|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wydział  WFiIS | Imię i nazwisko  1.Mateusz Kulig  2.Przemysław Ryś | | | Rok  2021 | | Grupa  1 | Zespół  3 |
| **PRACOWNIA**  **FIZYCZNA**  **WFiIS AGH** | Temat:  Elektroliza | | | | | | Nr ćwiczenia  35 |
| Data wykonania  14.10.2021 | Data oddania | Zwrot do popr. | Data oddania | | Data zaliczenia | | OCENA |

**W sprawozdaniu opisaliśmy pomiary wartości elektrochemicznego równoważnika miedzi, stałej Faradaya i ładunku elementarnego za pomocą reakcji elektrolizy. Proces przebiegał 30 minut i przez cały ten czas regulowaliśmy natężenie prądu biorącego udział w doświadczeniu, aby utrzymać jego stałą wartość. W doświadczeniu użyliśmy jednej katody i dwóch anod, w celu zwiększeniu wydajności reakcji. Badanym elektrolitem był wodny roztwór siarczanu miedzi (II). Otrzymane wartości są w zgodzie z wartością tablicową w granicach niepewności pomiaru.**

1. **Wstęp teoretyczny**

Niektóre związki chemiczne rozpuszczone w pewnych środowiskach, na przykład w wodzie, przewodzą prąd elektryczny. Dzieje się tak, ponieważ podczas dysocjacji, czyli rozpuszczania, dana substancja rozpada się na kationy i aniony. W otrzymanym w ten sposób roztworze, nazywanym elektrolitem, jony poruszają się bezładnie. Jednak w momencie gdy do roztworu włożymy elektrody, między którymi istnieje pewna różnica potencjałów, dodatnie kationy zaczną poruszać się w stronę ujemnej katody, a ujemne aniony w stronę dodatniej katody. Powstanie wtedy uporządkowany ruch ładunków, a wiec popłynie prąd elektryczny. Gdy ładunki dotrą do elektrod, zostaną na nich zobojętnione i na anodzie oraz katodzie pojawi się osad.

Wartość ładunku całkowitego wydzielonego podczas procesu elektrolizy można przedstawić jako iloraz natężenia płynącego prądu i całkowitego czasu reakcji

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

Ładunek pojedynczego jonu to

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2) |

w którym *e* to ładunek elementarny, a *w* jest wartościowością jonu. Tak wiec liczba wytworzonych atomów, będąca stosunkiem wartości ładunku całkowitego do ładunku pojedynczego jonu wyraża się wzorem

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (3) |

Masę powstałych atomów można obliczyć mnożąc liczbę atomów N przez masę pojedynczego atomu równą stosunkowi masy molowej µ do liczby Avogadra NA, czyli

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4) |

W 1834 roku, angielski fizyk i chemik, Michael Faraday sformułował dwa prawa elektrolizy. Pierwsze z nich głosi, że masa substancji wydzielonej podczas elektrolizy jest proporcjonalna do ładunku, który przepłynął przez elektrolit, co można zapisać jako

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (5) |

Jeśli porównamy wzory (5) i (4) to otrzymamy, ze współczynnik proporcjonalności wynosi

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (6) |

Nazywamy go elektrochemicznym równoważnikiem substancji. Drugie prawo Faradaya mówi, że równoważniki elektrochemiczne *k* pierwiastków są proporcjonalne do ich równoważników chemicznych *µ/w*. Iloczyn *eNA* wyraża ładunek potrzebny do wydzielania jednego gramorównoważnika chemicznego substancji i jest nazywany stałą Faradaya *F*. Za pomocą wzoru (6) otrzymamy równość

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (7) |

1. **Aparatura**

W eksperymencie, mającym na celu wyznaczenie wartości stałej Faradaya oraz równoważnika elektrochemicznego miedzi metodą elektrolizy, użyliśmy następujących przyrządów:

* Stoper marki Q&Q – stopera użyliśmy do zmierzenia czasu trwania reakcji elektrolizy. Jego dokładność wynosiła 0,01[s],
* Waga marki RADWAG – waga posłużyła nam do sprawdzenia masy miedzi wytworzonej w procesie elektrolizy . Jej dokładność znamionowa wynosiła 0,001 grama, a zakres wynosił od 0 do 200 gramów,
* Amperomierz marki ERA – za pomocą amperomierza kontrolowaliśmy natężenie prądu płynącego przez obwód. Zastosowaliśmy miernik o zakresie od 0 do 0,75 ampera i klasie 0,5%,
* Opornica suwakowa,
* Statyw na anody i katodę oraz zbiornik z elektrolitem – użyte przez nas w doświadczeniu elektrody wykonane były z miedzi , a elektrolitem był wodny roztwór CuSO4.

1. **Metodyka doświadczenia**

Przeprowadzone doświadczenie polegało na wyznaczeniu stałej Faradaya oraz równoważnika elektrochemicznego miedzi metodą elektrolizy. W tym celu użyliśmy układu którego schemat znajduje się na rys.1.. Przed rozpoczęciem doświadczenia dokładnie przeczyściliśmy miedziane płytki papierem ściernym po czym obmyliśmy je wodą destylowaną i wysuszyliśmy suszarką. Po tej czynności dokonaliśmy trzykrotnego pomiaru masy każdej z płytek (jednej katody i dwóch anod) i za wartość przyjętą do obliczeń wzięliśmy średnią z nich. Następnie do roztworu elektrolitu wstawiliśmy elektrody i włączyliśmy źródło prądu stałego, po czym przez elektrolit zaczął przepływać prąd. Czekaliśmy 30 minut, by na katodzie wytrąciła się miedź w wyniku zjawiska elektrolizy. Tu również po uprzednim obmyciu i wysuszeniu dokonaliśmy trzykrotnego pomiary masy, po czym wyciągnęliśmy średnią z nich. W przypadku katody odjęliśmy jej wagę po od wagi przed doświadczeniem. Na podstawie masy wydzielonej miedzi oraz wzorów na pierwsze i drugie prawo Faradaya byliśmy w stanie wyznaczyć szukane wartości.

1. **Analiza danych**

Poniżej przedstawiono zebrane dane:

**Tab.1.** Tabela zawierająca dane trzech serii pomiarowych masy () dla każdej z trzech elektrod przed jak i po przeprowadzonym doświadczeniu oraz średnia dla każdej serii.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Masa przed doświadczeniem | | |  | Masa po doświadczeniu | | |  |
|  | [g] | [g] | [g] | [g] | [g] | [g] | [g] | [g] |
| Katoda | 104,181 | 104,210 | 104,205 | 104,199 | 104,543 | 104,550 | 104,547 | 104,547 |
| Anoda 1 | 138,232 | 138,272 | 138,265 | 138,256 | 138,217 | 138,116 | 138,131 | 138,155 |
| Anoda 2 | 112,517 | 112,511 | 112,515 | 112,514 | 112,333 | 112,336 | 112,333 | 112,334 |

Zmiana masy anod w wyniku wykonanego eksperymentu wynosi:

Masa katody z już wydzieloną miedzią otrzymana w wyniku eksperymentu wynosi , przed eksperymentem wynosiła natomiast . Masa wydzielonej miedzi równa jest zatem różnicy pomiędzy tymi wynikami.

Wynosi ona .

Następnie przekształcając wzór (5), otrzymujemy

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

Podstawiając do niego dane: oraz podaną wyżej masę wydzielonej miedzi *m*, otrzymujemy . Jest to równoważnik elektrochemiczny dla miedzi. Jego wartość tablicowa wynosi [1]

Różnica pomiędzy tymi wartościami wynosi

Błąd względny dokonanego pomiaru wynosi zatem

Za pomocą wzoru (7) jesteśmy w stanie wyznaczyć stałą Faradaya. Podstawiając dane: otrzymujemy wynik .

Gdzie wartość tablicowa stałej Faradaya wynosi .[1]

Różnica pomiędzy tymi wartościami wynosi

Błąd względny dokonanego pomiaru wynosi zatem

Posługując się otrzymaną wyżej wartością stałej Faradaya, jesteśmy w stanie wyznaczyć wartość liczbową ładunku elementarnego *e.*

Podstawiając wielkości do wzoru , otrzymujemy, że

Wartość tablicowa ładunku elementarnego wynosi [C][2].

Różnica pomiędzy tymi wartościami wynosi

Błąd względny dokonanego pomiaru wynosi zatem

Za niepewność pomiaru masy przyjmujemy ponieważ w przypadku trzykrotnego pomiaru masy każdej z elektrod wyniki różnią się o mniejszy rząd, ale na wynik mogło wpłynąć jeszcze zabrudzenie elektrolitu oraz niedokładność związana z myciem elektrod.

Niepewność natężenia prądu wynosi .

Ponieważ zakładami, iż pomiar czasu jest obarczony zerową niepewnością (względna niepewność procentowa wynosi 0,0056%) za niepewność ładunku, który przepłynął, przyjmujemy

Niepewność pomiaru k wyznaczamy za pomocą prawa przenoszenia niepewności, do tego celu użyjemy wzoru

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

Podstawiając odpowiednie wielkości otrzymujemy, że

Zatem niepewność względna pomiaru *k* wynosi

Niepewność pomiaru F wyznaczamy za pomocą prawa przenoszenia niepewności, do tego celu użyjemy wzoru

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

Podstawiając odpowiednie wielkości otrzymujemy, że

Co daje niepewność względną równą

1. **Podsumowanie**

W wyniku zastosowania metody elektrolizy do wyznaczenia wartości równoważnika elektrochemicznego *k*, wartości stałej Faradaya *F* oraz wartości ładunku elementarnego *e*, wartości, które otrzymaliśmy wynoszą kolejno Niepewności względne otrzymanych wyników obliczone na podstawie odpowiednich wzorów pozyskanych z prawa przenoszenia niepewności są w przybliżeniu równe dla wszystkich trzech wielkości i wynoszą Licząc różnice między naszymi wynikami, a wynikami tablicowymi oraz dzieląc to przez owe wartości tablicowe otrzymujemy również w przybliżeniu równe sobie błędy względne wynoszące .

Jeśli skorzystamy z niepewności rozszerzonej i przeskalujemy otrzymane niepewności dla każdej z wielkości przez czynnik 2, to niepewność względna również zostanie przeskalowana o ten czynnik. Wtedy odchylenie otrzymane w wyniku przeprowadzonego eksperymentu będzie mieścić się w zakresie niepewności otrzymanej poprzez teoretyczne przewidywanie. Suma zmian wartości mas anod nie jest równa zmianie masy katody, co jest w sprzeczności z prawem zachowania masy, pomimo założenia, iż płytki nie były idealnie obmyte, a sam roztwór mógł być zanieczyszczony jonami miedzi, czy też innych metali, które w następstwie przepływu prądu wydzieliły się na katodzie.

1. **Literatura**

[1] <http://www.fis.agh.edu.pl/~pracownia_fizyczna/cwiczenia/35_opis.pdf> - 06.11.2021

[2] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ładunek_elektryczny_elementarny> - 06.11.2021