

**CORSO DI STUDIO *Physics (LM-17)***
**ANNO ACCADEMICO 2024-2025**
**DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *Laboratory of Photonics***

| Principali informazioni sull'insegnamento |                                  |
|---|----------------------------------|
| Anno di corso                             | 1°                               |
| Periodo di erogazione                     | 2° semestre: Marzo – Maggio 2025 |
| Crediti formativi universitari (CFU/ECTS) | 6                                |
| SSD                                       | FIS/03                           |
| Lingua di erogazione                      | Inglese                          |
| Modalità di frequenza                     | Obbligatoria                     |

| Docente                                |   |
|--|---|
| Nome e cognome                         | Milena D'Angelo   |
| Indirizzo mail                         | Milena.dangelo@uniba.it   |
| Telefono                               | 080 544 3217  |
| Sede                                   | Dipartimento Interateneo di Fisica, Via Amendola 173, 70126 Bari (BA) |
| Sede virtuale (Codice Microsoft Teams) | gjoifyk   |
| Ricevimento (giorni, orari e modalità) | Mon & Wed from 3 to 4 pm, office and online                           |

| Organizzazione della didattica |                    |  |                    |
|--------------------------------|--------------------|--|--------------------|
| Ore                            |                    |  |                    |
| Totali                         | Didattica frontale | Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro) | Studio individuale |
| 150                            | 32                 | 30   | 88                 |
| CFU/ECTS                       |                    |  |                    |
| 6                              | 4                  | 2  |                    |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Obiettivi formativi</b> | Competenze in ottica geometrica moderna e classica, caratterizzazione e modellazione di raggi laser, sia su base teorica che pratica. Conoscenza della propagazione della luce nello spazio libero e dei componenti ottici lineari. |
| <b>Prerequisiti</b>        | Elettromagnetismo e onde, ottica dei raggi, fondamenti dei laser, calcolo differenziale e funzioni complesse  |

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Metodi didattici</b> | Lezioni frontali con l'utilizzo di lucidi e lavagna.<br>Attività di laboratorio: lavoro di gruppo per la preparazione alle attività di laboratorio, la conduzione di esperimenti, la discussione e l'analisi critica dei risultati.<br>Report di esperienze di laboratorio. |
|-------------------------|---|

|  |   |
|--|---|
| <b>Risultati di apprendimento previsti</b>       |   |
| <b>DD1 Conoscenza e capacità di comprensione</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>o Comprensione del metodo scientifico, della natura e delle modalità della ricerca in Fisica</li> <li>o Conoscenze relative alla struttura della materia, con particolare attenzione alla materia condensata e alle applicazioni della fotonica</li> <li>o Ottica geometrica avanzata</li> <li>o Proprietà del fascio gaussiano e modo di caratterizzarlo</li> <li>o Ottica di polarizzazione</li> <li>o Proprietà statistiche della luce</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b></p> <p><b>DD3-5 Competenze trasversali</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>o Propagazione della luce e ottica di Fourier</li> <li>o Strumenti di progettazione per personalizzare le proprietà ottiche.</li> <li>o Capacità di identificare gli elementi essenziali di un fenomeno</li> <li>o Capacità di utilizzare lo strumento dell'analogia per applicare soluzioni conosciute a problemi nuovi (problem solving)</li> <li>o Capacità di utilizzo di strumenti di calcolo matematico analitico e numerico</li> <li>o Capacità di misurare i parametri fisici del raggio laser.</li> <li>o Capacità di modificare i parametri fisici del raggio laser.</li> <li>o Capacità di calcolare la propagazione dei raggi laser nei materiali ottici lineari.</li> <li>● <b>Autonomia di giudizio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacità di lavorare con crescenti gradi di autonomia, anche assumendo responsabilità nella programmazione di progetti e nella gestione di strutture</li> <li>o Criteri di scelta dei materiali e dei componenti ottici.</li> <li>o Criteri di scelta della strumentazione per la caratterizzazione dei fasci luminosi.</li> </ul> </li> <li>● <b>Abilità comunicative</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Competenze nella comunicazione in lingua italiana e in lingua inglese nei settori avanzati della Fisica</li> <li>o Scrivere rapporti di laboratorio estesi.</li> <li>o Preparazione e presentazione di presentazioni di tipo tutorial.</li> </ul> </li> <li>● <b>Capacità di apprendere in modo autonomo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Acquisizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze</li> <li>o Revisione critica dei risultati di laboratorio</li> </ul> </li> </ul> |
| <p><b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b></p>  | <p><b><i>Ottica geometrica delle matrici e fasci gaussiani</i></b><br/> Ottica geometrica della matrice<br/> Soluzioni elementari dell'equazione d'onda gaussiana e delle travi<br/> Matrici ABCD e modellazione del fascio</p> <p><b><i>Ottica vettoriale</i></b><br/> Breve rassegna dell'e.m. teoria della luce<br/> Polarizzazione lineare, circolare ed ellittica; Legge del malus<br/> Polarizzazione e rappresentazione matriciale (matrici di Jones e Muller)<br/> Polarizzazione per diffusione e riflessione, relazioni di Fresnel<br/> Birifrangenza e piastre d'onda<br/> Polarizzazione parziale (parametri di Stokes, grado di polarizzazione, sfera di Poincaré)</p> <p><b><i>Interferenza e coerenza</i></b><br/> Considerazioni generali e condizioni di interferenza<br/> Interferenza tra 2 fasci di luce e sue applicazioni (misure interferometriche e Tomografia a Coerenza Ottica)<br/> Interferenza tra fasci multipli e sue applicazioni (reticoli di diffrazione, Fabry-Perot, rivestimenti antiriflesso, filtri interferenziali)<br/> Cenni di ottica statistica: funzione di mutua coerenza, grado di coerenza</p> <p><b><i>Ottica di Fourier</i></b><br/> Breve richiamo alle trasformate di Fourier e ai sistemi lineari<br/> Onde piane e armoniche spaziali<br/> Diffrazione di Fraunhofer (fenditura singola e doppia, fenditura circolare, reticoli di diffrazione)<br/> Diffrazione di Fresnel (aperture e ostacoli circolari, piastra di Fresnel)<br/> Funzioni di trasferimento e funzione di risposta all'impulso<br/> Trasformate ottiche di Fourier e imaging<br/> Filtri spaziali</p>   |

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
|                                     | <p>Strumentazione ottica</p> <p><b>Componenti e sistemi ottici lineari: principali caratteristiche e criteri di scelta</b></p> <p><b>Esperienze di laboratorio</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fluorimetro laser (in CW) e costruzione di uno spettrometro</li> <li>2. Polarizzazione: Legge di Malus e sue conseguenze; uso di piastre d'onda e misura dei parametri di Stokes</li> <li>3. Interferometro di Michelson e interferometria a bassa coerenza: misura dell'indice di rifrazione di un mezzo; misura del tempo di coerenza di un LED; principio di funzionamento dell'OCT</li> <li>4. Diffrazione: fenditura singola e doppia, fenditura circolare, reticolo di diffrazione, ostacolo a spirale</li> <li>5. Microscopia e ottica di Fourier</li> </ol> |
| <b>Testi di riferimento</b>         | Saleh, Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley<br>Guenther, Modern Optics.   |
| <b>Note ai testi di riferimento</b> | Diapositive disponibili nella cartella Dropbox condivisa con gli studenti  |
| <b>Materiali didattici</b>          |  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Valutazione</b>  |   |
| Modalità di verifica dell'apprendimento                                     | Relazione di laboratorio ed esame orale   |
| Criteri di valutazione  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Conoscenza e capacità di comprensione</b><br/>Minimo: proprietà del fascio gaussiano e modo di caratterizzarlo, classificazione e utilizzo dei materiali ottici.<br/>Intermedio: strumenti di progettazione dei materiali per personalizzare le proprietà ottiche.<br/>Ottimale: matematica della propagazione delle onde in mezzi trasparenti.</li> <li>● <b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b><br/>Minimo: analisi critica e presentazione accurata dell'attività di laboratorio<br/>Intermedio: revisione completa dello stato dell'arte<br/>Ottimale: confronto dei dati sperimentali con simulazioni numeriche</li> <li>● <b>Autonomia di giudizio</b><br/>Minimo: stima corretta delle incertezze sperimentali.<br/>Intermedio: scelta motivata di materiali e componenti adatti allo scopo.<br/>Ottimale: identificazione del setup ottimale per una data misura.</li> <li>● <b>Abilità comunicative</b><br/>Minimo: rispetto dei tempi e del modello di relazioni e presentazione.<br/>Intermedio: persuasività dell'argomentazione.<br/>Ottimale: presentazione abile dello stato dell'arte e degli studi prospettici.</li> </ul> |
| Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale | 20% relazioni di laboratorio, 80% esame orale (20% per ciascuno dei criteri sopra indicati)   |
| <b>Altro</b>  | .   |