UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Geometric and Ophthalmic Optics and Laboratory

2122-1-E3002Q033

Obiettivi

- fornire conoscenze di base di ottica geometrica e oftalmica (riflessione, rifrazione, lenti, specchi, sistemi ottici, ecc.)

- sviluppare capacità di riflessione autonoma sui contenuti del programma

Contenuti sintetici

L'insegnamento riguarda i concetti basilari dell'ottica geometrica e oftalmica in approssimazione parassiale con alcuni cenni all'ottica nell'approssimazione del terzo ordine.

Programma esteso

Introduzione

Natura e propagazione della luce: cenni storici dal Seicento fino alla dualità onda-corpuscolo

Fronti d'onda e raggi

Principio di Huygens

Spettro elettromagnetico: cenni

Cenni sulle propietà ottiche dei materiali: indice di rifrazionne e sua dipendenza dalla frequenza della radiazione elettromagnetica

Rappresentazione matematica delle onde

Rappresentazione matematica di un'onda a partire da un impulso iniziale

Onda armonica: definizioni di ampiezza, numero d'onda, lunghezza d'onda, frequenza angolare, periodo temporale, frequenza, fase, velocità di propagazione, dipendenza della velocità di propagazione, del numero d'onda e della lunghezza d'onda dall'indice di rifrazione del mezzo

Fotometria

Flusso raggiante e flusso luminoso

Intensità luminosa di una sorgente

Illuminamento di una superficie

Luminanza di sorgenti estese e legge di Lambert per le superfici diffondenti

Emettenza di sorgenti estese

Riflessione e rifrazione della luce su una superficie piana

Leggi della riflessione della luce e dimostrazione secondo la costruzione di Huygens

Leggi della rifrazione della luce e dimostrazione secondo la costruzione di Huygens

Principio di Fermat

Dimostrazioni delle leggi di riflessione e rifrazione della luce secondo il prinicpio di Fermat

Riflessione di onde sferiche su superfici piane e immagini formate da specchi piani

Rifrazione di onde sferiche su superfici piane, profondità apparente degli oggetti e astigmatismo apparente

Rifrazione atmosferica, miraggio e fata morgana

Lamina a facce piane e parallele: deviazione e spostamento dei raggi

Riflessione totale interna e angolo limite

Prismi a riflessione totale

Prismi: deviazione prismatica e deviazione prismatica minima, indice di rifrazione e angolo di deviazione minima

Condizione affinché la luce emerga da un prisma al variare dell'angolo di incidenza

Potere prismatico e diottria prismatica

Dispersione cromatica della luce per rifrazione: definizioni di potere dispersivo e numero di Abbe

Riflessione e rifrazione della luce su una superficie sferica in approssimazione di Gauss

Riflessione della luce su una superficie sferica

Specchi sferici concavi e convessi, asse ottico principale, punto focale e distanza focale, centro e raggio di curvatura

Metodo di costruzione grafica delle immagini prodotte da specchi

Formazione delle immagini prodotte da specchi sferici: immagini reali/virtuali, ingrandite/ridotte, diritte/capovolte, posizione dell'immagine rispetto allo specchio e all'oggetto

Legge dei punti coniugati per lo specchio sferico e dimostrazione

Legge dell'ingrandimento lineare trasversale per lo specchio sferico e dimostrazione

Ingrandimento lineare longitudinale

Confronto tra aberrazione sferica e astigmatismo di specchi sferici e specchi parabolici: cenni

Rifrazione della luce su una superficie sferica: diottro sferico

Diottri sferici concavi e convessi, asse ottico principale, punti focali e distanze focali, centro e raggio di curvatura

Metodo di costruzione grafica delle immagini prodotte da diottri

Formazione delle immagini prodotte da diottri sferici: immagini reali/virtuali, ingrandite/ridotte, diritte/capovolte, posizione dell'immagine rispetto al diottro e all'oggetto

Legge dei punti coniugati per il diottro sferico e dimostrazione

Legge dell'ingrandimento lineare trasversale per il diottro sferico e dimostrazione

Lenti ottiche sferiche

Lenti semplici convergenti o divergenti, punti focali e distanze focali, centro ottico, centri di curvatura e raggi di curvatura, piani principali e punti principali e significato dei piani principali

Lenti sottili o spesse: metodo di costruzione grafica delle immagini

Formazione delle immagini prodotte da lenti sottili o spesse: immagini reali/virtuali, ingrandite/ridotte, diritte/capovolte, posizione dell'immagine rispetto alla lente e all'oggetto

Legge dei punti coniugati per le lenti sottili o spesse e dimostrazioni

Forma gaussina e forma newtoniana dell'equazione delle lenti e rappresentazione grafica

Legge dell'ingrandimento lineare trasversale per le lenti sottili o spesse e dimostrazioni

