UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

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 i 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 Electrodics (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 QUALITÁ | ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO