

COURSE SYLLABUS

Mathematical and Computational Methods for Optics

2425-1-F1702Q006

Obiettivi

Acquisire una conoscenza di base del linguaggio di programmazione Python. Apprendere i metodi e gli strumenti matematici di base necessari per la descrizione rigorosa dei fenomeni fisici in ottica geometrica e di Fourier. Svolgere una formazione computazionale di base per software di ray-tracing (come Zemax) al fine di impostare, progettare e analizzare semplici sistemi ottici.

Contenuti sintetici

- ? Modulo I – Introduzione al linguaggio di programmazione Python. Programmi di base in Python con applicazioni in ottica
- ? Modulo II – Introduzione all'ottica di Fourier: strumenti matematici, principi fisici e applicazioni
- ? Modulo III - Modellizzazione, analisi e progettazione di sistemi ottici assistiti da computer. Utilizzo di base del software ZEMAX per simulazioni ottiche

Programma esteso

- ? Introduzione al corso e alla sua struttura
- ? Modulo I – Introduzione al linguaggio di programmazione Python:
 - Ambienti di programmazione interattiva

- Tipo di variabili, stringhe ed espressioni
- Conversione, istruzioni di stampa e input
- Istruzioni condizionali: istruzioni If, elif e else
- Cicli: While e for
- Lists
- Dictionaries
- Funzioni Python: esempi
- Moduli della libreria standard Python
- Visualizzazione dati
- Laboratorio informatico: scrittura di semplici programmi in Python (inclusa importazione di librerie scientifiche), con applicazioni in ottica

? Modulo II – Introduzione all'ottica di Fourier: strumenti matematici, principi fisici e applicazioni

- Concetti matematici (definizione, proprietà, interpretazione, ...) dell'analisi di Fourier:

- o Serie di Fourier
- o Trasformate e Antitrasformate di Fourier
- o Convoluzione
- o Esempi di trasformate di Fourier

- Concetti fisici:
 - o Richiami sui tipi di onde: onde monocromatiche, onde piane, onde sferiche
 - o Diffrazione: principio di Huyghens-Fresnel, approssimazione di Fresnel e parassiale, approssimazione di Fraunhofer
 - o Funzione di trasferimento ottico (OTF), Modulation Transfer function (MTF), Point spread function (PSF)
- Combinazione dei concetti matematici e fisici precedenti per applicazioni ed esempi in ottica: lenti, filtri

? Modulo III - Modellizzazione, analisi e progettazione di sistemi ottici assistiti da computer

- Ray-tracing in ottica: principi, definizioni, algoritmo ed esempi (superficie sferiche, ...)
- Come modellizzare una lente in un computer
- Stops, Pupils, ecc
- Cenni su aberrazioni ottiche e metodi per la loro compensazione
- Analisi sequenziale di un sistema ottico
- Studio dell'MTF di un sistema ottico e relazione con la risoluzione spaziale
- Analisi non sequenziale di sistemi ottici
- Esempi di modellizzazione mediante ottica fisica
- Laboratorio informatico: Tirocinio pratico-computazionale con ANSYS ZEMAX OpticStudio per simulazioni di Ray-tracing. Applicazioni per alcuni semplici sistemi ottici

Prerequisiti

Padronanza adeguata dei seguenti contenuti: Insiemi numerici (numeri naturali, interi, razionali, reali e complessi). Funzioni di una variabile reale, limiti, continuità, differenziabilità. Derivata di una funzione. Integrali di Riemann e impropri. Nozioni elementari sulle equazioni differenziali ordinarie. Sequenze e serie. Algebra lineare. Calcolo differenziale in più variabili. Integrali di linea. Calcolo integrale in più variabili. Concetti base di ottica geometrica e fisica.

Modalità didattica

- Lezioni frontali erogative su concetti teorici: 26 ore in presenza + 10 ore a distanza;
- Esercizi su come applicare i concetti teorici a problemi pratici in ottica: 4 ore interattive in presenza;
- Laboratorio computazionale utilizzando il linguaggio Python e il software ZEMAX: 12 ore interattive a distanza.

Le lezioni frontali saranno videoregistrate e rese disponibili tramite la piattaforma e-learning dell'insegnamento.

Materiale didattico

- Slides fornite dal docente
- G. J. Gbur, "Mathematical Methods for Optical Physics and Engineering", Editor: Cambridge University Press (2011)
- J.W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics", Editor: W. H. freeman, Macmillan Learning (2017) (or any other editions)
- J. D. Gaskill, "Linear Systems, Fourier Transforms, and Optics", Editor: John Wiley & Sons (1978)

Periodo di erogazione dell'insegnamento

secondo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

La valutazione si baserà su una prova scritta (con domande aperte ed esercizi sul modulo II) e una prova orale (che consiste in i) uno o più esercizi di calcolo, da svolgere al momento e da risolvere tramite Python e/o utilizzando il software di progettazione ottica; ii) una discussione dello scritto). Si accede alla prova orale solo se la prova scritta è sufficiente (votazione ≥ 18). La votazione finale è valutata come media tra scritto e orale, arrotondata all'intero più vicino. Non verranno effettuate prove intermedie. Agli studenti è richiesta la padronanza degli argomenti del corso e la capacità di affrontare

problemi matematici e computazionali riguardanti l'ottica.

Orario di ricevimento

su appuntamento concordato via email

Sustainable Development Goals

SALUTE E BENESSERE | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE
