UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Laboratory II

2627-2-E3005Q011

Obiettivi

Il corso introduce gli studenti al metodo della fisica sperimentale attraverso lo studio quantitativo di fenomeni fondamentali dell'ottica e dell'elettromagnetismo.
Le attività di laboratorio sono finalizzate allo sviluppo della capacità di definire gli obiettivi di un'indagine sperimentale, progettare una strategia di misura adeguata, utilizzare correttamente la strumentazione disponibile e raccogliere dati affidabili. Gli studenti acquisiscono familiarità con le principali tecniche di misura utilizzate nei laboratori di fisica e imparano a valutarne prestazioni, limiti e ambiti di applicabilità.
Particolare attenzione è dedicata all'analisi critica dei dati sperimentali mediante gli strumenti statistici e computazionali acquisiti nel corso di Laboratorio di Calcolo e Statistica. Gli studenti imparano a determinare quantitativamente grandezze fisiche e a costruire o verificare modelli interpretativi dei fenomeni osservati, discutendo criticamente l'affidabilità dei risultati ottenuti e il ruolo delle incertezze sperimentali.
Il corso mira inoltre a sviluppare competenze trasversali essenziali per l'attività scientifica, quali il lavoro in team, la gestione autonoma delle attività sperimentali e la comunicazione dei risultati mediante relazioni tecniche e presentazioni orali.

Contenuti sintetici

- Strumentazione di laboratorio: principi di funzionamento, criteri di scelta e utilizzo consapevole degli strumenti per la realizzazione di misure ottiche ed elettriche.
- Progettazione e realizzazione di esperimenti di ottica ed elettromagnetismo finalizzati alla determinazione di grandezze fisiche o alla verifica quantitativa di modelli interpretativi.
- Acquisizione, elaborazione e analisi critica dei dati sperimentali.
- Comunicazione dei risultati attraverso relazioni scientifiche e discussioni orali.

Programma esteso

Misure riguardanti fenomeni di ottica ed elettromagnetismo. Utilizzo della strumentazione tipica dei laboratori di fisica sperimentale (lenti, sorgenti laser, spettrometri, multimetri, oscilloscopi, generatori di funzioni, ecc.), con particolare attenzione ai principi di funzionamento degli strumenti, ai criteri di scelta in relazione agli obiettivi della misura e ai limiti delle diverse tecniche sperimentali.

- **Spettrometro a prisma e a reticolo**: caratterizzazione dei due strumenti mediante l'utilizzo di righe spettrali di lunghezza d'onda nota, identificazione di sorgenti luminose contenenti gas incogniti e confronto critico delle prestazioni delle due tecniche di analisi spettrale.
- **Interferometria**: misura di lunghezze d'onda mediante configurazioni interferometriche di Michelson e Fabry–Perot; studio della sensibilità e della precisione delle tecniche interferometriche.
- **Microonde**: studio quantitativo di fenomeni riconducibili all'ottica geometrica e ondulatoria, con verifica sperimentale dei principali modelli interpretativi.
- **Circuiti elettrici** in corrente continua e alternata: progettazione, realizzazione e caratterizzazione di reti costituite da elementi passivi (R, L e C). Studio della risposta ai transitori e della funzione di trasferimento di circuiti mediante tecniche di analisi nel dominio del tempo e della frequenza.
  In tutte le attività sperimentali gli studenti sono chiamati a pianificare le misure, motivare le scelte metodologiche adottate, analizzare criticamente i dati raccolti e discutere i risultati ottenuti alla luce degli obiettivi dell'esperimento.

Prerequisiti

Laboratorio I
Laboratorio di Calcolo e Statistica

Modalità didattica

Le attività formative, tutte a frequenza obbligatoria, sono articolate in lezioni introduttive e sedute di laboratorio.
Le **lezioni introduttive** forniscono il contesto fisico delle esperienze proposte, illustrano il principio di funzionamento della strumentazione utilizzata e discutono le possibili strategie sperimentali, evidenziando il legame tra gli obiettivi dell'indagine, le tecniche di misura disponibili e le modalità di analisi dei dati.
Le **sedute di laboratorio** sono dedicate alla realizzazione degli esperimenti, all'acquisizione e all'analisi dei dati e alla discussione critica dei risultati ottenuti. Le attività sono svolte prevalentemente in piccoli gruppi di lavoro, favorendo la collaborazione, il confronto tra pari e lo sviluppo dell'autonomia operativa.
Parte integrante dell'attività di laboratorio è la redazione di **relazioni scientifiche** sintetiche ed efficaci, finalizzate a documentare il percorso sperimentale seguito, le scelte metodologiche effettuate, l'analisi dei dati e le conclusioni raggiunte.

Materiale didattico

Tutto il materiale didattico è raccolto (scaricabile o consultabile) nel sito e-learning

- Slide e dispense preparate dal docente, riguardanti tutti gli argomenti trattati nelle lezioni introduttive
- Schede che illustrano i fenomeni fisici oggetto dell'esperienza e schede che guidano alla realizzazione della stessa

- Video che illustrano il funzionamento della strumentazione
- Manuale della strumentazione utilizzata
- Libri di testo adottati e consigliati
- Registrazione delle lezioni

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

Consegna delle relazioni di laboratorio durante lo svolgimento del corso, secondo le modalità e le scadenze indicate nel calendario del corso.

- Le relazioni possono essere redatte in gruppo; tuttavia, il contenuto della relazione e la sua consegna rimangono responsabilità individuale di ciascuno studente.
- Le relazioni hanno lo scopo di documentare il lavoro sperimentale svolto, le scelte metodologiche adottate, l'analisi dei dati e i risultati ottenuti.
- Le relazioni non sono oggetto di una valutazione autonoma. Esse costituiscono tuttavia un elemento utile a verificare la completezza del lavoro svolto durante il corso e il livello di comprensione raggiunto dallo studente.

Colloquio orale individuale al termine del corso.
La valutazione è basata principalmente sul colloquio orale, durante il quale lo studente dovrà dimostrare di saper:

- descrivere gli obiettivi delle esperienze svolte e il fenomeno fisico oggetto dell'indagine sperimentale;
- spiegare come è stata realizzata la misura e quale ruolo abbiano avuto gli strumenti utilizzati nel raggiungimento degli obiettivi prefissati;
- motivare le scelte sperimentali effettuate e discutere la strategia di misura adottata;
- illustrare e giustificare le tecniche di analisi dei dati impiegate;
- interpretare criticamente i risultati ottenuti, discutendone affidabilità, limiti e significato fisico;
- collegare in modo coerente obiettivi, metodologia, analisi dei dati e conclusioni.

Le relazioni consegnate durante il corso possono concorrere alla determinazione della valutazione finale nella misura in cui evidenzino la completezza dell'attività svolta, la qualità della documentazione prodotta e la correttezza dell'analisi dei dati. In particolare, consegne tardive, relazioni particolarmente carenti o errori significativi nell'analisi dei dati potranno essere considerati nella valutazione complessiva.

Qualora lo studente presenti versioni rivedute e corrette delle relazioni e dimostri nel colloquio orale di avere compreso e corretto gli errori precedentemente commessi, tali elementi saranno considerati positivamente ai fini della valutazione finale.

La valutazione complessiva è volta a verificare il conseguimento dei risultati di apprendimento attesi con riferimento ai Descrittori di Dublino. In particolare, vengono accertate: la conoscenza e comprensione degli obiettivi e delle metodologie sperimentali; la capacità di applicare tali conoscenze alla progettazione e realizzazione di misure; l'autonomia di giudizio nell'analisi critica dei dati e nella discussione dei risultati; le abilità comunicative nella presentazione scritta e orale del lavoro svolto; la capacità di apprendere attraverso la riflessione critica sulla propria attività sperimentale e la correzione di eventuali errori metodologici o interpretativi.

Mancata consegna delle relazioni durante il corso
Gli studenti che non abbiano consegnato le relazioni previste durante lo svolgimento del corso saranno comunque ammessi al colloquio orale. Poiché le relazioni costituiscono un'importante evidenza del lavoro sperimentale svolto e del processo di analisi e interpretazione dei dati, i docenti potranno richiedere allo studente di ripetere o completare una misura relativa a una delle esperienze già svolte in laboratorio. Tale attività potrà essere utilizzata per accertare il raggiungimento degli obiettivi formativi del corso con riferimento alle competenze sperimentali, all'autonomia di giudizio e alla capacità di discussione critica dei risultati.

Orario di ricevimento

I docenti del corso ricevono previo appuntamento da concordare mediante e-mail.

Sustainable Development Goals