



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Chemistry of Molecular Materials

2627-1-FSM02Q006

Obiettivi

Obiettivi generali

I materiali molecolari stanno rapidamente guadagnando terreno, sia in termini di ricerca scientifica, sia di applicazioni tecnologiche.

Obiettivo del corso è quello di fornire una conoscenza dettagliata delle relazioni delle proprietà della struttura che governano il comportamento di tali materiali, con particolare attenzione alle proprietà elettroniche, ottiche e optoelettroniche.

Conoscenza e comprensione

Alla fine del corso lo studente:

Comprende il concetto di coniugazione in materiali organici e correla l'estensione della coniugazione con proprietà ottiche, elettriche e optoelettroniche

Comprende il concetto di legame non covalente ed è in grado di comprendere la sua influenza nello stato di aggregazione di molecole e polimeri allo stato solido e in soluzione

È in grado di distinguere tra residui donatori ed accettori di elettroni in molecole organiche. Può ragionare sulla loro influenza sulle proprietà elettriche, ottiche e optoelettroniche.

È in grado di progettare materiali coniugati organici per uno scopo specifico, in base a una serie di condizioni che definiscono il comportamento richiesto

Conoscenze e capacità di comprensione

Lo studente:

Conosce i principi di funzionamento di base dei modulatori elettro / ottici organici, transistor a film sottile, dispositivi elettrocromici, celle solari, OLEDs, fotoreattori, batterie organiche. Sulla base di tale conoscenza, lo studente è in grado di proporre strategie per migliorarne le prestazioni.

È in grado di raccogliere in modo indipendente informazioni aggiuntive su uno qualsiasi degli argomenti descritti durante le lezioni.

È in grado di progettare e modificare una struttura molecolare proposta in modo da poter essere applicata in differenti dispositivi.

Autonomia di giudizio

Data la struttura di una molecola o di un polimero coniugati, lo studente è in grado di stimare qualitativamente le corrispondenti proprietà ottiche, elettriche e optoelettroniche. All'opposto, data una certa funzione che una data molecola organica deve svolgere, lo studente può proporre derivati organici noti in letteratura e originali in grado di eseguirla. Lo studente è anche in grado di stimare l'influenza dell'ambiente sulle proprietà di molecole isolate ed aggregate.

Abilità comunicative

Lo studente possiede capacità di fornire informazioni concise e complete. Lo studente possiede la terminologia specifica del campo, quindi è nella posizione di discutere con le controparti che possiedono un background sia chimico sia fisico / ingegneristico. Possiede un atteggiamento di "problem solving".

Capacità di apprendimento

Lo studente è in grado di estendere quanto appreso nelle lezioni a casi di studio non trattati durante il corso. In particolare è in grado di gestire autonomamente la vasta letteratura dedicata ai materiali coniugati. Conosce gli strumenti di ricerca della letteratura dedicata, inclusi i brevetti.

Contenuti sintetici

Elementi di design molecolare e individuazione delle componenti in un materiale coniugato. Interazioni non covalenti, aggregati e solidi molecolari: dipolo-dipolo, ion-dipolo, legame idrogeno, legame coordinativo e interazioni tra pareti. Esempi di interazioni ospite ospitante in soluzione: eteri corona, coronandi, criptandi, calixareni e resorcinareneni, rotaxani e catenani. Richiami di interazioni luce-materia in sistemi organici. Materiali per ottica non lineare: background teorico. Materiali molecolari per optoelettronica. Derivati push-pull e modello BLA. Film sottili (polimeri polati e sol-gel, film di Langmuir-Blodgett, superreticoli autoassemblati). Materiali assorbenti a due fotoni e relative applicazioni (laser e imaging, limitazione ottica, microfabbricazione 3D) Sintesi e caratterizzazione di semiconduttori organici. Proprietà di trasporto nei complessi a trasferimento di carica. Polimeri conduttori (poliacetilene, PPV, polietereocicli). Polimerizzazioni elettrochimiche e ossidative. Polimerizzazioni per cross-coupling.

Materiali e dispositivi elettrocromici: criteri di base e di progettazione per materiali molecolari e polimerici. Problemi specifici con l'assemblaggio dei dispositivi. Materiali per display e illuminazione: principio di funzionamento e architettura degli OLED. Materiali polimerici e materiali molecolari. Dispositivi di conversione a stato solido. Materiali per dispositivi solari organici e ibridi. Batterie ricaricabili organiche e sistemi redox-flow. Elementi di materiali organici per bioimaging e terapia fotodinamica.

