

EAIiIB Informatyka	Ewa Stachów Weronika Olcha	Rok II	Grupa 3	Zespół 6
Pracownia FIZYCZNA WFIS AGH	Temat: <i>Elektroliza</i>			Nr ćwiczenia: 35
Data wykonania: 05.11.2016	Data oddania: 09.11.2016	Zwrot do poprawki:	Data oddania:	Data zaliczenia:
OCENA:				

## Ćwiczenie nr 35: Elektroliza

### 1 Cel ćwiczenia

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

### 2 Wstęp teoretyczny

Elektroliza zachodzi w układach, w których występują substancje zdolne do jonizacji, czyli rozpadu na jony. Samo zjawisko jonizacji może być wywołane zarówno przyłożonym napięciem elektrycznym, jak i zjawiskami nie generowanymi bezpośrednio przez prąd – dysocjacją elektrolityczną, autodysocjacją, wysoką temperaturą czy działaniem silnego promieniowania.

By zubożyć jon na elektrodzie, musi przepłynąć ładunek równy  $we$ , gdzie  $e$  - ładunek elementarny elektronu, a  $w$  - wartościowość jonu. Liczbę atomów które wydzielili się na elektrodzie możemy wyznaczyć jako stosunek całkowitego ładunku ( $It$ ) do ładunku pojedynczego jonu ( $we$ )

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

Aby obliczyć masę osadzonych atomów, mnożymy ich ilość przez masę jednego atomu. Masę pojedynczego atomu można wyznaczyć jako stosunek masy molowej do liczby Avogadra, stąd

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

Zauważamy, że masa wydzielonej substancji jest proporcjonalna do natężenia prądu  $I$ , czasu przepływu prądu  $t$  oraz współczynnika oznaczanego  $k$  i zwanego elektrochemicznym równoważnikiem substancji.

$$k = \frac{\mu}{weN_A} \quad (3)$$

Iloczyn  $eN_A$  wyraża ładunek potrzebny do wydzielanie jednego gramorównoważnika chemicznego substancji. Oznacza się go zwykle jako  $F$  i nazywa stałą Faradaya. Ze wzoru (3) wynika jego zależność od  $k$ :

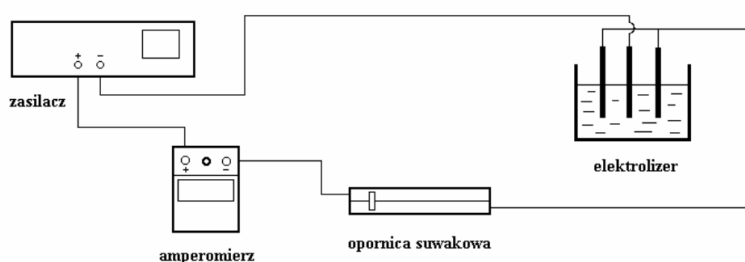
$$F = \frac{\mu}{wk} \quad (4)$$

Nie należy mylić elektrolizy z procesami zachodzącymi w ogniwie galwanicznym. W elektrolizie energia elektryczna zamieniana jest na chemiczną, a w ogniwie galwanicznym kierunek przemian energetycznych jest przeciwny, tzn. energia chemiczna w procesie reakcji redoks zamieniana jest na energię elektryczną, co objawia się generowaniem prądu w obwodzie łączącym elektrody ogniwa. Ze względu na odwrotny przebieg procesu w ogniwach galwanicznych katóda jest naładowana dodatnio, a anoda ujemnie, jednak procesy chemiczne zachodzące na obu ogniwach mają podobny charakter.

