UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Electricity and Magnetism

2627-2-E3004Q007

Obiettivi

Il corso mira a fornire agli studenti una comprensione completa dell'elettromagnetismo classico, comprendendo elettrostatica, magnetostatica, elettrodinamica, onde elettromagnetiche e un'introduzione alla relatività ristretta.

Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di:

Conoscenza e capacità di comprensione (Descrittore di Dublino 1)
• Comprendere il significato fisico dei campi elettrici e magnetici e delle loro sorgenti.
• Comprendere i fenomeni elettromagnetici nel vuoto e nella materia.
• Comprendere le equazioni di Maxwell in forma integrale e differenziale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione (Descrittore di Dublino 2)
• Risolvere problemi ai valori al contorno in elettrostatica e magnetostatica.
• Applicare strumenti matematici, quali il calcolo vettoriale e le equazioni differenziali, alla risoluzione di problemi elettromagnetici.
• Analizzare la propagazione delle onde e i fenomeni di radiazione.

Autonomia di giudizio (Descrittore di Dublino 3)
• Valutare le approssimazioni e le ipotesi fisiche nei modelli elettromagnetici.
• Valutare la validità delle soluzioni in differenti regimi fisici, compresi quelli rilevanti per la relatività ristretta.

Abilità comunicative (Descrittore di Dublino 4)
• Presentare con chiarezza le soluzioni di problemi teorici e quantitativi.
• Utilizzare un linguaggio scientifico appropriato e un adeguato rigore matematico.

Capacità di apprendimento (Descrittore di Dublino 5)
• Sviluppare strategie autonome di risoluzione dei problemi.
• Costruire una base per insegnamenti avanzati di fisica teorica, ottica e fisica della materia condensata.

Contenuti sintetici

Il corso tratta: elettrostatica, magnetostatica, elettrodinamica ed equazioni di Maxwell, campi elettromagnetici nella materia, onde elettromagnetiche e ottica di base, introduzione alla relatività ristretta e all'elettrodinamica relativistica.

Programma esteso

1. Richiami matematici: calcolo vettoriale (gradiente, divergenza, rotore, laplaciano), teoremi integrali (Gauss, Stokes).
2. Elettrostatica: legge di Coulomb e campo elettrico, legge di Gauss e applicazioni, potenziale elettrico ed energia elettrostatica, conduttori e condizioni al contorno, equazioni di Poisson e di Laplace, metodo delle immagini, espansione multipolare. Condensatori e materiali dielettrici, polarizzazione e cariche legate, campo di spostamento elettrico.
3. Magnetostatica: campo magnetico e forza di Lorentz, correnti elettriche, legge di Biot-Savart, legge di Ampère, potenziale vettore, dipoli magnetici ed energia magnetica. Magnetizzazione e campi ausiliari, campi magnetici nella materia (magnetizzazione, suscettività).
4. Elettrodinamica: legge di induzione di Faraday, corrente di spostamento, equazioni di Maxwell (forme integrale e differenziale), leggi di conservazione (carica, energia: teorema di Poynting), potenziali elettromagnetici e trasformazioni di gauge.
5. Onde elettromagnetiche e ottica: equazione delle onde nel vuoto e nella materia, onde piane e polarizzazione, energia e quantità di moto delle onde elettromagnetiche, introduzione all'interferenza e alla diffrazione. Riflessione e rifrazione (coefficienti di Fresnel), specchi e lenti.
6. Introduzione alla relatività ristretta: postulati della relatività ristretta, trasformazioni di Lorentz, trasformazione dei campi elettromagnetici, formulazione covariante delle equazioni di Maxwell.

Prerequisiti

Matematica
• Analisi matematica a una e più variabili e nozioni di base di calcolo vettoriale.
• Algebra lineare.
• Equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali (concetti di base).
Fisica
• Meccanica classica.
• Conoscenze di base su onde e oscillazioni.
Competenze
• Familiarità con la risoluzione di problemi matematici.
• Capacità di interpretare modelli fisici.

Modalità didattica

Il corso è organizzato in:
• Lezioni frontali in presenza della durata di 2 ore, dedicate a una parte dei contenuti teorici fondamentali, a discussioni concettuali e allo svolgimento di esempi.

• Lezioni online asincrone dedicate a una parte dei contenuti teorici fondamentali e delle dimostrazioni, nonché a spiegazioni integrative ed esempi svolti.
• Sessioni interattive di esercitazione in presenza della durata di 2 ore: laboratori di problem solving, esercizi guidati sugli argomenti principali, partecipazione e discussione da parte degli studenti.
Questa struttura mista sostiene un apprendimento progressivo, lo sviluppo di capacità di studio autonomo e un coinvolgimento continuo con i contenuti del corso (Descrittore di Dublino 5). Tutte le lezioni e le attività si svolgono in lingua inglese.

Materiale didattico

• D. J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, 4a edizione, Cambridge University Press (2017).

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

• Prova in itinere, indicativamente tra la fine di ottobre e l'inizio di novembre, relativa a elettrostatica e magnetostatica. Formato: domande a risposta multipla, esercizi e problemi. Valutazione: voto in trentesimi.
• Esame scritto finale. Formato: domande a risposta multipla, esercizi e problemi. La struttura dipende dall'esito della prova in itinere: se lo studente ha superato la prova in itinere, l'esame riguarda soltanto gli argomenti rimanenti. In caso contrario, l'esame finale riguarda l'intero programma. Valutazione: voto in trentesimi.
• Voto complessivo delle prove scritte: se la prova in itinere è stata superata, il voto complessivo è dato dalla media dei risultati della prova in itinere e dell'esame finale. In caso contrario, il voto complessivo coincide con il risultato dell'esame finale.
• Dopo l'esame scritto finale si svolge un colloquio orale. Durante il colloquio, agli studenti viene chiesto di discutere e chiarire le soluzioni fornite nella prova scritta e di dimostrare una solida comprensione dei concetti teorici sottostanti. L'esito del colloquio orale può comportare una modifica del voto finale entro un intervallo di ±3/30.
• Finalità di tutte le prove: valutare le conoscenze fondamentali e la capacità di risolvere problemi (Descrittori 1-2), il pensiero critico (Descrittore 3) e le abilità comunicative (Descrittore 4).

Orario di ricevimento

• Orario indicativo: lunedì e martedì, 10:00-12:00, anche online.
• Prenotazione: richiedere un appuntamento via e-mail con almeno un giorno di anticipo.

Sustainable Development Goals

ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE