

## 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. Svanberg – 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 QUALITÀ | ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE

---