**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

Wojciech Nogala
wnogala@ichf.edu.pl

tel. 22 343 3375

**Program:**

1. **Elektrochemia i jej zastosowania**

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

2. **Ogniwa elektrochemiczne, termodynamika i potencjały**

Ogniwa elektrochemiczne. Elektrolizer. Ogniwo galwaniczne. Ogniwo stężeniowe. Odwracalność procesów elektrodowych. Stan równowagi. Termodynamika. Potencjały faz i granic międzyfazowych. Potencjał elektryczny, chemiczny i elektrochemiczny. Potencjał Galvaniego. Półogniwa i reakcje połówkowe. 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 o szybkości limitowanej 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. Równwnie Butlera-Volmera. Współczynnik symetrii. Prąd wymiany. Czynniki wpływające na kinetykę przeniesienia ładunku. Tunelowanie. Przeniesienie elektronu bez zmian i ze zmianami w sferze koordynacyjnej (wewnątrzsferyczne i zewnątrzsferyczne przeniesienie elektronu) .

8. **Podstawy badania procesów elektrodowych**

Obwody elektryczne. Stała czasowa układu. Trójelektrodowe naczynie elektrochemiczne. Pomiary 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. Pomiary niskoprądowe. Nabór danych. Materiały elektrodowe – przygotowanie i czyszczenie. Odtlenianie.

9. **Techniki elektroanalityczne z wykorzystaniem skokowej zmiany potencjału lub prądu**

Chronoamperometria (równanie Cotrella, 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 Ilkovica. 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) I**

Elektrody płaskie i mikroelektrody. Układy odwracalne, nieodwracalne i kwazi-odwracalne. Wpływ EDL i nieskompensowanego oporu. Szybkość polaryzacji. Układy wieloskładnikowe i wielokrotne przeniesienie elektronu.

12. **Woltametria cykliczna (CV) II**

Złącza ciekłe. Liniowe i schodkowe przemiatanie potencjałem. Adsorpcja depolaryzatora. Sprzężone reakcje homogeniczne. Elektrokataliza. Wirująca elektroda dyskowa z pierścieniem. Elektrody grzebieniowe (generator-kolektor).

13. **Techniki zmiennoprądowe**

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

14. **Skaningowa mikroskopia elektrochemiczna (SECM) i inne techniki badania procesów elektrodowych**

Podstawy. Aparatura. Sposoby zastosowania. Pomiary szybkości reakcji heterogenicznych i homogenicznych. Obrazowanie. Modyfikacja powierzchni. Mikroskopia przewodnictwa jonowego (SICM), mikroskopia ze skanującym naczyniem elektrochemicznym (SECCM). Spektroskopie. Mikrograwimetria 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. Pomiary elektrochemiczne korozji. Pasywacja. Ochrona katodowa.