UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Molecular Electronics and Photonics

2425-1-FSM01Q013

Obiettivi

Il corso tratta i principi fisici delle proprietà dei semiconduttori molecolari. Cristalli molecolari e origini quantomeccaniche delle forze intermolecolari. Sistemi policoniugati a base di carbonio: anisotropia, proprietà a bassa dimensione. Semiconduttori polimerici.

Contenuti sintetici

ELECTRONIC STATES OF POLICONJUGATED MOLECULES AND POLYMERS.

EXCITED STATES IN MOLECULAR CRYSTALS.

ELECTROLUMINESCENCE AND LED DEVICES.

ORGANIC PHOTOVOLTAIC CELLS.

MOLECULAR ELECTRONICS AND PHOTONICS.

Programma esteso

STATI ELETTRONICI DI MOLECOLE E POLIMERI CONIUGATI: Modello a elettroni liberi, modello di Hueckel. Struttura a bande dei polimeri coniugati. Approssimazione monoelettronica: Hamiltoniana di Su-Shrieffer-Heeger. Interazione elettrone-fonone e lacuna di Peierls. Solitoni, polaroni, bipolaroni. Correlazione elettronica: Hamiltoniana di Hubbard.

PROPRIETÀ OTTICHE LINEARI: Assorbimento ed emissione di molecole coniugate. Coefficienti di Einstein e formula di Strickler-Berg. Singoli e triplette. Calcolo degli spettri ottici con il metodo del "tight binding". Calcolo degli elementi della matrice di transizione. Regola di Kasha. Processi non radiativi. Tempi di vita. Efficienza quantica della fotoluminescenza e sua misurazione.

STATI ECCITATI NEI CRISTALLI MOLECOLARI: Stati eccitati negli aggregati molecolari: classificazione degli eccitoni (Frenkel, trasferimento di carica, Wannier). Delocalizzazione ed energia di legame: confronto tra materiali organici e inorganici. Calcolo dell'energia degli eccitoni. Scissione di Davydov. Meccanismi di generazione degli eccitoni. Mobilità degli eccitoni. Trasferimento di energia coerente e incoerente. Trasferimento di energia di Foerster e Dexter. Antenna fotonica.

DISPOSITIVI DI ELETTROLUMINESCENZA E LED: Architettura di un dispositivo prototipo e diagramma dei livelli energetici. Iniezione e trasporto di carica. Generazione e ricombinazione di eccitoni. Microcavità.

ELETTRONICA E FOTONICA MOLECOLARE: Fisica e architettura dei diodi organici a emissione di luce (OLED). Raccolta della luce, separazione della carica e trasporto. Celle a semiconduttore organico e polimerico e loro architettura, separazione di carica: donatori e accettori. Etero-giunzione planare e "bulk". Efficienza. Celle solari sensibilizzate ai coloranti basate su celle fotoelettrochimiche (Graetzel). Ottimizzazione della raccolta della luce solare: Processi di "upconversion" e "downconversion". Laser basati su semiconduttori organici. Principi e uso di molecole organiche nelle tecniche di imaging a fluorescenza e di super-risoluzione. Macromolecole, biomolecole e supramolecole e loro significato in fisica, chimica e biologia. Impiego di molecole per le fotoreazioni in biologia.

Prerequisiti

Questo corso richiede una buona conoscenza della fisica quantistica (equazioni di Schroedinger tempo-indipendenti e tempo-dipendenti, teoria delle perturbazioni, regola aurea di Fermi), della struttura della materia (atomi, molecole e solidi) e alcune conoscenze di base di chimica organica.

Modalità didattica

Lezioni frontali, in presenza.

40 ore di didattica in presenza.
20 ore di didattica interattiva.

Materiale didattico

T. A. Skotheim, "Handbook of Conducting Polymers"

J. M. André et. al.," Quantum chemistry aided design of organic polymers"

M. Pope C. E. Swenberg, "Electronic processes in organic crystals"

Several review articles supplied by the lecturer

Periodo di erogazione dell'insegnamento

2° SEMESTRE

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Prova orale mira a verificare la capacità degli studenti di:

i) modellare e discutere le proprietà delle molecole e dei materiali organici
ii) analizzare i processi ottici ed elettronici che avvengono in questa classe di materiali; iii) descrivere il funzionamento, le peculiarità e i limiti dei dispositivi elettronici e fotonici organici.

Non sono previste prove parziali.

Orario di ricevimento

su appuntamento

Sustainable Development Goals

IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE