

Wydział Informatyki	Imię i nazwisko: 1. Kawa Michał 2. Smyda Tomasz		Rok: II	Grupa: 5	Zespół: 3
PRACOWNIA FIZYCZNA WFiIS AGH	Temat: Elektroliza				Nr ćwiczenia: 35
Data wykonania: 31.10.2023	Data oddania: 02.11.2023	Zwrot do popr.:	Data oddania:	Data zaliczenia:	OCENA:

# Elektroliza

## Ćwiczenie nr 35

Kawa Michał  
Smyda Tomasz

### Spis treści

1	Wstęp	2
1.1	Cel ćwiczenia	2
2	Układ pomiarowy	2
3	Przebieg doświadczenia	2
4	Wyniki pomiarów	3
5	Opracowanie wyników pomiarów	3
5.1	Błędy grube	3
5.2	Rachunek niepewności	3
5.3	Wartość współczynnika elektrokrochemicznego miedzi	4
5.4	Wartość stałej Faradaya	4
5.5	Porównanie z wartościami tablicowymi	5
6	Wnioski	5

## 1 Wstęp

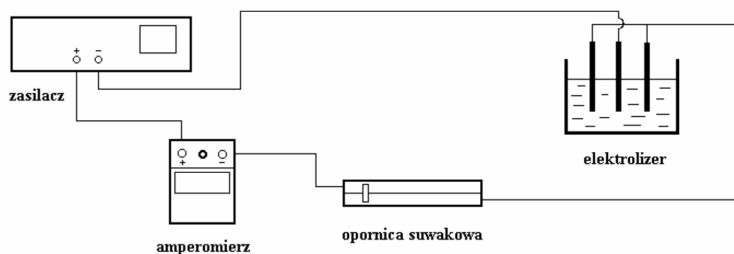
### 1.1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie stałej Faradaya oraz równoważnika elektrochemicznego miedzi wykorzystując do tego doświadczenie z elektrolizą wodnego roztworu  $\text{CuSO}_4$ .

## 2 Układ pomiarowy

Urządzenia wchodzące w skład aparatury użytej do przeprowadzenia ćwiczenia to:

- cyfrowy zasilacz napięcia stałego;
- regulowany rezystor;
- amperomierz;
- naczynie wypełnione siarczanem miedzi  $\text{CuSO}_4$ ;
- trzy elektrody w postaci miedzianych płytek - dwie anody i jedna katoda
- waga elektroniczna;
- woda destylowana oraz suszarka do osuszenia płytek z cieczy;



Rysunek 1: Schemat obwodu elektrycznego

## 3 Przebieg doświadczenia

Ćwiczenie polegało na oczyszczeniu płytek miedzianych z wcześniejszego osadu, zważenie i przytwierdzenie do elektrod oraz zanurzenie ich w roztworze. Odmierzaliśmy 30 min na zegarze, a następnie staraliśmy się dopilnować, aby prąd płynący w obwodzie miał wartość stałą równą 0,5 A. Po upływie 30 min odłączyliśmy układ od zasilania i wyciągnęliśmy płytki ze statywu. Następnie płytki zostały przemyte wodą destylowaną, aby pozbyć się resztek roztworu  $\text{CuSO}_4$ , osuszone suszarką oraz ponownie zważone.

## 4 Wyniki pomiarów

Czas elektrolizy	$t = 30 \text{ min}$
Natężenie prądu	$I = 0,5 \text{ A}$
Masa katody przed elektrolizą	$m_1 = 85,103 \text{ g}$
Masa katody po elektrolizie	$m_2 = 85,402 \text{ g}$
Masa wydzielonej miedzi	$m = m_2 - m_1 = 0,299 \text{ g}$
Masa anod przed elektrolizą	$M_1 = 204,150 \text{ g}$
Masa anod po elektrolizie	$M_2 = 203,887 \text{ g}$
Zmiana masy anod	$M = M_1 - M_2 = 0,263 \text{ g}$

**Tabela 1:** Dokonane przez nas pomiary

Klasa amperomierza	0,5
Używany zakres amperomierza	0,75 A
Niepewność graniczna wagi (znamionowa)	0,001 g

**Tabela 2:** Dane określające niepewność przyrządów

## 5 Opracowanie wyników pomiarów

### 5.1 Błędy grube

Z prawa zachowania masy wynika, że  $m$  powinno być równe  $M$ . W naszym ćwiczeniu te wartości się różnią, zatem przyjmujemy za ilość wydzielonej średnią arytmetyczną tych dwóch wartości.

