UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Light-Matter Interaction

2223-3-E3002Q029

Obiettivi

Descrivere i diversi processi attraverso cui la luce interagisce con atomi molecole e materiali massivi. Partendo dai fenomeni che possono essere descritti semplicemente sulla base delle equazioni di Maxwell, si passerà poi all'illustrazione di quelli che richiedono un approccio più sofisticato fino ad arrivare alla fotofisica della visione.

Contenuti sintetici

1. DUALITÁ ONDA-CORPUSCOLO (cenni) e RAPPRESENTAZIONE MATEMATICA DELLE ONDE: Rappresentazione reale e rappresentazione complessa delle onde; Fase e velocità di fase di un'onda; Onde scalari e vettoriali; Onde piane polarizzate.

2. ONDE ELETTROMAGNETICHE: Equazioni di Maxwell (ripasso); Equazione delle onde: propagazione delle onde elettromagnetiche nel vuoto e nei materiali; Indice di rifrazione complesso e funzione dielettrica complessa; Dispersione e attenuazione delle onde elettromagnetiche nei materiali; Modelli di Lorentz e di Drude.

3. TRASMISSIONE E RIFLESSIONE: Trasmissione delle onde elettromagnetiche; Coefficiente di assorbimento e legge di Lambert-Beer; Riflettività di un'interfaccia ad incidenza normale; Spettri di trasmittanza, assorbanza e riflettanza ad incidenza normale; Rifrazione e riflessione della luce linearmente polarizzata ad incidenza obliqua; Equazioni di Fresnel; Legge di Brewster e polarizzazione della luce per riflessione; Colore prodotto per rifrazione.

4. ANISOTROPIA OTTICA: Definizione di reticolo di Bravais (cenni); Tensore dielettrico dei mezzi anisotropi; Propagazione delle onde elettromagnetiche nei mezzi anisotropi; Birifrangenza; Lamine di ritardo; Polarizzatori dicroici.

5. INTERFERENZA E DIFFRAZIONE. Diffrazione di Fraunhofer e risoluzione limite. Pura interferenza (film sottili). Reticoli di diffrazione.

6. DIFFUSIONE DELLA LUCE: Scattering di Rayleigh; Scattering Raman; Scattaring di Mie; Colore prodotto per diffusione.

7. INTERAZIONE LUCE-ATOMI E LUCE-MOLECOLE: Introduzione alla spettroscopia ottica; Regole di Hund; Transizioni atomiche e regole di selezione; Luce prodotta per eccitazione di gas (confronto con luce prodotta per emissione di corpo nero); Cenni di fisica dei Laser; Transizioni molecolari; Colore delle molecole organiche; Oltre il singolo atomo/molecola: il colore di metalli, isolanti e semiconduttori.

8. LA VISIONE: Fotofisica del processo della visione; Visione fotopica e scotopica; Colorimetria: misura e produzione dei colori.

Programma esteso

1) Dualismo onda corpuscolo. (Appunti prof.ssa Tavazzi)

2) Rappresentazione matematica delle onde. (Appunti prof.ssa Tavazzi)

3) Equazioni di Maxwell: significato e soluzioni. (Appunti prof.ssa Tavazzi + per convenzioni + libro fisica 2 e/o per procedimento risolutivo).

4) Legge di Lambert-Beer. (Appunti prof.ssa Tavazzi)

5) Riflettività ad incidenza normale. (Appunti prof.ssa Tavazzi + libro fisica 2 per condizioni al contorno)

6) Riflettanza e trasmittanza (cenni). (Appunti prof.ssa Tavazzi)

7) Riflettività ad incidenza obliqua. (Appunti prof.ssa Tavazzi + libro fisica 2 per condizioni al contorno)

8) Mezzi anisotropi. (Appunti prof.ssa Tavazzi)

9) Modelli di Lorentz e di Drude. (https://drive.google.com/file/d/13Ga3wLbqDT5dhN4H_WAm8bOYA9fkpuRE/view?usp=sharing)

10) Fotometria. (http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/lumpow.html#c1, http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/radphocon.html#c1, http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/photom.html#c1, http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/bright.html#c2)

11) Colorimetria. (Si trova sia sul Sears che sul Nassau. Forse è più semplice studiarla sul primo)

12) Colore per rifrazione/dispersione. (Nassau cap. 10 fino a pag 226, ma non l'appendice F. Volendo anche http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/atmos/rainbowcon.html#c1)

13) Colore per interferenza e diffrazione. (Sears per la teoria di base + http://hep.fi.infn.it/FOC/didattica/beniculturali/fisica2/lez24.pdf. Nassau cap. 12, più il paragrafo relativo all'interferenza in un film sottile dell'appendice F, ma non il paragrafo "Diffraction from a layer grating" della stessa appendice)

14) Diffusione della luce. (Nassau capitolo 11 fino a pag 241 + http://www2.mater.unimib.it/utenti/meinardi/Integrazione_Raman.doc)

15) Cenni di fisica atomica. (Nassau appendice C + Capitolo 3 fino a pag 56 + e per le regole di Hund + per il calcolo delle energie)

16) Colore nelle molecole organiche. (solo capitolo orbitals + http://www2.mater.unimib.it/utenti/meinardi/Integrazione_Organiche.docx + Nassau capitolo 6 fino a Polyene Colorants)

17) Visione. (Nassau cap. 14 fino a Human color vision + +)

18) Emissione di corpo nero (cenni). (Nassau capitolo 2 fino a pag 45 + appendice B per Leggi di Stefan e Wien + http://www.lucevirtuale.net/percorsi/b1/corpo_nero.html)

19) Colore nei metalli e semiconduttori. (Nassau capitolo 8 fino a LEDS and semiconductor lasers (escluso) + appendice E)

20) Laser: teoria generale più funzionamento di uno specifico laser tra quelli discussi a scelta dello studente. (http://www2.mater.unimib.it/utenti/meinardi/Integrazione_Laser.doc)

Qualora i link ai documenti esterni non siano funzionanti, materiale equivalente può essere scaricato da qui: https://drive.google.com/drive/folders/14v_SF1tXhtmJ9QltQIhS_M1TSFmgS_jQ?usp=sharing

Prerequisiti

Padronanza dei contenuti dei corsi di Fisica 2, matematica 1 e 2, ed Ottica geometrica. In particolare si danno per scontate, e sono assolutamente irrinunciabile, le seguenti nozioni:

1) Calcolo del modulo di un numero complesso (indipendentemente dalla sua rappresentazione)

2) Calcolo del prodotto scalare e vettoriale

3) Definizione di radiante

4) Definizione di piano di incidenza

5) Leggi della riflessione

6) Definizione di quantità di moto

7) Definizione di momento angolare

8) Definizione di angolo limite

9) Onde: definizione di periodo, frequenza, ampiezza e lunghezza d'onda

10) Lettura di grafici in scala lineare, semilogaritmica e doppio logaritmica.

11) Definizione di polarizzazione p ed s.

Modalità didattica

Lezioni frontali tenute in italiano. Libri di testo e materiali addizionali potranno essere sia in italiano che in inglese.

Materiale didattico

F.W. Sears, Ottica, Ed. CEA

K. Nassau, “The Physics and chemistry of colors”, J. Wiley & Sons, Inc.

Appunti prof.ssa Tavazzi (possono essere scricati qui: https://drive.google.com/drive/folders/1vVCSgW9Vbk89tuiHYTEJ4a5P1zvcuRm0?usp=sharing . Si sottolinea che questi appunti possono integrare ma non sostituire i libri di testo.

Materiale fornito dal docente (vedi syllabus).

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo Semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Test scritto ed esame orale. Non sono previste prove in itinere.

Il test scritto non ha voto in trentesimi ma semplicemente un giudizio di ammissione o non ammissione all'esame orale. Esso consta di semplici esercizi, ed è volto a verificare la capacità dello studente di applicare i principali risultati della teoria studiata a semplici casi reali.

L'esame orale, con voto in trentesimi, consta di un colloquio sugli argomenti svolti a lezione ed ha lo scopo di verificare:

1) la proprietà di linguaggio

2) la conoscenza delle teorie affrontate nel corso

3) il livello di comprensione delle teorie affrontate nel corso

E' possibile, su richiesta dello studente, sostenere l'esame in lingua inglese.

Orario di ricevimento

Tutti i giorni previo appuntamento

Sustainable Development Goals