

| | | | | | |
|--|-----------------------------|----------------|--------------|-----------------|-------|
| Wydział | Imię i nazwisko 1. 2. | Rok | Grupa | Zespół | |
| PRACOWNIA FIZYCZNA WFIS AGH | Temat: | | | Nr ćwiczenia | |
| Data wykonania | Data oddania | Zwrot do popr. | Data oddania | Data zaliczenia | OCENA |

Ćwiczenie nr 35: Elektroliza

Cel ćwiczenia

Wyznaczenie stałej Faradaya oraz równoważnika elektrochemicznego miedzi metodą elektrolizy.

Zagadnienia do opracowania

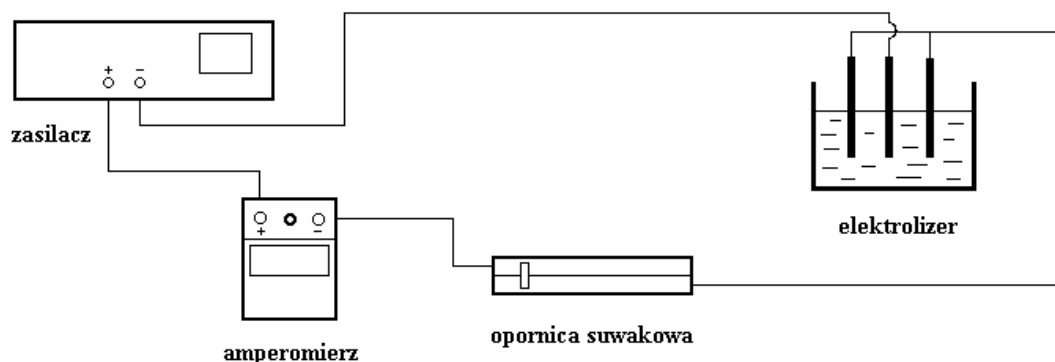
1. Jakie są różnice w opisie przewodnictwa elektrycznego metali i elektrolitów? Opisz, na czym polega proces elektrolizy.
2. Podaj prawa elektrolizy Faradaya.
3. Jaką masę substancji wydzielili podczas przepływu przez elektrolit prąd o natężeniu 1 ampera w czasie jednej sekundy? Podaj nazwę tej wielkości.
4. Wyjaśnij na przykładzie pojęcia: masa molowa, wartościowość, kation, anion, katoda, anoda.
5. Zdefiniuj pojęcia: 1 amper, 1 wolt i 1 kulomb. Wyraż te jednostki za pomocą jednostek podstawowych układu SI.
6. W jaki sposób (szeregowo czy równolegle) należy włączyć amperomierz do obwodu? Dlaczego?
7. Ile atomów miedzi osadzi się na elektrodzie po przepłynięciu przez elektrolit ładunku elektrycznego równego stałej Faradaya?
8. Ładunek elektryczny Q jest iloczynem natężenia prądu I oraz czasu t : $Q = I t$. Korzystając z prawa przenoszenia niepewności oszacuj niepewność wyznaczenia ładunku z pomiarów I i t .

*Ocena
i podpis*

| |
|--|
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |

1. Układ pomiarowy

1. Naczynie do elektrolizy siarczanu miedzi CuSO_4 z miedzianymi elektrodami w kształcie równoległych płyt, oddalonych od siebie o kilka centymetrów (rys. 1).
2. Zasilacz napięcia stałego
3. Amperomierz
4. Opornica suwakowa
5. Waga elektroniczna



Rys. 1. Schemat obwodu elektrycznego.

2. Wykonanie ćwiczenia

1. Połącz obwód zgodnie z podanym schematem. Należy zwrócić uwagę na biegunowość (polaryzację) połączeń, np. zacisk „+” zasilacza winien być połączony z gniazdem „+” amperomierza. Ustawić amperomierz na zakres 0,75 A. Środkowa elektroda (katoda) winna być połączona z zaciskiem „-” zasilacza, zewnętrzne elektrody (anody połączone przewodem) łączymy z zaciskiem „+”.
2. Oczyszczyć (przy użyciu papieru ściernego i wody destylowanej) katodę i zważyć ją na wadze elektronicznej. Przed ważeniem należy usunąć z płytki kurz, przez przemyć wodą destylowaną, i starannie ją osuszyć (i ostudzić).
3. Jeżeli prowadzący zaleci ważenie anod (pozostałych elektrod) należy wykonać pomiar ich masy w analogiczny sposób jak dla katody.
4. Umocuj katodę (i anody) w uchwycie i następnie zanurz elektrody w elektrolicie.
5. Po sprawdzeniu obwodu przez prowadzącego zajęcia i podaniu czasu trwania elektrolizy (zazwyczaj 30 minut) oraz wartości natężenia prądu (prąd stały o natężeniu około 0,5 A) włącz zasilacz i równocześnie uruchom stoper. Przy pomocy opornicy suwakowej ustal zadaną wartość natężenia prądu.
6. Podczas trwania elektrolizy kontroluj i ewentualnie koryguj (za pomocą opornicy suwakowej) natężenie płynącego przez elektrolit prądu.
7. Po upływie zadanego czasu elektrolizy wyłącz zasilacz, wyjmij elektrody z woltametri i

wymontuj katodę. Celem usunięcia ewentualnego osadu delikatnie przepłucz ją wodą destylowaną, a następnie starannie wysusz przy użyciu suszarki w niewielkim strumieniu powietrza. Podczas tych czynności należy unikać dotykania powierzchni katody, na której osadziła się miedź, ponieważ może ona zostać łatwo starta z elektrody.

8. Zważ katodę.
9. Jeżeli w tym ćwiczeniu wazone były anody to również należy je zważyć po zakończeniu elektrolizy.

3. Wyniki pomiarów

| | | | |
|-------------------------------|-------------------|-------|-----|
| czas elektrolizy | $t =$ | ..... | min |
| natężenie prądu | $I =$ | ..... | A |
| masa katody przed elektrolizą | $m_1 =$ | ..... | g |
| masa katody po elektrolizie | $m_2 =$ | ..... | g |
| masa wydzielonej miedzi | $m = m_2 - m_1 =$ | ..... | g |
| masa anod przed elektrolizą | $M_1 =$ | ..... | g |
| masa anod po elektrolizie | $M_2 =$ | ..... | g |
| zmiana masy anod | $M = M_1 - M_2 =$ | ..... | g |

Dane określające niepewność przyrządów:

| | |
|--|---|
| Klasa amperomierza | ..... |
| Używany zakres amperomierza | ..... .... |
| Niepewność graniczna wagi (znamionowa) | $\Delta m =$ |
| Niepewność standardowa wagi | $u(m) = \frac{\Delta m}{\sqrt{3}} =$ |

4. Opracowanie wyników

Masa miedzi wydzielonej podczas elektrolizy na katodzie

$$m = \dots\dots\dots \dots$$

Zmiana masy anod podczas elektrolizy

$$M = \dots\dots\dots \dots$$

Oblicz wartość współczynnika elektrochemicznego miedzi wykorzystując wzór (3)

$$k = \dots\dots\dots \dots$$

Korzystając z otrzymanej wartości współczynnika k oblicz, przy pomocy wzoru (5), eksperymentalną wartość stałej Faradaya

$$F = \dots\dots\dots \dots$$

Posługując się wyznaczoną doświadczalnie stałą Faradaya oblicz wielkość ładunku elementarnego

$$e = \dots\dots\dots \dots$$

OBLICZANIE NIEPEWNOŚCI POMIAROWEJ

Uwaga: Zastanów się, jaką należy przyjąć wartość niepewności pomiaru masy katody (i ewentualnie anod). Na wielkość tej niepewności może mieć wpływ przemywanie elektrod denaturatem. Niepewność ta może być również spowodowana zanieczyszczeniem elektrolitu i niedokładnym wysuszeniem elektrod. Biorąc pod uwagę te czynniki, z jaką dokładnością (ile miejsc znaczących) należy podać masę osadzonej podczas elektrolizy miedzi?

