



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Ottica Geometrica e Oftalmica con Laboratorio

2425-1-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 proprietà ottiche dei materiali: indice di rifrazione 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 raggianti 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

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

Rifrazione della luce su una superficie sferica: diottrio 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 diottrio e all'oggetto

Legge dei punti coniugati per il diottrio sferico e dimostrazione

Legge dell'ingrandimento lineare trasversale per il diottrio 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 gaussiana 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

### **L'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

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 aberrazioni 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 di autovalutazione con domande sugli argomenti dell'elenco precedente, sull'interpretazione di grafici di semplici funzioni nel piano cartesiano, sull'uso delle unità di misura in fisica e su argomenti affini.

## **Modalità didattica**

L'insegnamento è erogato in lingua italiana.

L'insegnamento prevede 8 cfu complessivi, di cui 2 cfu di laboratorio con frequenza obbligatoria. In particolare le attività previste sono:

- 30 ore di lezioni di tipo erogativo in presenza;
- 2 ore di attività supervisionata dal docente di tipo interattivo in presenza;
- 10 ore di lezioni di tipo erogativo da remoto
- 24 ore di attività di laboratorio di tipo interattivo in presenza

## **Materiale didattico**

- F.W. Sears, "Ottica", Ed. CEA
- Appunti forniti attraverso la piattaforma e-learning di Ateneo
- tracce di laboratorio fornite dai docenti 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.

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. La prova orale consiste in un colloquio sugli argomenti svolti nelle ore dell'insegnamento (con valutazione anche di un quaderno personale di laboratorio da presentare alla prova orale).

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. Sulla piattaforma e-learning sono, inoltre, riportati alcuni quesiti simili ai quesiti della prova scritta, a titolo di esempio.

L'esame potrà eventualmente 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

## **Sustainable Development Goals**

SALUTE E BENESSERE

---