UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Photovoltaics & Other Renewable Energy Technologies

2526-2-FSM01Q027

Obiettivi

L'obiettivo dell'insegnamento è la descrizione della struttura, proprietà, funzioni e caratterizzazione di materiali per applicazioni solari e tecnologie rinnovabili. Il corso comprenderà anche la descrizione dei corrispondenti dispositivi.

Conoscenze e capacità di comprensione

Al termine del corso lo studente conosce:

- i principali dispositivi solari (fotovoltaico, fotosintesi artificiale, fotoelettrochimici) sia commerciali che in fase di ricerca e sviluppo;
- i principali materiali in essi utilizzati e le loro principali caratteristiche e proprietà.
- le principali tecnologie di produzione di energia da fonti rinnovabili (fotovoltaico, applicazioni particolari di fotovoltaico(Agrivoltaico, Floating PV, BIPV) cenni di eolico, idroelettrico e produzione di e-fuels)

Applicazione delle conoscenze e capacità di comprensione
Al termine del corso, lo studente è in grado di:
-applicare le conoscenze acquisite per valutare in modo critico la scelta dei materiali nei diversi dispositivi per l'energia solare, considerando le loro proprietà strutturali, elettroniche e funzionali;

-selezionare materiali e tecnologie adeguati per specifiche applicazioni nel campo delle energie rinnovabili, come i sistemi fotovoltaici, fotoelettrochimici e la fotosintesi artificiale;

-interpretare e analizzare i dati di caratterizzazione dei materiali per valutare le prestazioni e l'affidabilità dei componenti utilizzati nelle tecnologie solari ;

-integrare le conoscenze sui materiali e sui dispositivi per proporre soluzioni innovative o miglioramenti nei sistemi

di conversione energetica;

-applicare i principi appresi a scenari reali di produzione di energia da fonti rinnovabili, inclusi il vento, l'idroelettrico e la produzione di e-fuel.

Autonomia di giudizio

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

- comprendere il principio di funzionamento di una cella solare e le relazioni tra efficienza del dispositivo e proprietà chimico fisiche dei materiali impiegati nel dispositivo stesso;
- comprendere le principali caratteristiche strutturali e altre proprietà dei materiali utilizzati nei dispositivi solari;
- analizzare delle tecnologia energetica rinnovabile trattate i vantaggi e gli svantaggi e il relativo impatto ambientale.
- analizzare criticamente la letteratura di riferimento;

Abilità comunicative

Esporre oralmente e per iscritto con proprietà di linguaggio argomenti scientifici di materiali per l'energia rinnovabile .

Capacità di apprendere

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

-approfondire in modo autonomo le conoscenze sui materiali e dispositivi per l'energia rinnovabile attraverso la letteratura scientifica e risorse specialistiche;

-aggiornarsi costantemente sugli sviluppi della ricerca e sull'evoluzione tecnologica nel campo dell'energia solare e delle altre fonti rinnovabili;

-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 per l'energia rinnovabile, 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 per l'energia sostenibile.

Contenuti sintetici

Descrizione dei principi di funzionamento di una cella fotovoltaica e delle proprietà dei principali materiali assorbitori e dispostivi fotovoltaici attualmente in commercio e in fase di avanzata ricerca e sviluppo.

Descrizione dei principali processi fotocatalitici e fotoelettrochimici per la produzione di combustibili e composti chimici da energia solare (e-fuels).

Descrizione di altre rilevanti tecnologie di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Programma esteso

Fonti di energia e fonti rinnovabili: uno sguardo d'insieme. Effetto fotovoltaico. Dispositivi fotovoltaici: funzionamento e parametri fotovoltaici, limiti teorici della conversione fotovoltaica. Tecniche di misure e relativa metodologia di analisi di dispositivi fotovoltaici (curve I/V sotto illuminazione, risposte spettrali)

Classi di materiali e dispositivi fotovoltaici:

- Celle solari a silicio mono- e multi cristallino (processi di crescita e di realizzazione del dispositivo)
- Celle solari inorganiche a film sottile (silicio amorfo, CdTe e CIGS): metodi di deposizione e proprietà
- Celle solari ad alta efficienza: celle a multi giunzione e sistemi a concentrazione
- Celle solari di concezione avanzata
- Celle solari organiche e ibride a film sottile (dye-sensitized solar cells, celle organico-polimeriche, celle a perovskiti)
- Materiali e dispositivi per la generazione fotocatalitica e fotoelettrochimica di combustibili e prodotti chimici per via solare o elettrochimica (fotosintesi artificiale, fotolisi dell'acqua, riduzione della CO_2).
- Energia eolica

Prerequisiti

Per seguire in maniera ottimale gli argomenti trattati e affrontare l'esame finale sono richieste conoscenze di base di chimica (chimica generale, inorganica, organica, fisica) e fisica dello stato solido e struttura della materia come quelle acquisite nel corso di studio di I ciclo di Scienza dei materiali. Per la seconda parte è opportuno conoscere la struttura , la nomenclatura le principali proprietà e struttura dei principali composti chimici.

Modalità didattica

Lezioni frontali in aula, integrate da strumenti multimediali di supporto funzionali ad una miglior comprensione degli argomenti trattati. In alcune lezioni saranno invitati anche esperti provenienti dal mondo industriale

23 lezioni da 2 ore in presenza, Didattica Erogativa

1 visita Laboratorio MIBSOLAR da 2 ore in presenza, Didattica Interattiva

Materiale didattico

Per la prima parte dell'insegnamento

sono fondamentali i seguenti testi reperibili in Ebook in biblioteca

O. Isabella, K. Jäger, A. Smets , R. van Swaaij,M.Zeman "Solar Energy: The Physics and Engineering of Photovoltaic Conversion, Technologies and Systems " UIT ISBN-13: 978-1906860325 ; ISBN-10: 1906860327 (gratis in EBOOK)

Antonio Luque,Steven Hegedus “ Handbook of Photovoltaic Science and Engineering”, 2?? edition 2011 John and Wiley & Sons;
(verranno indicati i capitoli)

Comunque data la natura del corso, che ha come oggetto contenuti anche molti recenti di natura scientifica e tecnologica, non esistono testi esaustivi comprendenti tutti gli argomenti. Il materiale utile consiste anche nelle slides che il docente presenta e discute a lezione e che vengono messe il giorno stesso della lezione a disposizione degli studenti nella piattaforma e-learning dedicata all’insegnamento. Le slides contengono anche riferimenti di fonti primarie e secondarie di letteratura (reviews, articoli scientifici, libri) che lo studente può utilizzare per un approfondimento della materia. L’utilizzo di questo materiale addizionale tuttavia non è richiesto per il superamento dell’esame.

Per la seconda parte dell'insegnamento, tenuta dal Prof. Manfredi , si consiglia il testo "Tian H., Boschloo G., Hagfeldt A. (eds) Molecular Devices for Solar Energy Conversion and Storage. Green Chemistry and Sustainable Technology. Springer, Singapore, 2018. "
Si rammenta che le slides contengono sia il contenuto la cui conoscenza è ritenuta fondamentale per la conoscenza della materia e il superamento dell’esame sia contenuti di dettaglio che vengono forniti dai docenti allo scopo di meglio illustrare la materia e supportare la comprensione dei concetti esposti. La distinzione tra le due tipologie è chiaramente espressa durante le lezioni in aula. In caso di dubbi si consiglia fortemente di rivolgersi ai docenti per conoscere le parti obbligatorie per lo studio nell’ambito del materiale reso disponibile nella pagina e-learning dell’insegnamento.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

II anno primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

COLLOQUIO SUGLI ARGOMENTI SVOLTI A LEZIONE E SUI TESTI DI ESAME

L’esame consiste in una prova orale su tutti gli argomenti trattati a lezione e riportati nel materiale (diapositive delle lezioni e testi di riferimento) forniti agli studenti tramite la piattaforma Moodle.

Durante l’esame il docente può chiedere allo studente di scrivere su un foglio o alla lavagna le risposte, soprattutto laddove questo venga ritenuto necessario (strutture dei materiali, meccanismi e processi, configurazione dei dispositivi, ecc.).

