UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Physics of Soft Matter Nanostructures

2425-1-FSM01Q015

Obiettivi

Il corso si propone di fornire agli studenti i concetti fondamentali della fisica delle nanostrutture (ad esempio, nanoparticelle, nanofili, film sottili) basate su materiali molecolari organici, con particolare attenzione a quelli di interesse per applicazioni optoelettroniche.

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: trasporto di particelle da sorgente a substrato, condensazione delle particelle sul substrato, monitoraggio in-situ (vuoto, spessore);
- Processi fisici:
  - Transizione di fase di un gas che condensa per formare un solido,
  - Nucleazione e crescita,
  - Processi attivati (desorbimento e diffusione),
  - Fasi pseudomorfe, epitassia;
- 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

- Slides and selected scientific papers/reviews (supplied by the teacher);
- 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 martedì, previo appuntamento via mail.

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE