



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Mathematical and Computational Methods for Optics

2627-1-F1702Q006

Obiettivi

Gli obiettivi di questo corso sono: 1) fornire conoscenze di base e comprensione in aree chiave dei metodi matematici e computazionali per l'ottica, come il linguaggio di programmazione Python e le nozioni fondamentali di analisi di Fourier applicata ai sistemi ottici; 2) supportare gli studenti nell'applicazione delle conoscenze acquisite a problemi di ottica, ad esempio nello sviluppo di codici Python che implementano concetti matematici e fisici in casi specifici; 3) aiutare gli studenti a sviluppare un pensiero critico nell'analisi dei risultati ottenuti tramite approcci analitici, fisici o modellistici; 4) supportare gli studenti nell'apprendimento delle modalità di interazione con professionisti accademici e ricercatori nel campo della simulazione in ottica, attraverso l'uso di un linguaggio tecnico-scientifico appropriato, strumenti di presentazione e competenze correlate; 5) sviluppare competenze scientifiche e computazionali che aiutino gli studenti a confrontarsi con i più recenti sviluppi dell'ottica, anche dal punto di vista computazionale.

Contenuti sintetici

- o Modulo I – Introduzione al linguaggio di programmazione Python + Programmi di base in Python
- o Modulo II – Introduzione all'ottica di Fourier: strumenti matematici, principi fisici e applicazioni
- o Modulo III – Laboratorio di Python per simulazioni di ottica

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

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 su Diffrazione: principio di Huyghens-Fresnel, approssimazione di Fresnel e parassiale, approssimazione di Fraunhofer
 - o Point spread function (PSF), Funzione di trasferimento ottico (OTF), Modulation Transfer function (MTF)

Modulo III – Laboratorio Computazionale di Python applicato all'Ottica

- Combinazione di concetti matematici e fisici per applicazioni ed esempi in ottica (lenti, filtri etc)
- Implementazione in Python e sviluppo di codici (anche attraverso importazione di librerie scientifiche) per applicazioni in ottica

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 + 14 ore a distanza;
- Esercitazioni (con esercizi di tipo analitico, fisico e/o computazionale) su come applicare i concetti teorici a problemi pratici in ottica: 6 ore in presenza e 6 ore in remoto;

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

Materiale didattico

- Slides fornite dal docente
- Python Tutorial guide dal sito pythontutorial.org (o simili)
- J. D. Gaskill, "Linear Systems, Fourier Transforms, and Optics", Editor: John Wiley & Sons (any edition)

Testi aggiuntivi:

- 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)
- G.D. Boreman, "Modulation Transfer Function in Optical and Electro-Optical systems", SPIE Press (any edition)

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo 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; ii) una discussione degli esempi in Python applicata all'ottica; iii) una discussione dello scritto. Si accede alla prova orale 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