Data la natura del corso di laurea l’esame verterà soprattutto sui materiali (struttura, proprietà, funzioni e caratterizzazione) ma saranno richieste anche conoscenze sulla struttura generale e caratterizzazione delle

tecnologie e dispositivi presentati a lezione.

Viene applicato il seguente grado di giudizio in relazione ai seguenti parametri:

1. Conoscenza concettuale e capacità di comprensione
2. Capacità di applicare conoscenza e comprensione
3. Capacità comunicative e argomentative
4. Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione

Votazione < 18

Conoscenza e Comprensione

Lo studente identifica solo parzialmente le caratteristiche dei concetti. Le connessioni tra i concetti risultano frammentarie e scarsamente supportate da conoscenze teoriche.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente individua solo alcuni elementi rilevanti in un fenomeno, senza riuscire a integrarli in un'analisi organica.

Capacità comunicative e argomentative

Nella prova orale lo studente elabora un'argomentazione essenziale, priva di articolazione logica e caratterizzata da numerose imprecisioni espositive.

Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione

Lo studente riesce a ricostruire solo alcuni aspetti del proprio percorso di apprendimento e sviluppo professionale.

Votazione 18-22

Conoscenza e Comprensione

Lo studente riconosce e restituisce la maggior parte delle caratteristiche concettuali e riesce a fornirne una spiegazione relativamente coerente, sebbene con qualche imprecisione. I riferimenti teorici sono presenti ma non sempre in modo rigoroso.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente è in grado di riconoscere un numero significativo di elementi e di fornire una spiegazione parziale, pur evidenziando alcune lacune nell'analisi.

Capacità comunicative e argomentative

Nella prova orale lo studente costruisce un'argomentazione di base, dotata di una struttura minima ma con alcune imprecisioni.

Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione

Lo studente dimostra una consapevolezza di base del proprio percorso di apprendimento, riuscendo a tracciare collegamenti essenziali tra le esperienze formative, sebbene con alcune imprecisioni.

Votazione 23-27

Conoscenza e Comprensione

Lo studente dimostra una comprensione approfondita delle caratteristiche concettuali. Nella prova orale le spiegazioni risultano ben articolate e supportate da un uso adeguato dei riferimenti teorici.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente individua con precisione gli elementi essenziali di un fenomeno. L'applicazione delle conoscenze avviene con un rigore metodologico non sempre solido.

Capacità comunicative e argomentative

Nella prova orale lo studente sviluppa un'argomentazione coerente e ben organizzata, dimostrando una buona padronanza del linguaggio e una struttura logico-argomentativa solida. La comunicazione risulta chiara ed efficace.

Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione

Lo studente analizza il proprio percorso di apprendimento in modo chiaro e strutturato, mettendo in evidenza relazioni significative tra le diverse tappe evolutive e dimostrando una buona capacità di riflessione critica.

Votazione 28-30

Conoscenza e Comprensione

Lo studente evidenzia una padronanza completa dei concetti, articolando connessioni complesse e fornendo spiegazioni esaustive. I riferimenti teorici sono utilizzati con pertinenza e rigore.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente evidenzia una capacità avanzata di analisi di un fenomeno, individuando e interpretando in modo esaustivo tutti gli elementi salienti. L'applicazione delle conoscenze avviene con rigore metodologico, supportato da un'argomentazione solida e articolata.

Capacità comunicative e argomentative

Nella prova orale lo studente elabora un'argomentazione solida e articolata, con un impianto logico rigoroso e un elevato livello di coerenza testuale. Il discorso è fluido e ben strutturato.

Capacità di apprendimento, di autovalutazione e di autoregolazione

Lo studente evidenzia una capacità avanzata di autoriflessione, elaborando un'analisi articolata e approfondita del proprio percorso di apprendimento e sviluppo professionale. Le connessioni tra esperienze formative e concetti teorici risultano chiare, coerenti e rigorose.

Orario di ricevimento

Tutti i giorni su prenotazione tramite e-mail

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE