u(k)}{k} = 1,5905 \cdot 10^{-19} \cdot 0,0125 \approx 0,0198 \cdot 10^{-19} [C]$$

## 7 Podsumowanie wyników

	wartość tablicowa	wartość wyznaczona w eksperymencie	różnica	niepewność	niepewność względna [%]
$k \left[\frac{mg}{A \cdot s}\right]$	0,3294	0,3319	0,0025	0,0042	1,25
$F \left[\frac{C}{mol}\right]$	96500	95782	718	1193	1,25
$e [10^{-19} C]$	1,6022	1,5905	0,0117	0,0198	1,25

## 8 Wnioski

- Wyznaczone eksperymentalnie wartości są zgodne z wartościami tablicowymi w granicach niepewności pomiarowych, co świadczy o poprawności metody
- Uzyskane niepewności względne są dosyć małe (ok 1%) co świadczy o dokładności metody
- Różnica pomiędzy zmianą masy anod a masą wydzielonej miedzi mieści się w granicach niepewności pomiarowych