Equazione degli ottici per le lenti sottili o spesse immerse in aria

Generalizzazione dell'equazione degli ottici per lenti non necessariamente immerse in aria

Ingrandimento lineare longitudinale

Potere delle lenti sottili e diottria

Potere delle lenti spesse (nominale, effettivo, frontale)

Vergenza dei raggi e effetto delle lenti: cenni

Lente-occhio: cenni

Modelli di occhio: cenni

Occhio, difetti visivi e loro correzione: cenni

Caratteristiche delle immagini retiniche: loro dimensioni e angolo sotteso degli oggetti con l'occhio

Definizione di acutezza visiva, frazione di Snellen e calcolo della grandezza degli ottotipi

Lente d'ingrandimento e suo ingrandimento angolare

Lenti composte

Distanza focale e potere dei sistemi composti e dimostrazione

Sistema composto da due lenti semplici sottili

Sistema composto da due lenti semplici sottili a contatto tra loro

Microscopio composto: schema ottico e ingrandimento angolare

Telescopio astronomico: schema ottico e ingrandimento angolare

Cannocchiale galileiano: schema ottico e ingrandimento angolare

Diaframma di entrata di sistemi ottici (es. telescopio astronomico)

Pupille di entrata e di uscita di sistemi ottici e condizioni di ingrandimento normale (es. telescopio astronomico)

Diaframma di campo, campo di vista (es. telescopio astronomico)

Profondità di campo

Ingrandimento angolare e dimensione della pupilla di uscita (es. telescopio astronomico)

Rapporto focale, apertura f/, luminosità (es. telescopio astronomico)

Aberrazioni di lenti e specchi

Sviluppo in serie della funzione trigonometrica seno e teoria delle aberrazione monocromatiche al terzo ordine

Introduzione ai coefficienti di Seidel

Aberrazione sferica longitudinale e trasversale, circolo di minima confusione, caustica, diaframmi, fattore di forma, cenno alle lenti asferiche

Coma: fattore di forma, sistemi aplanatici

Astigmatismo dei fasci obliqui

Curvatura di campo

Distorsione

Aberrazione cromatica assiale e laterale

Funzione di aberrazione del fronte d’onda e polinomi di Zernike: cenni

Prerequisiti

Nozioni di matematica di base contenute nel cap. 1 del testo di R.C. Davidson, "Metodi matematici per un corso introduttivo di fisica", ed. EdiSES (edizione italiana a cura di F. Madonia) ovvero:

potenze di dieci, esponenti negativi, prefissi, calcolo con le potenze di dieci, ordini di grandezza, esponenti frazionari, equazioni algebriche, sistemi di equazioni di primo grado, equazioni di secondo grado, sviluppo binomiale.

Il primo giorno di lezione, la docente consiglia agli studenti di svolgere un test scritto (che fornisce loro) con domande sugli argomenti precedenti, sull'interpretazione di grafici di semplici funzioni nel piano cartesiano, sull'uso delle unità di misura in fisica e su argomenti affini. La docente corregge i test svolti dagli studenti per poter dare loro un feedback sulle loro conoscenze preliminari necessarie per il corso.

Modalità didattica

L'insegnamento prevede 6 cfu di lezioni frontali e 2 cfu di laboratorio con frequenza obbligatoria.

Materiale didattico

· F.W. Sears, “Ottica”, Ed. CEA

· Appunti forniti attraverso la piattaforma e-learning di Ateneo

- tracce di laboratorio fornite dal docente attraverso la piattaforma e-learning di Ateneo

- lezioni videoregistrate fornite tramite la piattaforma e-learning di Ateneo

Periodo di erogazione dell'insegnamento

primo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

La verifica consiste in una prova scritta e una prova orale (con valutazione anche di un quaderno personale di laboratorio da presentare all'orale).

Lo scopo della prova scritta è la verifica estensiva della preparazione sul programma d'esame.

Lo scopo della prova orale è la verifica della capacità di riflessione autonoma sugli argomenti del programma.

Solo gli studenti in regola con i requisiti di frequenza potranno accedere al test scritto. Nel giorno fissato per l’appello d’esame, gli studenti dovranno rispondere a un questionario costituito da 15 domande scritte. Alcune domande sono a scelta multipla, altre domande sono aperte, altre prevedono una costruzione grafica di immagine prodotta da lenti o specchi o domande affini. Sono inclusi nel calendario delle prove orali gli studenti che hanno fornito almeno 10 risposte corrette.

Non sono previste prove in itinere.

Lo studente può effettuare una sorta di autovalutazione durante le ore di laboratorio poiché le esperienze da svolgere riguardano argomenti già visti durante le ore di lezione frontale.

L'esame potrà essere svolto in inglese. Per la prova scritta, lo studente dovrà richiederlo espressamente al docente con almeno una settimana di anticipo rispetto alla data dell'esame.

Orario di ricevimento

su appuntamento da concordare via email