UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Optical Spectroscopy of Solids

2627-1-F1703Q031

Obiettivi

L'obiettivo generale è fornire gli strumenti per la descrizione e la misura delle proprietà ottiche dei solidi, a completamento del quadro generale della fisica dello stato solido.

Obiettivi più specifici dell'insegnamento sono:

- trattare la propagazione delle onde elettromagnetiche nei mezzi
- introdurre concetti e grandezze fisiche utili alla descrizione delle proprietà ottiche dei solidi
- discutere le proprietà ottiche dei diversi tipi di solidi
- illustrare le principali tecniche di spettroscopia ottica e i principi di funzionamento degli strumenti

Seguite le lezioni e superato l'esame, lo studente avrà appreso i concetti che consentono la descrizione della propagazione della luce nei mezzi (Conoscenze e capacità di comprensione) e dei fenomeni di interfaccia che avvicnano alla trattazione di tecniche sperimentali (Conoscenza e capacità di comprensione applicate). Sarà in grado di identificare il metodo più adatto per affrontare semplici misure (Autonomia di giudizio) e saprà utilizzare un linguaggio scientifico che gli consente di comunicare in modo rigoroso e appropriato i concetti appresi (Abilità comunicative).

Contenuti sintetici

- Risposta dielettrica dei solidi

- Interfacce, film sottili e spettroscopia

- Strumentazione e tecniche di spettroscopia ottica

Programma esteso

Risposta dielettrica dei solidi
Richiami alle equazioni di Maxwell nel vuoto e nei mezzi; eq. delle onde; spettro elettromagnetico. La propagazione della luce nei mezzi; funzione dielettrica e indice di rifrazione complessi; legge di Lambert Beer. Tensore dielettrico e anisotropia; eq. delle onde nei mezzi anisotropi. Origine microscopica della risposta dielettrica; modelli di Lorentz e di Drude; relazioni di dispersione, relazioni di Kramers-Kronig, effetti di schermo, campo locale, equazioni di Lorentz-Lorenz e di Clausius-Mossotti. Modelli di Cauchy e di Sellmeier; teorie di mezzo efficace. Modello semiclassico per la risposta dielettrica. Tipica risposta di dielettrici, metalli, semiconduttori. Risposta ottica non lineare (cenni).

Spettroscopia
Interfacce, coefficienti di Fresnel, T e R a incidenza normale; angolo di Brewster. Riflessione totale interna, onda evanescente. Lamine spesse e film sottili; film trasparente, assorbente, anisotropo; film sottile su substrato. Interfacce multiple; multilayer e metodo delle matrici.

Tecniche e strumentazione
Sorgenti, elementi dispersivi, rivelatori. Laser: principio di funzionamento e tipologie principali. Strumenti a trasformata di Fourier; misure di riflettanza e trasmittanza, strumenti a singolo e doppio raggio. Polarizzazione della luce (richiami); polarizzatori e lamine. Trasmittanza e riflettanza in luce polarizzata. Formalismo di Jones e principi della ellissometria spettroscopica. Spettroscopie di emissione e di emissione risolta in tempo. Spettroscopia Raman.

Prerequisiti

Elettromagnetismo classico e basi di struttura della materia.

Modalità didattica

Lezioni frontali con esempi.
Per la maggioranza si tratterà di ore di Didattica Erogativa (DE, lezioni frontali), ma ci saranno ore dii Didattica Interattiva dedicate alla visita a laboratori di spettroscopia ottica.
L'insegnamento sarà svolto in presenza; per permettere a tutti di seguire, dopo ogni lezione la registrazione effettuata in aula sarà messa a disposizione degli studenti per circa 10 giorni.

Materiale didattico

1. J. Peatross and M. Ware, *Physics of Light and Optics* (2015), disponibile gratuitamente al sito: optics.byu.edu

2. O. Stenzel, *The Physics of Thin Film Optical Spectra* (Springer, 2005)

3. G. Giusfredi, *Manuale di ottica* (Springer, 2015)

4. H. Kuzmany, *Solid State Spectroscopy* (Springer, 2009)

5. M. Fox, *Optical Properties of Solids* (Oxford University Press, 2010)

6. N.V. Tkachenko, *Optical spectroscopy* (Elsevier, 2006)

7. M. Born and E. Wolf, *Principles of Optics* (Pergamon Press, 1989)

8. F. Wooten, *Optical Properties of Solids* (Academic Press, 1972)

9. E. Hecht, *Optics* (Addison Wesley, 2002)

Molti argomenti si trovano anche sulle Lectures on Physics di Feynman, di piacevole lettura: www.feynmanlectures.caltech.edu/

NOTA: i testi 2, 3 e 4 sono scaricabili in formato pdf dal sito della biblioteca; il testo 1 è disponibile gratuitamente online.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

II semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame orale.
Colloquio sugli argomenti svolti a lezione, a partire da un argomento scelto dallo studente.

Gli iscritti ai singoli appelli possono chiedere di posticipare di qualche giorno l'esame, in modo che tutti lo possano sostenere quando ben preparati. Per chi non chiede nulla, data, aula e orario dell'esame sono quelli fissati e pubblicati su "segreterie online".

Orario di ricevimento

La prof.ssa Sassella riceve gli studenti su appuntamento. Scrivere a: adele.sassella@unimib.it

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