$$m = \dots\dots\dots \dots$$

Niepewność pomiaru masy miedzi wydzielonej podczas elektrolizy przyjmuję jako

$$u(m) = \dots\dots\dots \dots$$

Oblicz niepewność wartości ładunku elektrycznego, który przepłynął przez elektrolit. W tym celu oblicz niepewność pomiaru natężenia prądu wiedząc, że jest ona równa

$$u(I) = (\text{klasa amperomierza} * \text{zakres}) / 100 = \dots\dots\dots \dots$$

$$u(Q) = \dots\dots\dots \dots$$

Oszacuj niepewność pomiaru czasu. W zależności od oceny wielkości tej niepewności można:

- a) uwzględnić ją w dalszych obliczeniach albo też
- b) uznać, że ze względu na małą wartość niepewności pomiaru czasu (niepewność procentowa równa%) jest ona zanedbywalnie mała w porównaniu z np. niepewnością pomiaru masy i pominąć ją w dalszych obliczeniach.

Ponieważ równoważnik elektrochemiczny miedzi obliczyliśmy z wzoru $k = \frac{m}{It}$ w którym występują tylko operacje mnożenia i dzielenia, złożona niepewność względna jest sumą geometryczną niepewności względnej czynników wzoru funkcyjnego,

$$\frac{u(k)}{k} = \sqrt{\left[\frac{u(m)}{m}\right]^2 + \left[\frac{u(I)}{I}\right]^2 + \left[\frac{u(t)}{t}\right]^2},$$

(patrz *Opracowanie wyników pomiarów*, pt. 1.5, wzór 1.15). Jeżeli w obliczeniach nie jest uwzględniana niepewność pomiaru czasu, pomijamy stosowny składnik we wzorze.

Niepewność względna i bezwzględna równoważnika elektrochemicznego miedzi k wynosi

$$u(k)/k = \dots\dots\dots$$

$$u(k) = \dots\dots\dots \dots$$

Stała Faradaya oraz ładunku elementarny obliczane są z wzorów (4) i (5), w których obarczona niepewnością wartość k jest mnożona (lub dzielona) przez tablicowe wartości N_A oraz e , których niepewności są pomijalnie małe. Z prawa przenoszenia niepewności względnej wynika, że niepewności względne $u(F)/F$ oraz $u(e)/e$ są takie same, jak obliczona poprzednio niepewność $u(k)/k$. Formalnie, wynika to z wyprowadzenia (dla wzoru (4)):

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

Innymi słowy, jeżeli niepewność względna k wynosi, na przykład, 2,6 %, to z tą samą niepewnością względną znamy wartości zarówno F jak i e). Zatem niepewności bezwzględne stałej Faradaya i ładunku elementarnego obliczyć można jako $u(F) = F \frac{u(k)}{k}$ i $u(e) = e \frac{u(k)}{k}$

$$u(F) = \dots\dots\dots \dots$$

$$u(e) = \dots\dots\dots \dots$$

Uzyskane wyniki zestaw w tabeli.

| | wartość tablicowa | wartość wyznaczona w eksperymencie | różnica | niepewność | niepewność względna [%] |
|---------|-------------------|------------------------------------|---------|------------|-------------------------|
| k [] | | | | | |
| F [] | | | | | |
| e [] | | | | | |

Uwaga: Jeżeli podczas wykonywania ćwiczenia ważone były anody należy obliczyć zmianę masy anod. Można przyjąć, że niepewność pomiaru masy anod $u(M)$ jest równa co do wartości niepewności $u(m)$. Proszę porównać zmianę masy anod ze zmianą masy katody. Czy wielkości te są równe w granicach niepewności? Czy na podstawie uzyskanych wyników pomiarowych można sformułować prawo zachowania masy?

Wnioski: