UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Physics of Soft Matter Nanostructures

2526-1-FSM02Q015

Obiettivi

Il corso si propone di fornire agli studenti i concetti fondamentali della fisica delle nanostrutture basate su materiali molecolari organici, con particolare attenzione a quelli di interesse per applicazioni optoelettroniche.

Conoscenza e comprensione
Al termine del corso lo studente conosce:
• i principali concetti della fisica delle interazioni tra atomi, molecole e sistemi macroscopici
• i principali effetti delle interazioni di Van der Waals nelle proprietà optoelettroniche dei solidi semiconduttori organici
• le principali tecniche di deposizione dei film di semiconduttori organici
• le principali applicazioni dell'elettronica organica

Applicare la conoscenza e la comprensione
Al termine del corso lo studente è in grado di:
• identificare il tipo di forza dominante che regola l'interazione tra diverse molecole, particelle o superfici
• applicare il concetto di dimero eccitonico per prevedere l'effetto sulle forze intermolecolari in un dato solido a semiconduttore organico
• riconoscere i metodi più adatti per depositare uno specifico materiale semiconduttore organico (e le possibili sfide da affrontare)
• descrivere i principali processi eccitonici coinvolti in una specifica applicazione dell'elettronica organica

Autonomia di giudizio
Al termine del corso lo studente è in grado di:
• scegliere la funzione giusta per quantificare la forza dell'interazione tra molecole, particelle o superfici
• identificare gli aspetti comuni, le approssimazioni e le limitazioni delle funzioni derivate durante le lezioni

Abilità comunicative
Al termine del corso, lo studente sarà in grado di trasmettere oralmente in modo efficace le conoscenze acquisite, utilizzando un linguaggio scientifico appropriato.

Capacità di apprendimento
Sebbene il corso tratti principalmente gli aspetti fisici fondamentali delle forze intermolecolari e il loro impatto sulle proprietà dei materiali, gli studenti svilupperanno anche una comprensione dei processi della materia soffice che sono di interesse per varie discipline, come la chimica e la biologia.

Contenuti sintetici

Partendo da una descrizione dettagliata delle forze tra molecole, particelle e superfici, il corso si concentrerà su una classe di solidi nanostrutturati basati su molecole tenute insieme da interazioni deboli di Van der Waals, ovvero i film sottili di materiali molecolari organici.
In particolare, il corso si occuperà di nanostrutture organiche (per lo più film sottili) che presentano proprietà semiconduttive. Gli argomenti chiave saranno i metodi di crescita/deposizione e la relativa fisica; la fotofisica degli aggregati molecolari e dei film sottili cristallini (eccitoni, trasferimento di energia/portatori di carica).
Verranno discussi i principali metodi di caratterizzazione e le applicazioni relative a ciascun argomento.

Programma esteso

Forze intermolecolari (FI): interazioni tra atomi & molecole:

- Introduzione: Panoramica storica; termodinamica e statistica delle FI;
- FI forti: Interazioni covalenti e coulombiane (ioniche);
- Interazioni che coinvolgono la polarità e la polarizzazione delle molecole;
- Forze di van der Waals;
- Forze repulsive, potenziali di interazione intermolecolare totali;
- Interazioni speciali: legame a idrogeno, interazioni idrofobiche e idrofiliche.

Forze tra particelle e superfici:

- Similitudini e differenze tra forze intermolecolari e forze interparticellari/intersuperficiali;
- Forze di van der Waals tra particelle e superfici;
- Colloidi e nanoparticelle: Interazioni elettrostatiche tra superfici nei liquidi;
- Adesione e bagnabilità.

Film sottili di materiali organici (molecolari e cristallini):

- Eccitoni di Frenkel in cristalli molecolari;
- Principali meccanismi di trasferimento di energia;
- Trasferimento di carica;
- Eccitoni di tripletto.

Tecniche di deposizione di film sottili e caratterizzazione:

- Confronto tra tecniche di deposizione/crescita da soluzione e in vuoto;
- Tecniche in vuoto
- Esempi di caratterizzazione (proprietà ottiche, morfologia);
- Esempi di applicazioni (LEDs, transistor, celle solari).

Prerequisiti

Per la prima parte del corso sulle forze intermolecolari e di superficie è necessaria una conoscenza di base della chimica, della termodinamica e dell'elettromagnetismo. Per la seconda parte, è utile (ma non obbligatoria) una buona conoscenza della fisica quantistica e dei fondamenti della fisica dello stato solido.

Modalità didattica

Il corso prevede 24 lezioni da due ore svote in modalità erogativa in presenza (Didattica Erogativa).

Materiale didattico

- Slide e articoli scientifici (forniti dal docente);
- J.N. Israelachvili – Intermolecular & Surface Forces;
- M. Pope & C.E. Svenberg – Electronic processes in organic crystals and polymers;
- J.A. Venables – Introduction to Surface and Thin Film Processes;
- H. Lüth - Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame orale, che sarà diviso in due parti.
Nella prima, che vale il 60% del voto finale, lo studente sarà interrogato su un argomento specifico scelto tra quelli trattati nel corso. Il docente comunicherà a ogni studente (tramite la piattaforma e-learning) l'argomento assegnato 24 ore prima dell'esame.
Nella seconda parte, che vale il 40% del voto finale, verrà valutata la preparazione generale dello studente sui restanti contenuti del corso. In particolare, lo studente dovrà rispondere a due/tre domande riguardanti altri argomenti del programma, eventualmente ma non necessariamente collegate all’argomento assegnato nella prima parte della prova orale.

Orario di ricevimento

Da lunedì a venerdì, previo appuntamento via mail.

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE