UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# SYLLABUS DEL CORSO

# Photovoltaics & Other Renewable Energy Technologies

**2425-2-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) eolico, e produzione di e-fuels)

**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**
Essere in grado di applicare le conoscenze acquisite sulle relazioni tra proprietà dei materiali ed efficienza del dispositivo solare ad esempi differenti da quelli presentati durante il corso, e di comprendere gli argomenti trattati nella letteratura scientifica riguardante i materiali per applicazioni energetiche

## 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.

## Orario di ricevimento

Tutti i giorni su prenotazione tramite e-mail

## Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE