



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Chimica Organica per l'Energetica Sostenibile

2627-1-F5402Q013

Obiettivi

Fornire una panoramica su sistemi a base organica e ibrida per la produzione, conversione e stoccaggio dell'energia utilizzando fonti di energia rinnovabili.

O1 – Conoscenza e capacità di comprensione

Allo studente si richiede di mostrare una sufficiente conoscenza, una adeguata comprensione e padronanza della chimica e di quella organica nel:

- 1) comprendere quali siano i sistemi organici o legami nei quali è possibile stoccare energia
- 2) comprendere le tipologie di energia che è possibile immagazzinare
- 3) comprendere le strutture chimiche in grado di interagire con la radiazione elettromagnetica di origine solare e utili nella produzione di combustibili rispettosi dell'ambienti e/o rinnovabili
- 4) comprendere in quali sistemi organici è possibile stoccare idrogeno o energia.
- 5) comprendere i principali processi fotofisici e fotochimici coinvolti nell'assorbimento di radiazione elettromagnetica (luce UV-Vis) e utili nello stoccaggio di energia e nella produzione di combustibili rinnovabili

O2 – Capacità di applicare conoscenza e capacità di comprensione (applying knowledge and understanding)

Allo studente, durante la modalità di verifica dell'apprendimento, si richiede di dimostrare una adeguata capacità nell'applicare la conoscenza e la comprensione dei concetti acquisiti nel:

- 1) individuare sistemi organici o legami nei quali è possibile stoccare energia
- 2) individuare le tipologie di energia che può essere immagazzinata

3) Individuare sistemi in grado di utilizzare la radiazione elettromagnetica di origine solare per la produzione di combustibili rispettosi dell'ambiente e/o rinnovabili

4) Individuare sistemi a base organica per lo stoccaggio di idrogeno o energia.

5) applicare principali processi fotofisici e fotochimici coinvolti nell'assorbimento di radiazione elettromagnetica (luce UV-Vis) allo stoccaggio di energia e alla produzione di combustibili rinnovabili

O3 – Autonomia di giudizio

Saper condurre una ragionata analisi dei sistemi organici potenzialmente utili nelle problematiche energetiche e ambientali.

O4 – Abilità comunicative

Saper illustrare e identificare i sistemi organici di interesse per l'energetica sostenibile, illustrare con proprietà di linguaggio i sistemi più significativi illustrandone anche i protocolli utili alla loro preparazione.

O5 – Abilità Capacità di apprendere

Essere in grado di applicare le conoscenze acquisite nel campo dell'energetica sostenibile.

Contenuti sintetici

Il Corso si propone di fornire una panoramica delle molecole e polimeri per la produzione, conversione e stoccaggio dell'energia con relativo basso impatto ambientale partendo da fonti di energia rinnovabili. Il corso descrive: a) sistemi a base organica polimerica per trasportare e stoccare l'energia; b) sistemi a base organica (molecolare o polimerica) e organometallica per applicazione fotovoltaiche; c) sistemi a base organica e organometallica per la produzione di combustibili solari mediante processi di fotoscissione dell'acqua o riduzione della CO₂ per la produzione di E-Fuel e fissazione dell'azoto; d) sistemi a base organica e organometallica per l'accumulo di energia.

Programma esteso

Panoramica sui sistemi di produzione, conversione e stoccaggio di energia. Concetto di energia chimica e sua applicazione nella progettazione di sistemi organici per l'immagazzinamento dell'energia. Richiamo di design molecolare e principali interazioni supramolecolari in materiali organici per applicazioni energetiche. Richiami di fotochimica (interazione luce materia e processi fotoattivati). Polimeri conduttori e applicazioni nel campo del trasporto e dello stoccaggio di energia. Sistemi per applicazioni fotovoltaiche (dye-sensitized solar cells, fotovoltaico organico-polimerico, celle a perovskiti, celle tandem). Sistemi per la produzione di idrogeno per fotodissociazione dell'acqua e riduzione fotocatalitica, sistemi per la produzione di idrocarburi (metano o C₂+) da anidride carbonica. Sistemi organici e organometallici nella realizzazione di sistemi di fotosintesi artificiale di combustibili impiegando l'energia solare (solar fuels). Materiali organici per lo stoccaggio di energia e differenti possibili sistemi redox per la produzione di batterie organiche alternative a quelle a Li/Li⁺. Batterie redox a flusso. Cenni di sistemi organici per lo stoccaggio di idrogeno. Cenni di sistemi organici per la fissazione dell'azoto.

Prerequisiti

Per seguire in maniera ottimale gli argomenti trattati sono richieste consolidate conoscenze di chimica organica di base e qualche nozione relativamente all'interazione della radiazione elettromagnetica con le molecole (stati eccitati e meccanismi di rilassamento, assorbimento e emissione).

Modalità didattica

- 22 lezioni da 2 ore svolte in modalità erogativa in presenza
- 2 esercitazioni da 2 ore in presenza in modalità erogativa nella parte iniziale che è volta a coinvolgere gli studenti in modo interattivo nella parte successiva. Didattica mista.

Materiale didattico

H. Tian, G. Boschloo, A. Hagfeldt, Molecular Devices for Solar Energy Conversion and Storage, Springer, 2018 (<https://doi.org/10.1007/978-981-10-5924-7>)

Appunti, articoli o/e dispensa fornita dai docenti

Periodo di erogazione dell'insegnamento

I anno, II semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

La verifica dell'acquisizione degli argomenti e dei concetti trattati durante il corso sarà condotta mediante un esame orale nel quale agli studenti saranno poste domande inerenti tutti gli aspetti trattati. Al termine della verifica sarà proposto allo studente una valutazione in trentesimi. L'esame è superato con un voto di 18/30. Dall'A, A. 2016/2017, gli esami sono stati superati con un voto medio di 27,9; voto minimo di 24 e massimo di 30 e lode.

Su richiesta dello studente, l'esame potrà essere sostenuto in lingua inglese

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

3

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

Il prof. Manfredi riceve il tutti i giorni previo appuntamento.

Il prof. Abbotto riceve tutti i giorni previo appuntamento

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI
