

OTTICA (6 crediti)

Il corso di Ottica è costituito da due moduli: Ottica Ondulatoria (3 crediti) e Ottica Geometrica (3 crediti).

L' esame è orale e comprende entrambi i moduli (gli studenti degli anni passati possono anche scegliere di dare l' esame solo su tre crediti)

I titolari Anna Consortini (anna.consortini@unifi.it) e Lorenzo Fini (fini@fi.infn.it) sono a disposizione per qualsiasi tipo di informazione

PRIMO MODULO (3 crediti): Ottica fisica, Ottica di Fourier, Immagini in radiazione coerente ed incoerente ed applicazioni.

Programma dettagliato:

Richiami su l'uso dell'approssimazione scalare in Ottica e sulle principali forme di onde (piane, sferiche, cilindriche, sferiche dipolari ecc). Onde evanescenti. Fasci Gaussiani con applicazione alle cavità laser.

Approssimazione dell'Ottica Geometrica ed equazioni dei raggi e dell' eiconale ed esempi.

Interferenza di radiazione della stessa frequenza e di frequenza differente e relazione con le caratteristiche del sensore. Interferenza nello spazio di onde coerenti di differente forma: due onde piane, una piana ed una sferica e due onde sferiche. Esempi di alcuni noti interferometri (Michelson, Young, Ronchi test) come casi particolari.

Diffrazione: Principio di Yugen-Fresnel; diffrazione da una fenditura; regioni di Fresnel e di Fraunhofer. Teoria di Helmholtz-Kirchhoff e diffrazione da un'apertura in uno schermo. Apertura circolare: a) zona di Fresnel e fuochi multipli, b) valutazione del campo nella zona di Fraunhofer e figura di Airy, c) potere risolutivo di un sistema ottico. Cenno al microscopio elettronico, alla superrisoluzione ed ai microscopi a campo vicino.

Ottica di Fourier: Sviluppo del campo diffratto da un oggetto per mezzo di un sistema di onde; interferenza inversa e basi dell'olografia. Caso piano: calcolo del campo diffratto da un reticolo periodico. Campo diffratto da un'apertura in uno schermo. Campo di Fraunhofer come trasformata di Fourier del campo sullo schermo.

Immagini: Richiamo di alcune relazioni fondamentali e valutazione dell'effetto di convergenza di una lente. Lente come trasformatore di Fourier. Ruolo delle onde evanescenti nella perdita di potere risolutivo dei sistemi ottici.

Teoria delle immagini: sistemi ottici come sistemi lineari. Caso coerente: descrizione della formazione di immagini in termini di scomposizione del campo, applicando le proprietà di trasformazione delle lenti. Spread Function e Funzione di Trasferimento Ottico. Immagine come convoluzione. Spettro della convoluzione. Basi della elaborazione ottica delle immagini agendo sugli spettri ed uso delle proprietà di trasformata delle lenti. Immagini con radiazione incoerente, Modulation transfer function (MTF). Relazioni fra le grandezze del caso coerente e quelle del caso incoerente. Esempi di elaborazione e correzione di difetti di immagini: filtraggio; correzione dello sfocamento, esperimento di Marechal. Esperimento di Abbe-Porter e microscopio a contrasto di fase di Zernike. Cenno all' effetto dei sistemi e dei mezzi attraversati sulle immagini; qualità di un'immagine e Rapporto di Strehl.

Testi consigliati per il modulo 1

- Appunti sono forniti dalla docente.

testi addizionali consigliati:

-M. Born and E. Wolf "Principles of Optics" Pergamon Press, 6a ediz. 1980, o successive.

-Joseph W. Goodman "Introduction to Fourier Optics" Mc Graw-Hill, II edizione 1996.

- F. Gori "Elementi di Ottica", Accademica, Roma 1995.
- G. Toraldo di Francia and P. Bruscazioni "Onde Elettromagnetiche" II edizione, Zanichelli 1988.
- e due testi "storici":
- G. Toraldo di Francia "La diffrazione della luce" Einaudi, 1958
- P.M. Duffieux "L'intégrale de Fourier et ses applications à l'optique" Masson, Paris 1970.

SECONDO MODULO (3 crediti): Ottica geometrica, aberrazioni, strumenti ottici, mezzi anisotropi.

Programma dettagliato:

Formule di Fresnel per la riflessione/rifrazione sulla superficie di discontinuità tra due mezzi, legge di Snell, sfasamento dell' onda nella riflessione totale, rombo di Fresnel. Relazione tra intensità luminosa e campo elettrico.

Applicazione del principio di Fermat, proprietà ottiche delle curve coniche. Convenzioni dei segni in ottica geometrica, formula dei punti coniugati per i diottri sferici, lenti sottili. Costruzione grafica delle immagini, potenza della lente, ingrandimento. Combinazione di due lenti sottili. Ottica delle matrici. Propagazione libera, diottero sferico, lente sottile.

L' occhio, caratteristiche ottiche, i difetti della visione, compensazione di miopia e presbiopia. La lente di ingrandimento, il cannocchiale.

Aperture di ingresso e di uscita, pupille di un sistema ottico, brillantezza e luminosità dell' immagine. Apertura relativa, f-number, profondità di campo.

Il microscopio: ingrandimento, apertura numerica, potere risolutivo.

Condizione dei seni di Abbe. Significato nel caso di oggetto all' infinito. La lente spesso, piani principali, punti cardinali e nodi.

Aberrazioni del III ordine: classificazione. Formazione dell' immagine in un sistema ottico con aberrazioni: esempio del diottero piano. Definizione di immagini parassiali, pupilla del sistema, problema della sorgente fuori asse, astigmatismo.

Aberrazione sferica. Caso dello specchio sferico, telescopi a riflessione. Aberrazione sferica nelle lenti sottili, annullamento della aberrazione sferica nella lente a menisco, applicazione all' obiettivo del microscopio.

Aberrazione comatica. Coma nelle lenti sottili. Astigmatismo. Punto immagine nel piano sagittale e nel piano meridiano. Conseguenze dell' astigmatismo sulla formazione dell' immagine.

Cenni su curvatura di campo e distorsione. Aberrazione cromatica, doppietto acromatico, numero di Abbe.

Propagazione della luce nei mezzi anisotropi. Tensore della costante dielettrica, assi ottici principali, direzione dell' energia, ellissoide dell' indice di rifrazione, raggio ordinario e straordinario nei cristalli assiali, birefrangenza, polarizzatore di Glan, lamina a mezza onda, accordo di fase nella generazione di seconda armonica.

Testi consigliati per il modulo 2:

- E.Hecht, "Optics", Addison Wesley
- L.Abbozzo, D.Mugnai, "Ottica Classica, Teoria della Visione, Ottica Ondulatoria", CNR-Servizio Pubblicazioni, Roma 2008
- dispense fornite dal docente.