



UNIVERSITÀ DI PISA

SPECTROSCOPY OF NANOMATERIALS

FRANCESCO FUSO

| | |
|-----------------|---------------------------------|
| Anno accademico | 2019/20 |
| CdS | MATERIALS AND NANOTECHNOLOGY |
| Codice | 266BB |
| CFU | 12 |

| Moduli | Settore/i | Tipo | Ore | Docente/i |
|----------------------------------|-----------|---------|-----|---------------------|
| SPECTROSCOPY OF NANOMATERIALS I | FIS/03 | LEZIONI | 48 | ALESSANDRA TONCELLI |
| SPECTROSCOPY OF NANOMATERIALS II | FIS/03 | LEZIONI | 48 | FRANCESCO FUSO |

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

- Fondamenti di interazione radiazione/materia
- Interpretazione degli spettri di emissione/assorbimento delle sostanze nel range dal vicino UV all'IR, fino al THz;
- Strumenti tecnici e concettuali per la spettroscopia ottica di assorbimento, emissione stazionaria e risolta nel tempo, Raman;
- Microscopia ottica confocale e oltre il limite di diffrazione (STED, PALM);
- Proprietà ottiche e confinamento quantico in nanostrutture di semiconduttori;
- Plasmonica superficiale e localizzata;
- Fondamenti di nano-fotonica, sistemi a band-gap fotonico, metamateriali;
- Microscopie e spettroscopie a scansione di sonda e a campo ottico prossimo.

Modalità di verifica delle conoscenze

Le conoscenze acquisite dagli studenti e dalle studentesse saranno puntualmente verificati durante l'anno tramite discussioni e approfondimenti in classe. L'esame finale è orale e può includere la preparazione di brevi seminari di approfondimento.

Capacità

Alla conclusione del corso gli studenti e le studentesse avranno acquisito la capacità di analizzare problemi di ottica che coinvolgono nanomateriali, sia per l'analisi delle proprietà su scala locale che per lo sfruttamento delle specifiche caratteristiche ottiche in dispositivi e metodi.

Pur avendo un carattere prevalentemente fisico di base, il corso favorisce lo sviluppo di capacità inter-disciplinari, strettamente connesse con altri settori.

Modalità di verifica delle capacità

Durante il corso gli studenti sono incoraggiati a discutere gli aspetti di maggior interesse nel corso delle lezioni. Inoltre le capacità acquisite possono essere verificate anche attraverso la preparazione di brevi presentazioni su argomenti inerenti il corso.

Comportamenti

Gli studenti e le studentesse acquisiranno sensibilità specifica nel trattare argomenti di nanomateriali da un punto di vista interdisciplinare, che, partendo dalle proprietà fisiche di base, arriva alle applicazioni attuali e di maggior risonanza.

Modalità di verifica dei comportamenti

L'atteggiamento di apertura interdisciplinare degli studenti sarà verificato durante le discussioni in classe, anche attraverso specifici test basati su brevi presentazioni.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze base di elettromagnetismo e fisica dei materiali, incluse basi di meccanica quantistica.



UNIVERSITÀ DI PISA

Indicazioni metodologiche

- lezioni frontali
- discussioni in classe
- visita di laboratori e discussione di pratiche sperimentali

Programma (contenuti dell'insegnamento)

1. Descrizione dei livelli energetici vibrazionali e rotazionali delle molecole e loro regole di selezione.
2. Descrizione dei livelli energetici nei solidi isolanti (centri di colore, terre rare, metalli di transizione) e semiconduttori (elettroni, fononi, eccitoni...)
3. Cenni di teoria dei gruppi applicata alla classificazione dei livelli vibrazionali delle molecole.
4. Tecniche sperimentali per misure di assorbimento, emissione, vite medie, spettroscopia Raman, spettroscopia di Fourier: reticoli di diffrazione, monocromatori, interferometri, sorgenti e rivelatori
5. Ottica classica, lenti, microscopi convenzionali, cenni alla microscopia elettronica, illuminazione e configurazioni; scattering di Rayleigh e di Mie, spettroscopia di nanomateriali; ottica di Fourier, potere risolutivo (Rayleigh, Abbe, Sparrow), microscopia confocale laser di fluorescenza.
6. Proprietà ottiche di semiconduttori confinati: richiami di meccanica quantistica, buca di potenziale, transizioni inter e intrabanda, densità degli stati, MQW, Q-Wires, Q-dots; Q-dots core shell: fabbricazione e applicazioni.
7. Microscopia oltre il limite di diffrazione: emissione spontanea e stimolata, fasci gaussiani e modi a ciambella, microscopio STED, tecniche PALM e STORM.
8. Oscillazioni di plasma nel bulk, onde plasmoniche superficiali, polaritoni plasmonici superficiali; eccitazione di plasmoni e spettroscopia plasmonica; risonanze plasmoniche localizzate, fabbricazione e applicazioni di nanoparticelle metalliche, nanobiosensori ottici, SERS.
9. Cristalli a band-gap fotonico: equazione d'onda e analogie con elettroni nei cristalli semiconduttori, band-gap ottico e sue implicazioni, fabbricazione e applicazioni di strutture PBG 1,2,3-D; materiali a singolo e doppio indice negativo, indice di rifrazione negativo, metamateriali e loro possibili applicazioni.
10. Microscopia a scansione di sonda: richiami su effetto tunnel e STM, microscopia di forza, AFM e varianti, esempi; campo ottico prossimo e SNOM, applicazioni e tecniche avanzate, microscopie e spettroscopie tip-enhanced.

Bibliografia e materiale didattico

La bibliografia specifica per ogni argomento trattato, inclusi anche articoli di ricerca, è comunicata agli studenti e studentesse al termine delle lezioni.

Indicazioni per non frequentanti

Mettersi in contatto preliminarmente con i docenti e seguire il materiale didattico fornito via web.

Modalità d'esame

Esame finale orale, parte del quale può essere sostenuta basandosi su una breve presentazione su argomento concordato.

Note

Ulteriori informazioni sul corso sono reperibili alle seguenti pagine web:

<http://www.df.unipi.it/~fuso/dida/nano1617.html>

<http://osiris.df.unipi.it/~toncelli/didattica/M&NT/spectroscopy.html>

Ultimo aggiornamento 16/09/2019 10:32