



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## INGEGNERIA DEI SISTEMI ELETTROCHIMICI

### NICOLAOS VATISTAS

Anno accademico	2018/19
CdS	INGEGNERIA CHIMICA
Codice	212II
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
INGEGNERIA DEI SISTEMI ING-IND/24 ELETTROCHIMICI		LEZIONI	60	NICOLAOS VATISTAS

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Il corso introduce il campo ingegneria dei sistemi elettrochimici: Le operazioni che correlano trasformazioni di energia con trasformazioni di materia (specie chimiche) e viceversa.

Inizialmente si introducono le operazioni da lungo tempo note, semi-reazioni specie e migrazione ioni per sottolineare la specificità di queste operazioni rispetto alle operazioni classiche di ingegneria chimica, le particolari forze motrici ed apparecchiature necessarie per lo svolgimento di queste operazioni che correlano trasformazioni di materia con trasformazioni di energia.

Seguono le operazioni meno note, elettro-cinetiche generate dalla interazione del campo elettrico su specie con polarizzazione intrinseca o indotta. Operazioni sempre più applicate nel campo di nuovi materiali ed energetico che stanno trasformando l'ingegneria dei sistemi elettrochimici da un territorio marginale ad uno strategico per la sua capacità di fornire soluzioni alle necessità tecnologiche emergenti.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La verifica delle conoscenze dello studente si effettua (1) durante le esercitazioni dove gli studenti sono tenuti a partecipare in modo attivo (ii) con un esame orale, durante il quale lo studente viene interrogato sugli argomenti trattati e (iii) con l'approfondimento dell'argomento elaborato dallo studente.

##### *Capacità*

Il corso combina elementi da campi diversi (chimici ed elettrici) ed induce lo studente allo sviluppo dell'attitudine di ricercare la sintesi tra differenti aspetti ed allo stesso tempo migliora la sua capacità di comunicare con due linguaggi distinti, chimico ed elettrico.

##### *Modalità di verifica delle capacità*

Essendo intrinsecamente legata con le conoscenze si realizza con la stessa modalità ed in parallelo.

##### *Comportamenti*

La necessità di sintesi di aspetti diversi richiede due comportamenti apparentemente contrapposti, la libertà di muoversi da un campo all'altro per vedere i diversi aspetti ed il rigore per non perdere l'obiettivo, le trasformazioni di materia ed energia sono due diversi aspetti della dello stesso evento.

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Essendo intrinsecamente legata con le conoscenze e la capacità si realizza con la stessa modalità ed in parallelo.

##### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Sono richieste nozioni di matematica, chimica e fisica

##### *Indicazioni metodologiche*

Nello svolgimento delle lezioni, si sceglie di partire dal percorso di organizzazione dei dati disponibili per introdurre le nozioni necessarie. Nello studio di casi particolari, durante le esercitazioni, è richiesta la partecipazione attiva degli studenti.

##### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

###### INTRODUZIONE

I sistemi elettrochimici: Pile, elettrolizzatori, corrosione metalli in umido. Costituenti dei sistemi elettrochimici: Elettrodi, elettroliti, interfaccia



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

elettrodo - elettrolita. Polarizzazione dei sistemi elettrochimici.

### ELETTROLITI

Classi di elettroliti: Elettroliti, liquidi, solidi, sali fusi e membrane ioniche. Caratteristiche degli elettroliti: Mobilità ioniche, conducibilità elettrica, numero di trasporto. Elettroliti liquidi: Interazione ione - solvente, Interazione ione - ione, trasporto. Elettroliti solidi: Difetti intrinseci ed estrinseci, a struttura aperta, mobilità dei difetti ionici. Sali fusi: Trasporto, sali fusi associati, interazione soluto - solvente. Membrane ioniche: Trasporto e permeselettività.

### ELETTRODI

Materiale elettrodo ed interfaccia elettrodo – soluzione. Classi di elettrodi: Stato solido e liquido, metallici o semiconduttori, rivestiti o non rivestiti, compatti o porosi. Nuovi materiali elettrodo: Rivestimenti di ossidi, deposizione materiale elettrodo su membrane ioniche.

### INTERFACCIA ELETTRODO – SOLUZIONE

Legge di Coulomb, campo Elettrico, potenziale elettrostatico, distribuzione della carica elettrica, distribuzione di Boltzmann, lunghezza di Debye, funzione potenziale per la porzione diffusiva dello strato limite. Reazioni elettrochimiche elementari: Cinetica di reazione vs. sovratensione. L'effetto dell'adsorbimento sulla cinetica. Caso della reazione di sviluppo dell'idrogeno, della riduzione dell'ossigeno e della formazione di fase.

### REATTORI ELETTROCHIMICI

Parametri di merito: Conversione, efficienza di corrente, consumo di energia, voltaggio di cella, efficienza energetica. Condizioni di funzionamento: Reattore batch, reattore a singolo passo o a riciclo. Distribuzione del potenziale nella cella: Elettrodi, interfaccia elettrodo – soluzione, soluzione e membrana. Distribuzione della corrente: Primaria, secondaria e terziaria. Tipi di celle elettrolitiche: A piatti, rottative e con elettrodi porosi.

### FENOMENI ELETTROKINETICI

Velocità Elettroosmotica, equazione di Helmholtz-Smoluchowski, elettroforesi, stabilità colloidale, energia potenziale tra particelle, membrane ion selettive e loro condizioni di equilibrio. Fenomeni elettrocinetici indotti

### TRATTAMENTI ELETTROCHIMICI DI SUPERFICIE

Rivestimenti galvanici: Effetto del substrato, del metallo depositato, della composizione del bagno galvanico, della corrente ed agitazione. Elettropulitura ed elettroformatura: Diagrammi pH vs. Potenziali, dissoluzione anodica dei metalli, formazione di composti solubili, passivazione dei metalli per film e per adsorbimento. Tecnica di applicazione di pitture per cataforesi.

### Bibliografia e materiale didattico

Dispense fornite dal Docente.

G. Bianchi, T. Mussini "Fondamenti di Elettrochimica" Masson, Milano (1993).

D. Pletcher, F. C. Walsh "Industrial Electrochemistry", Second Edition, Capman and Hall, London, (1984).

K. Scott, "Electrochemical Processes for Clean Technology", Royal Soc. of Chemistry, Cambridge (1995).

### Modalità d'esame

Esame orale con discussione di un argomento sviluppato dallo studente.

*Ultimo aggiornamento 11/11/2018 18:50*