Programma esteso

Il corso è organizzato in attività in classe, attività interattive in aula basate sull'analisi del design molecolare e attività di laboratorio.

- Elementi di design dei materiali coniugati (elementi costitutivi)

- Elementi di chimica supramolecolare (interazioni non covalenti)
- Elementi di interazione luce-materia
- Molecole e materiali coniugati con comportamento ottico non lineare
- Fotoresist
- Semiconduttori e conduttori polimerici organici
- Materiali elettrocromici
- Transistor a effetto di campo organico
- Terapia fotodinamica
- Materiali organici per celle solari (DSSC, perovskite e ad eterogiunzione)
- Complessi a trasferimento di carica
- Dispositivi organici ad emissione luminosa

Lecture guidate di lavori di letteratura di elevata rilevanza.

Disegno e analisi critica di strutture molecolari: il lavoro verrà svolto a gruppi in aula e verranno proposte e analizzate strutture specifiche di molecole. Le strutture verranno poi modificate in maniera cooperativa per modificarne le proprietà previste.

Prerequisiti

I materiali a base molecolare richiedono un approccio interdisciplinare. Elementi di

- Scienza dei materiali
- Chimica organica
- Chimica inorganica
- Chimica fisica

Modalità didattica

Insegnamento con differenti modalità didattiche:

18 lezioni da 2 ore in presenza, Didattica Erogativa

3 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

Libri di testo:

- Introduction to Organic Electronic and Optoelectronic Materials and Devices. Sam-Shajing Sun and Larry R. Dalton (editors), 2017, Taylor & Francis Group
- Molecular Electronics: From Principles to Practice. Michael C. Petty, 2007, John Wiley & Sons
- Rechargeable Organic Batteries: Materials, Mechanisms, and Prospects. Yongzhu Fu, Xiang Li, Shuai Tang, Wei Guo, 2024 WILEY-VCH GmbH

Slides annotate (su Moodle).

Registrazioni delle lezioni (su Moodle).

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo semestre (Marzo-Giugno)

Modalità di verifica del profitto e valutazione

COLLOQUIO SUGLI ARGOMENTI SVOLTI A LEZIONE, SUI TESTI DI ESAME E DISCUSSIONE SULLE ATTIVITA' DI LABORATORIO;

Durante l'esame lo studente dovrà rispondere a 3 domande generali sugli argomenti discussi nelle lezioni. Le domande si concentreranno sulla capacità di riorganizzare i concetti discussi nelle lezioni. Gli studenti saranno incoraggiati a ragionare sul possibile uso delle loro nozioni in esempi pratici/applicazioni. L'esame prevede una prima domanda su un argomento a scelta dello studente e le altre due domande deriveranno dalla estensione dei concetti esposti e riportati su altri argomenti trattati nel corso.

Votazione < 18

Votazione insufficiente; non raggiunto il livello minimo di preparazione.

Votazione 18-21

Preparazione su un numero ridotto di argomenti presenti nel programma del corso, con capacità di trattazione e analisi limitate che emergono solo a seguito dell'aiuto e delle domande del docente; competenza espositiva e lessico non sempre corretti, capacità di elaborazione critica limitata.

Votazione 22-24

Preparazione su una parte degli argomenti presenti nel programma del corso, capacità di analisi autonoma limitata, uso di un lessico corretto anche se non del tutto accurato e chiaro e di una capacità espositiva a tratti incerta.

Votazione 25-27

Preparazione su un numero ampio di argomenti trattati nel programma del corso, capacità di svolgere in modo autonomo l'argomentazione e l'analisi critica, capacità di applicazione delle conoscenze ai casi concreti, uso di un lessico corretto e competenza nell'uso del linguaggio disciplinare.

Votazione 28-30L

Preparazione completa ed esaustiva sugli argomenti in programma d'esame, capacità personale di trattazione autonoma e di analisi critica dei temi, ottima capacità di pensiero critico e autonomo, piena padronanza del lessico disciplinare e di una capacità espositiva rigorosa e articolata.

Orario di ricevimento

9:30-12:30, su appuntamento.

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | CONSUMO E
PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO
