

Warszawska Szkoła Doktorska Nauk Ścisłych i BioMedycznych [Warsaw-4-PhD]

Wykład specjalizacyjny

Podstawy Chemii Fizycznej V: ELEKTROCHEMIA

30 godz., 3 ECTS

Instytut Chemii Fizycznej PAN

Kasprzaka 44/52, Warszawa

Bud. 9, Aula

Online: <https://zoom.us/j/7417499732>

Środy, 12:00 – 13:30

13 października 2021 – 2 lutego 2022

~~29 grudnia, 5 stycznia~~

Wojciech Nogala

wnogala@ichf.edu.pl

tel. 22 343 3375

Program:

1. Elektrochemia i jej zastosowania

Elektroliza przemysłowa i elektrosynteza. Elektrochemiczne otrzymywanie metali. Elektorafinacja. Powłoki galwaniczne. Magazynowanie energii. Baterie i akumulatory. Ogniw paliwowe. Superkondensatory. Czujniki elektrochemiczne.

2. Ogniw elektrochemiczne, termodynamika i potencjały

Ogniw elektrochemiczne. Elektrolizer. Ogniw galwaniczne. Ogniw stężeniowe. Odwracalność procesów elektrodowych. Stan równowagi. Termodynamika. Potencjały faz i granic międzyfazowych. Potencjał elektryczny, chemiczny i elektrochemiczny. Potencjał Galvaniego. Półogniw i reakcje półwkowe. Równanie Nernsta. Potencjał formalny. Potencjał dyfuzyjny. Przewodnictwo jonowe. Liczby przenoszenia. Potencjał złącza ciekłego. Pomiar różnicy potencjałów.

3. Złącza spolaryzowane i elektrody

Klasyfikacja elektrod. Polaryzowalność. Znaki i konwencja graficzna. Elektrody odniesienia – kalibracja i konserwacja. Elektrody jonoselektywne. Prawa elektrolizy Faradaya.

4. Podwójna warstwa elektryczna (EDL)

Ładunek powierzchniowy. Pojemność. Prąd ładowania. Elektroda porowata – współczynnik szorstkości. Warstwa rozmyta. Energia powierzchniowa. Pojemność różniczkowa. Krzywe elektrokapilarne. Struktura EDL - model Helmholtza, teoria Gouya-Chapmana, modyfikacja Sterna. Wpływ EDL na procesy elektrodowe. Koloidy i zjawiska elektrokinetyczne (elektroforeza, elektroosmoza). Potencjał elektrokinetyczny.

5. Transport masy (I)

Dyfuzja liniowa i sferyczna. Migracja. Konwekcja. Transport mieszany.

6. Transport masy (II)

Elektrolit podstawowy (pomocniczy). Stan stacjonarny. Proces elektrodowy limitowany dyfuzją. Warstwa dyfuzyjna. Mikroelektrody. Układ mikroelektrod. Prawa Ficka. Układy hydrodynamiczne - wirująca elektroda dyskowa, układy mikroprzepływowe, elektroda kapiąca. Dyfuzja jako proces stochastyczny.

7. Mechanizm i kinetyka procesów przeniesienia ładunku

Mechanizm przeniesienia ładunku w układach homogenicznych – teoria Marcusa. Kinetyka przeniesienia ładunku w układach heterogenicznych. Wykres Tafela. Procesy elektrodowe nieodwracalne i kwazi-odwracalne. Równanie Butlera-Volmera. Współczynnik symetrii. Prąd wymiany. Czynniki wpływające na kinetykę przeniesienia ładunku. Tunelowanie.

8. Podstawy badania procesów elektrodowych

Obwody elektryczne. Stała czasowa układu. Trójelektrodowe naczynie elektrochemiczne. Pomiar w stanie równowagi i przy zaburzonej równowadze. Kontrola potencjału elektrody – potencjostat. Kompensacja spadków omowych. Bipotencjostat – wirująca elektroda dyskowa z pierścieniem, elektrody grzebieniowe, układy generator-kolektor. Kontrola prądu – galwanostat. Pomiar niskoprądowy. Nabór danych. Materiały elektrodowe – przygotowanie i czyszczenie. Odtlenianie.

9. Techniki elektroanalityczne z wykorzystaniem skokowej zmiany potencjału lub prądu

Chronoamperometria (równanie Cottrella, mikroelektrody – prąd stacjonarny). Woltametria pulsowa (związki kompleksowe, procesy nieodwracalne, układy wieloskładnikowe, wielokrotne przeniesienie ładunku). Chronokulometria (adsorpcja depolaryzatora, pojemność EDL). Chronopotencjometria. Badania baterii i ogniw paliwowych. Elektrosynteza.

10. Techniki pulsowe i polarografia

Wisząca elektroda rtęciowa. Kapiąca elektroda rtęciowa. Równanie Ilkovića. Woltametria schodkowa (SV). Woltametria pulsowa (NPV). Woltametria z odwróconym pulsem (RPV). Różnicowa woltametria pulsowa (DPV). Woltametria fali kwadratowej (SWW). Woltametria stripingowa – oznaczanie jonów metali ciężkich.

11. Woltametria cykliczna (CV)

Elektrody płaskie i mikroelektrody. Układy odwracalne, nieodwracalne i kwazi-odwracalne. Wpływ EDL i nieskompensowanego oporu. Szybkość polaryzacji. Układy wieloskładnikowe i wielokrotne przeniesienie elektronu. Złącza ciekłe. Liniowe i schodkowe przemiatanie potencjałem. Adsorpcja depolaryzatora. Sprzężone reakcje homogeniczne. Elektrokataliza. Wirująca elektroda dyskowa z pierścieniem. Elektrody grzebieniowe (generator-kolektor).

12. Techniki zmiennoprądowe

Aparatura. Napięcie zmienne. Elementy obwodów zmiennoprądowych. Impedancja. Elektrochemiczna „spektroskopia” impedancyjna. Składowe obwodów zastępczych. Interpretacja impedancji. Pomiar kinetyki procesów elektrodowych. Impedancja transportu masy. Woltametria zmiennoprądowa.

13. Skaningowa mikroskopia elektrochemiczna (SECM)

Podstawy. Aparatura. Sposoby zastosowania. Pomiar szybkości reakcji heterogenicznych i homogenicznych. Obrazowanie. Modyfikacja powierzchni.

14. Nie-elektrochemiczne metody badania procesów elektrodowych (*In situ* oraz *ex situ*).

Spektroskopia. Mikroskopia. Mikrogravimetria piezoelektryczna. Spektrometria mas, etc.

15. Korozja metali i zapobieganie

Korozja globalna i lokalna, atmosferyczna, galwaniczna, wżerowa. Teoria potencjału mieszanego. Potencjał korozyjny. Diagram stopnia utlenienia (Diagram Pourbaix). Termodynamika i kinetyka. Pomiar elektrochemiczny korozji. Pasywacja. Ochrona katodowa.