$$m_s = \frac{m + M}{2} = 0,281 \text{ g}$$

### 5.2 Rachunek niepewności

Niepewność graniczna wagi jest równa 1 mg, natomiast zwracając uwagę na lekkie zanieczyszczenia elektrolitu czy niedokładne wysuszenie elektrod nie możemy utożsamić tego jako niepewność pomiaru masy. Zatem niepewność pomiaru masy miedzi wydzielonej podczas elektrolizy przyjmujemy jako:

$$u(m) = 15 \text{ mg}$$

$$\frac{u(m)}{m_s} = \frac{0,015 \text{ g}}{0,281 \text{ g}} = 5,34\%$$

Amperomierz jest źródłem niepewności typu B:

$$\Delta I = \frac{0,5}{100} \cdot 0,75 \text{ A} = 3,75 \text{ mA}$$

$$u(I) = \frac{\Delta I}{\sqrt{3}} = 2,2 \text{ mA}$$

$$\frac{u(I)}{I} = \frac{2,2}{500} = 0,44\%$$

Stoper jest również źródłem niepewności typu B, dodatkowo wpływ na niepewność pomiaru czasu ma również czas pomiędzy umieszczeniem elektrod w elektrolicie, a ustaleniu właściwego natężenia prądu. Ponieważ wystąpiły u nas pewne problemy związane z podłączeniem elektrod do obwodu, przyjmujemy niepewność pomiaru czasu za 30 s.

$$u(t) = 30 \text{ s}$$

$$\frac{u(t)}{t} = \frac{30}{1800} = 1,67\%$$

### 5.3 Wartość współczynnika elektrochemicznego miedzi

Wyznaczamy wartość współczynnika elektrochemicznego:

$$m = kIt \Rightarrow k = \frac{m}{It}$$

$$k = \frac{0,281}{0,5 \cdot 1800} \left[ \frac{\text{g}}{\text{A} \cdot \text{s}} \right] = 3,12 \cdot 10^{-7} \left[ \frac{\text{kg}}{\text{C}} \right]$$

Zgodnie z prawem przenoszenia niepewności:

$$u(k) = \sqrt{\left[ \frac{\partial k}{\partial m} \cdot u(m) \right]^2 + \left[ \frac{\partial k}{\partial I} \cdot u(I) \right]^2 + \left[ \frac{\partial k}{\partial t} \cdot u(t) \right]^2} = 1,75 \cdot 10^{-8} \frac{\text{kg}}{\text{C}}$$

$$\frac{u(k)}{k} = \frac{1,75 \cdot 10^{-8}}{3,12 \cdot 10^{-7}} = 5,61\%$$

### 5.4 Wartość stałej Faradaya

Korzystając z powyższej wartości wyznaczamy wartość stałej Faradaya:

$$\text{Dla CuSO}_4: \mu = 63,58 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \quad w = 2$$

$$k = \frac{\mu}{Fw} \Rightarrow F = \frac{\mu}{kw}$$

$$F = \frac{63,58 \cdot 10^{-3}}{3,12 \cdot 10^{-7} \cdot 2} = 101891 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$$

Niepewność:

$$u(F) = \left| \frac{\partial F}{\partial k} \cdot u(k) \right| = 5715 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$$

$$\frac{u(F)}{F} = \frac{5715}{101891} = 5,60\%$$

## 5.5 Porównanie z wartościami tablicowymi

Korzystając z praw elektrolizy Faradaya wyliczamy ile masy powinno się wydzielić:

$$m_0 = kIt = 0,3294 \frac{\text{mg}}{\text{C}} \cdot 0,5 \text{ A} \cdot 1800 \text{ s} = 0,296 \text{ g}$$

	Wartość tablicowa	Wartość wyznaczona doświadczalnie	Różnica	Niepewność	Niepewność względna
$m$ [g]	0,261	0,281	0,020	0,015	5,34%
$k$ [ $\frac{\text{kg}}{\text{C}}$ ]	$3,294 \cdot 10^{-7}$	$3,12 \cdot 10^{-7}$	$1,74 \cdot 10^{-8}$	$1,75 \cdot 10^{-8}$	5,61%
$F$ [ $\frac{\text{C}}{\text{mol}}$ ]	96500	101891	5391	5715	5,60%

**Tabela 3:** Podsumowanie wyników pomiaru

Wprowadzając niepewność rozszerzoną:

$$|m - m_0| = 0,020 \text{ g} \leq 0,045 \text{ g} = 3 \cdot u(m)$$

$$|k - k_0| = 1,74 \cdot 10^{-8} \frac{\text{kg}}{\text{C}} \leq 1,75 \cdot 10^{-8} \frac{\text{kg}}{\text{C}} = u(k)$$

$$|F - F_0| = 5391 \frac{\text{C}}{\text{mol}} \leq 5715 \frac{\text{C}}{\text{mol}} = u(F)$$

## 6 Wnioski

Wartości wyznaczone doświadczalnie mieściły się w niepewnościach rozszerzonych. Głównym źródłem niepewności była masa, gdyż mieściła się w zakresie niepewności rozszerzonej ze współczynnikiem równym 3, a pozostałe wartości ze współczynnikiem równym 1. Niepewność ta wynikała najprawdopodobniej z niedokładnego osuszenia blaszek oraz ruchów powietrza nad wagą.