### 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	$t = 30$	min
natężenie prądu	$I = 0,5$	A
masa katody przed elektrolizą	$m_1 = 93,828$	g
masa katody po elektrolizie	$m_2 = 94,134$	g
masa wydzielonej miedzi	$m = m_2 - m_1 = 0,306$	g
masa anod przed elektrolizą	$M_{1A} = 126,699$	g
	$M_{1B} = 122,350$	g
masa anod po elektrolizie	$M_{2A} = 126,520$	g
	$M_{2B} = 122,213$	g
zmiana masy anod	$M = M_2 - M_1 = 0,316$	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	$u(m) = 0,00058$	g

### 5 Opracowanie wyników

Aby obliczyć współczynnik elektrochemiczny  $k$  korzystamy ze wzoru:

$$k = \frac{m}{It} = \frac{0,306}{0,5 \cdot 30 \cdot 60} \frac{g}{A \cdot s} = 0,340 \cdot 10^{-3} \frac{g}{A \cdot s}$$

Korzystając z otrzymanej wartości współczynnika  $k$  i wzoru obliczamy doświadczalną wartość stałej Faradaya ze wzoru;

$$F = \frac{\mu}{wk} = \frac{63,58}{2 \cdot 0,340 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} \frac{C}{\text{mol}} = 93500 \frac{C}{\text{mol}},$$

gdzie  $\mu$  to masa molowa miedzi  $63,5 \frac{g}{\text{mol}}$ , a  $w$  to wartościowość miedzi równa 2.

Korzystając z otrzymanej wartości stałej Faradaya  $F$ , obliczamy doświadczalną wartość ładunku elementarnego :

$$e = \frac{F}{N_A} = \frac{93500}{6,0222 \cdot 10^{23}} C = 1,552 \cdot 10^{-19} C,$$

gdzie  $N_A$  to liczba Avogadra, która jest wielkością stałą informującą o liczbie cząsteczek lub atomów zawartych w jednym molu substancji.

## 6 Obliczanie niepewności pomiarowej

Niepewność pomiaru czasu przyjmujemy  $u(t) = 5s$ , ze względu na opóźnioną reakcję przy włączaniu stopera.

Mimo, iż niepewność pomiaru wagi wynosiła 0,001g my przyjmujemy ją jako:

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

Związane jest to z możliwością niedokładnego wysuszenia elektrod, niedokładnego ich przepłukania lub zanieczyszczenia samego elektrolitu.

Aby policzyć niepewność wartości ładunku elektrycznego, który przepłynął przez elektrolit musimy znać niepewność pomiaru natężenia:

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

A zatem niepewność wartości ładunku elektrycznego wynosi:

$$u(e) = t \cdot u(I) = 1800 \cdot 3,75 \cdot 10^{-3} C = 2,539 C$$

### Niepewność względna i bezwzględna równoważnika elektrochemicznego

$$\frac{u(k)}{k} = \sqrt{\left[\frac{u(m)}{m}\right]^2 + \left[\frac{u(I)}{I}\right]^2} = \sqrt{\left[\frac{0,005}{0,306}\right]^2 + \left[\frac{0,00375}{0,5}\right]^2} \approx 0,018$$

$$u(k) = \frac{u(k)}{k} \cdot k = 0,018 \cdot 0,340 \cdot 10^{-3} \approx 0,0061 \cdot 10^{-3} \frac{g}{A \cdot s}$$

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

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

$$u(F) = F \frac{u(k)}{k} = 96500 \cdot 0,018 = 1700,93 \frac{C}{\text{mol}}$$

$$u(e) = e \frac{u(k)}{k} = 1,552 \cdot 10^{-19} \cdot 0,018 = 0,028 \cdot 10^{-19} C$$

## 7 Podsumowanie wyników

	wartość tablicowa	wartość wyznaczona	różnica	niepewność	niepewność względna [%]
$k \left[ \frac{mg}{A \cdot s} \right]$	0,329	0,340	0,011	0,0061	1,8
$F \left[ \frac{C}{mol} \right]$	96500	93500	3000	1700,97	1,8
$e [10^{-19} C]$	1,602	1,552	0,05	0,028	1,8

## 8 Wnioski

- Masa anod uległa zmniejszeniu, a masa katody zwiększeniu.
- Wyznaczone wielkości stałej Faradaya, równoważnika elektrochemicznego miedzi oraz ładunku elementarnego nie mieszczą się w granicach błędu. Wyjaśnia to zapewne możliwość powstanie sporego błędu przypadkowego, jak np. niedokładne wysuszenie płytek, niedokładne ich opłukanie lub zanieczyszczenie elektrolitu.
- Elektrolity mogą być dobrymi przewodnikami.