

Ćwiczenie E11

Wyznaczanie równoważnika elektrochemicznego miedzi i stałej Faradaya

E11.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie zjawisk towarzyszących przepływowi prądu elektrycznego przez elektrolity oraz doświadczalne wyznaczenie wartości równoważnika elektrochemicznego miedzi i stałej Faradaya.

E11.2. Zagadnienia związane z tematyką ćwiczenia

- Rodzaje ogniw elektrochemicznych,
- elektroliza: elektrolit, zjawisko dysocjacji, elektrody, reakcje elektrodowe,
- zastosowanie procesu elektrolizy w technice,
- prawa elektrolizy (prawa Faradaya),
- stała Faradaya, sens fizyczny i wymiar,
- równoważnik chemiczny i równoważnik elektrochemiczny.

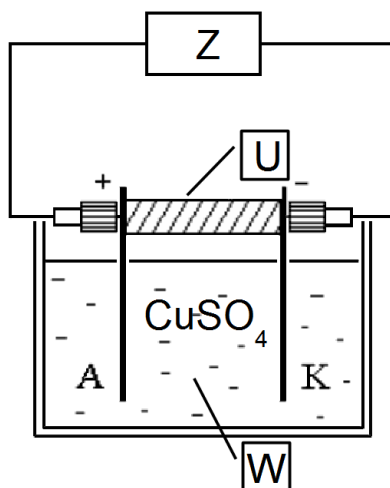
E11.3. Literatura

- [1] Szczeniowski S.: *Fizyka doświadczalna, cz. 3*, PWN, Warszawa.
- [2] Piekara A.H.: *Elektryczność, materia i promieniowanie*, PWN, Warszawa.
- [3] Dryński T.: *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, PWN, Warszawa.
- [4] *Metody wykonywania pomiarów i szacowania niepewności pomiarowych*, <http://ftims.pg.edu.pl/documents/10673/20436990/wstep.pdf>

E11.4. Przebieg ćwiczenia i zadania do wykonania

Układ doświadczalny

Rysunek E11.1 przedstawia schemat układu pomiarowego z zaznaczonymi podstawowymi elementami: **W** – naczynie (woltametr) z elektrolitem (w tym zestawie elektrolitem jest wodny roztwór siarczanu miedzi CuSO_4), **A** i **K** – elektrody wykonane z blachy miedzianej (**A** – anoda, **K** – katoda), **U** – uchwyt do zamontowania elektrod, **Z** – regulowane, stabilizowane źródło prądu stałego, **M** – waga, **S** – stoper, **P** – papier ścierny, **Sz** – suszarka.



Rysunek E11.1. Schemat układu pomiarowego

Przebieg doświadczenia

Zgodnie z I prawem elektrolizy, aby wyznaczyć wartość równoważnika elektrochemicznego k , należy zmierzyć zmianę masy elektrod oraz wartość ładunku elektrycznego przepływającego przez elektrolit w trakcie procesu elektrolizy. Wydzieloną ilość miedzi znajduje się ważąc katodę przed i po elektrolizie. Natomiast ładunek wyznaczamy przepuszczając przez elektrolit prąd stały o znanym natężeniu i mierząc czas elektrolizy. W tym celu należy:

1. Osuszone płytki miedziane (elektrody **A** i **K**) wyczyścić papierem ściernym **P**;

2. Zważyć płytkę, która ma być katodą, tj. wyznaczyć masę m_{K1} (na wszelki wypadek warto zważyć i oznaczyć obie płytki!);
3. Zmontować układ pomiarowy wg schematu (rysunek E11.1), zwracając szczególną uwagę na prawidłowe podłączenie elektrod do uchwytu **U** i do źródła prądu **Z**;
4. Umieścić elektrody w woltametrze **W** zanurzając je w elektrolicie;
5. W obecności przewodzącego włączyć zasilanie prądu, szybko regulując żądaną wartość jego natężenia pokrętkiem „FINE” i jednocześnie uruchomić stoper **S**;
6. Po upływie zadanego czasu t , wyłączyć zasilanie prądem i zaznaczyć na katodzie jej poziom zanurzenia w elektrolicie;
7. Wyjąć katodę **K** i osuszyć ją suszarką;
8. Wyznaczyć ponownie masę katody, m_{K2} , i obliczyć masę wydzielonej miedzi, $m_{Cu} = m_{K2} - m_{K1}$;
9. Określić pole powierzchni katody, na której odkładała się miedź.

Pomiar można przeprowadzić kilkakrotnie. Należy wtedy powtórzyć kroki 1-9, tak dobierając wartości natężenia prądu i czasu trwania elektrolizy, aby ładunek przepływający przez elektrolit był zawsze taki sam, np. $I_1 = 1$ A i $t_1 = 30$ min., $I_1 = 1,5$ A i $t_1 = 20$ min, itp. Wówczas wartość stałej k określamy jako średnią ze wszystkich pomiarów.

Zadania do wykonania

- E11.1. Obliczyć grubość osadzonej na katodzie warstwy miedzi zakładając, że została ona osadzona równomiernie. Gęstość miedzi $\rho = 8,6$ g/cm³.
- E11.2. Wyznaczyć wartość równoważnika elektrochemicznego miedzi.
- E11.3. Wyznaczyć wartość stałej Faradaya.

Uzupełnienie do zadania E11.3

Stałą Faradaya F wyznaczymy korzystając z II prawa elektrolizy znając masę atomową miedzi $m_{Cu} = 63,56$ g/mol i jej wartościowość $w = +2$, oraz biorąc wartość jej równoważnika elektrochemicznego k wyznaczoną w zadaniu E11.2. Uzyskany wynik należy porównać z wartością odczytaną w tablicach fizycznych, ewentualnie wyliczoną na podstawie zależności :

$$F = N_A \cdot e, \quad (\text{E11.1})$$

czyli iloczynowi stałej Avogadro N_A i ładunku elementarnego e .

E11.5. Rachunek niepewności

Niepewności pomiaru m , I oraz t oceniamy w czasie wykonywania pomiarów na podstawie podziałki, zakresu i klasy użytych urządzeń pomiarowych.

Niepewność pomiaru grubości warstwy miedzi, jej równoważnika elektrochemicznego i stałej Faradaya wyznaczamy jako niepewności wielkości złożonej.

W przypadku, gdy wartość równoważnika elektrochemicznego wyznaczamy jako wartość średnią z kilku pomiarów, niepewność pomiaru k szacujemy (w zależności od liczby pomiarów) jako niepewność standardową lub niepewność maksymalną.