



UNIVERSITÀ DI PISA

LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA E NANOTECNOLOGIE

DARIO PISIGNANO

| | |
|-----------------|---------|
| Anno accademico | 2022/23 |
| CdS | FISICA |
| Codice | 411BB |
| CFU | 15 |

| Moduli | Settore/i | Tipo | Ore | Docente/i |
|---|-----------|---------|-----|---|
| Materials and nanotechnologies laboratory | FIS/01 | LEZIONI | 150 | ANDREA CAMPOSEO FRANCESCA CELLA ZANACCHI DARIO PISIGNANO SIMONE ZANOTTO |

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Metodologie sperimentali di analisi spettrale, interferometria, olografia ed ottica guidata. Apparati laser. Principi alla base dei metodi nanolitografici e microlitografici.

Modalità di verifica delle conoscenze

Lo studente deve dimostrare di saper mettere in pratica e di eseguire, con spirito critico, le attività sperimentali svolte durante il corso, e conoscerne dettagliatamente i principi alla base. Durante l'esame orale lo studente deve usare la terminologia idonea alla descrizione dei fenomeni fisici. Metodi: Relazioni redatte dal gruppo di lavoro, una per ogni esperienza effettuata. Esame orale.

Capacità

Capacità sperimentali nell'ambito dell'ottica avanzata, della fotonica, dei materiali e dei processi nano- e micro-tecnologici. Stesura di relazioni scientifiche.

Modalità di verifica delle capacità

Le capacità sperimentali vengono gradualmente affinate durante lo svolgimento del corso e verificate durante la prova finale. La qualità e correttezza delle relazioni fanno parte degli aspetti di valutazione.

Comportamenti

Impiego corretto di strumentazione avanzata, uso di terminologia scientifica corretta e capacità di ragionamento logico negli ambiti dell'ottica avanzata, della fotonica, della scienza dei materiali, delle nano- e micro-tecnologie. Lo studente potrà saper gestire responsabilità di conduzione di un team di progetto. Saranno acquisite opportune accuratezza e precisione nello svolgere attività di raccolta e analisi di dati sperimentali.

Modalità di verifica dei comportamenti

I comportamenti obiettivo di apprendimento vengono gradualmente affinati durante lo svolgimento del corso e verificati durante la prova finale.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze fondamentali di elettromagnetismo, onde e.m. (Fisica 2). Conoscenze fondamentali di interazione radiazione-materia. (Fisica 2, Struttura della materia).

Indicazioni metodologiche

La prima parte del corso consiste in lezioni. Gli studenti vengono inoltre suddivisi in gruppi di lavoro. Seguono le esperienze di laboratorio, calendarizzate per ciascun gruppo di lavoro. Alla fine del corso viene redatta, da ciascun gruppo di lavoro, una relazione per ogni esperienza di laboratorio. Le relazioni devono pervenire al docente prima che il primo componente del gruppo sostenga l'esame orale. Per una migliore organizzazione si consiglia di concordare sempre via email il ricevimento su appuntamento con il docente.



UNIVERSITÀ DI PISA

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Introduzione. Riepilogo dei principali concetti riguardanti le onde elettromagnetiche. Equazioni d'onda. Onde scalari, onde piane ed onde sferiche. Onde vettoriali. Vettore di Poynting. Polarizzazione. Proprietà cinematiche e dinamiche della riflessione e della rifrazione. Leggi di Fresnel. Metodi di polarizzazione e di analisi della luce. Riflessione totale.

Fenomeni di interferenza. Esperimenti in divisione di fronte d'onda (Young, specchi di Fresnel, Lloyd). Esperimenti in divisione di ampiezza. Interferometro di Michelson e suo impiego per la misura di proprietà di materiali piezoelettrici e di indici di rifrazione. Interferenza da fasci multipli. Dipendenza del potere risolvante dalla riflettività degli specchi. Interferometro di Fabry-Perot.

Olografia. Interferenza applicata alla registrazione di immagini. Fasci oggetto, di riferimento e di ricostruzione. Materiali fotosensibili, fotopolimeri, fotocromici. Tridimensionalità degli ologrammi. Linearità delle procedure di esposizione. Generazione e separazione di immagini reali e virtuali. Ologramma di Gabor. Olografia fuori asse (*Leith-Upatnieks*). Aspetti sperimentali. Applicazioni. Cenni su olografia generata da computer e piattaforme di realtà aumentata.

Raggi ottici parassiali. Metodo matriciale. Fasci Gaussiani. Evoluzione di un fascio Gaussiano e sua focalizzazione. Dispositivi laser e risonatori ottici. Diagramma di stabilità.

Fibre ottiche. Aspetti costruttivi, parametri caratteristici. Processi nano- e micro-litografici. Materiali polimerici. Litografie espositive. Processi di litografia ottica. Litografie non espositive, litografie soffici. Ambiti applicativi.

Analisi di superfici e microscopia a forza atomica.

Esperienze di laboratorio correlate agli argomenti del corso.

Bibliografia e materiale didattico

- Max Born and Emil Wolf, Principles of Optics, Pergamon Press.
- Joseph W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, McGraw-Hill.
- Anthony E. Siegman, Lasers, University Science Books.

Materiale didattico supplementare (ad es. articoli scientifici particolarmente significativi), potrà essere consegnato dal docente agli studenti direttamente durante le lezioni.

Modalità d'esame

Valutazione delle relazioni ed esame orale finale.

Note

Per gli insegnamenti di **Laboratorio di Fisica della Materia e Nanotecnologie S (Cod. 412BB)** per il Corso di Laurea Magistrale in Fisica (9 CFU) e di **Quantum Optics Lab (Cod. 261BB)** per il Corso di Laurea Magistrale in Materials and Nanotechnology (9 CFU), le esperienze di laboratorio sono in numero-grado generale di complessità inferiore rispetto al corso **Laboratorio di Fisica della Materia e Nanotecnologie**.

Ultimo aggiornamento 08/08/2022 18:50