

## SYLLABUS DEL CORSO

### Fundamentals of Electrochemistry for Energy Storage

2627-1-FSM02Q017

---

#### Obiettivi

Il corso si propone di fornire agli studenti i principi e le basi per comprendere il comportamento delle tecnologie elettrochimiche per la conversione e lo stoccaggio dell'energia, e per inquadrarle nel più ampio contesto dell'attuale scenario energetico.

#### Conoscenze e capacità di comprensione

Al termine del corso lo studente conosce:

- Concetti di base dei sistemi elettrochimici (elettroliti, elettrodi, fenomeni di trasporto, teoria dell'interfaccia elettrificata).
- Principali tecnologie di accumulo elettrochimico dell'energia (supercapacitori, batterie), loro natura e composizione.
- Tecniche di analisi elettrochimica dei suddetti dispositivi (analisi a corrente costante, voltammetria, spettroscopia d'impedenza).

#### Applicazione delle conoscenze e capacità di comprensione

Al termine del corso, lo studente è in grado di:

- Comprendere i principali fenomeni elettrochimici e la natura dei dispositivi elettrochimici.
- Applicare le conoscenze acquisite per valutare in modo critico la scelta dei materiali nei diversi dispositivi per di accumulo elettrochimico di energia, considerando le loro proprietà strutturali, elettroniche e funzionali.
- Assemblare un dispositivo elettrochimico, preparandone elettroliti ed elettrodi.
- Comprendere ed effettuare analisi sulle varie componenti di un sistema di accumulo (elettrolita, anodo e catodo)

#### Autonomia di giudizio

Al termine di questa attività formativa, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di:

- Dimostrare la padronanza degli argomenti trattati nel corso

- Comprendere il principio di funzionamento di un dispositivo elettrochimico di accumulo dell'energia
- Dimostrare di essere in grado di analizzare criticamente dati elettrochimici raccolti in laboratorio. Ciò comprende anche la capacità di organizzare i dati in un elaborato scientifico.

### **Abilità comunicative**

Al termine di questa attività, lo studente sarà in grado di esporre oralmente e con proprietà di linguaggio gli argomenti scientifici relativi ai sistemi di accumulo di energia. Lo studente sarà anche in grado di produrre un elaborato scritto relativo alle esperienze di laboratorio.

### **Capacità di apprendere**

Al termine del corso, lo studente è in grado di:

- Approfondire in modo autonomo le conoscenze sui materiali e dispositivi di accumulo elettrochimico di energia attraverso la letteratura scientifica e risorse specialistiche.
- Aggiornarsi costantemente sugli sviluppi della ricerca e sull'evoluzione tecnologica nel campo dei sistemi di accumulo elettrochimico.
- Valutare criticamente nuove informazioni e dati nel settore, a supporto del processo decisionale e della risoluzione di problemi.
  - Sviluppare un approccio multidisciplinare allo studio e alla comprensione dei sistemi di accumulo elettrochimico dell'energia, integrando principi di scienza dei materiali, chimica e ingegneria.
- Proseguire efficacemente il proprio percorso di apprendimento sia in ambito accademico che professionale, in particolare nel settore delle tecnologie di accumulo dell'energia.

### **Contenuti sintetici**

Verranno presentati i principi termodinamici e cinetici dei conduttori ionici e delle interfacce elettrochimiche e discusso il metodo per la loro caratterizzazione elettrochimica. Verranno classificate le tecnologie elettrochimiche per la conversione dell'energia (celle a combustibile, elettrolizzatori, batterie primarie) e per lo stoccaggio (batterie secondarie, supercondensatori) e discussi i meccanismi di reazione di base.

### **Programma esteso**

Introduzione alle nozioni di base delle celle e degli elementi elettrochimici (elettrodi, elettroliti). Fondamenti di termodinamica elettrochimica ed equilibrio elettrochimico all'interfaccia elettrodo. Tipo di elettrodi e definizioni IUPAC in elettrochimica. Trattamento cinetico di semplici reazioni elettrochimiche all'elettrodo. Controllo del trasferimento di carica e problema del trasporto di massa. Classificazione, conducibilità e mobilità degli elettroliti. L'elettrolita cristallino solido.

Problemi e soluzioni in elettrochimica sperimentale. Metodi elettrochimici, metodi DC chrono e metodi di potenziali sweep. Fondamenti di spettroscopia di impedenza elettrochimica.

Celle galvaniche ed elettrolizzatori. Energia e potenza delle fonti di energia elettrochimiche. Il diagramma di Ragone, sistemi aperti e sistemi chiusi. Classificazione delle celle a combustibile e fondamenti di termodinamica delle celle a combustibile. La corrente potenziale caratteristica di una cella a combustibile ideale. Batterie primarie e secondarie, schema generale delle batterie e ruolo dell'elettrolito. Curve di scarica nelle batterie. Efficienze nelle batterie secondarie. Condensatori elettrochimici a doppio strato, curve del potenziale di corrente. I concetti di super- e pseudo-condensatori.

## **Prerequisiti**

Fisica e matematica di primo livello, termodinamica e cinetica chimica.

## **Modalità didattica**

La modalità didattica è suddivisa in lezioni frontali (5 CFU) ed esperienze di laboratorio (1 CFU). Le lezioni frontali saranno supportate da materiale didattico multimediale. Il laboratorio consiste in esperienze condivise (gruppi di 3 - 5 studenti) sugli argomenti trattati durante il corso.

## **Materiale didattico**

Materiale fornito dal docente e capitoli scelti dai seguenti libri:

Bockris Reddy, Modern Electrochemistry 1 – Ionics (second edition) chapter 4

Bockris Reddy Gamboa-Aldeco, Modern Electrochemistry 2A – Fundamental of Electrodeics (second edition), chapters 6,7

Bard Faulkner: Electrochemical Methods, Fundamental and Applications (2° Edition), chapters 3,4

Selezione di articoli scientifici

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

I semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

L'esame principale si terrà in modalità orale e sarà relativo agli argomenti trattati durante il corso. A concorrere al giudizio verrà valutato anche un elaborato prodotto al termine delle esperienze di laboratorio (costruito sulla falsa riga di un articolo scientifico).

## **Orario di ricevimento**

su appuntamento

## **Sustainable Development Goals**

ISTRUZIONE DI QUALITÀ | ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

---