



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Fisica II

2021-2-E2701Q060

---

#### Obiettivi

Il corso intende fornire gli strumenti fondamentali per la descrizione dei fenomeni elettromagnetici e ottici, propedeutici alla comprensione dell'interazione dei materiali con i campi elettromagnetici e in particolare con la radiazione elettromagnetica.

#### Contenuti sintetici

Il corso parte dalla descrizione delle interazioni elettrostatiche tra cariche per introdurre i concetti di campo elettrico, flusso di campo elettrico, energia e potenziale elettrostatico, dando gli elementi per una formalizzazione sia in forma integrale sia in forma differenziale. Vengono inoltre date le basi per la descrizione dei processi di accumulo di carica nei conduttori e di polarizzazione nei dielettrici, e le grandezze fondamentali per la descrizione dei processi di trasporto di carica nei fenomeni di conduzione elettrica. Viene quindi introdotto il campo magnetico e le interazioni di campi magnetici con cariche in moto, in particolare con sistemi di cariche dotati di momento di dipolo magnetico. Sono trattati poi i contributi di campo elettrico e campo magnetico generati da campi variabili nel tempo, fino ad arrivare al quadro generale fornito dalle equazioni di Maxwell nella loro formulazione integrale e differenziale. Da queste sono ottenute le equazioni d'onda per le componenti elettriche e magnetiche della radiazione elettromagnetica e le basi per la descrizione di segnali ottici generici in termini di componenti monocromatiche. Conclude il corso una rapida analisi degli strumenti formali per la descrizione dei principali fenomeni di ottica geometrica e ondulatoria.

#### Programma esteso

*Carica elettrica.* Conduttori e isolanti. Induzione elettrostatica. Descrizione delle interazioni elettrostatiche in termini di forza di interazione tra cariche elettriche. Legge di Coulomb. Costante dielettrica del vuoto. Principio di

sovrapposizione. Il concetto di campo. Campi di forza in fisica. Il campo elettrostatico generato da cariche puntiformi. Descrizione di distribuzioni continue di carica e esempi di campo elettrico prodotto. Moto di una carica in un campo elettrostatico: conservazione dell'energia.

*Forza elettrica e lavoro.* Lavoro e energia potenziale. Campi conservativi. Energia potenziale e potenziale elettrostatico. Potenziale generato da cariche puntiformi e da distribuzioni continue di carica. Relazioni tra campo e potenziale. Dipolo elettrico. Campo e potenziale di dipolo. Dipolo in un campo esterno.

*Flusso di un campo vettoriale.* Flusso del campo elettrostatico. Legge di Gauss. Applicazioni della legge di Gauss: calcolo del campo elettrostatico. Conduttore carico isolato. Induzione elettrostatica. Schermo elettrostatico. Capacità di un conduttore. Condensatori. Calcolo della capacità di un condensatore. Condensatori in serie e in parallelo. Energia e densità di energia del campo elettrico. Condensatori con dielettrico. Costante dielettrica relativa. Polarizzazione dei dielettrici.

*Corrente elettrica.* Intensità e densità di corrente. Resistività e conducibilità. Legge di Ohm in forma locale. Modello microscopico della conduzione elettrica. Resistori in serie e parallelo. Effetto Joule. Generatore di forza elettromotrice. Leggi di Kirchhoff.

*Interazione magnetica e campo magnetico.* Forza magnetica su carica in moto. Seconda Legge di Laplace. Forza magnetica su conduttore percorso da corrente. Momenti meccanici su circuiti piani. Momento di dipolo magnetico. Effetto Hall. Moto di particelle cariche in campo magnetico. Campo magnetico generato da un conduttore percorso da corrente e da una carica in moto. Prima Legge di Laplace. Campo magnetico generato da un filo rettilineo infinito. Legge di Ampère. Applicazioni della legge di Ampère. Forza tra conduttori percorsi da corrente. Campo magnetico generato da una spirale circolare e da un solenoide. Forma locale della legge di Ampère. Corrente di spostamento. Equazione di Ampère-Maxwell. Materiali magnetici. Magnetizzazione. Dia, para e ferromagnetismo.

*Legge di Faraday;* forza elettromotrice indotta e sua origine. Campi elettrici indotti. Applicazioni della legge di Faraday. Induttanza. Energia e densità di energia del campo magnetico. Proprietà dei campi elettrici indotti e dei campi magnetici.

*Equazioni di Maxwell.* Equazione di continuità della corrente. Equazioni di Maxwell per campi variabili nel tempo in forma integrale e differenziale. Campo elettrico e magnetico indotti. Equazione di D'Alembert per le onde elettromagnetiche. Onde piane. Vettore di Poynting. Intensità delle onde piane. Polarizzazione delle onde: lineare, circolare ed ellittica. Cenni sulla analisi di Fourier di onde e impulsi.

*Fondamenti di ottica ondulatoria.* Onde sferiche. Velocità della luce nel vuoto e in mezzi trasparenti. Indice di rifrazione e dispersione. Principio di Huygens-Fresnel. Riflessione e rifrazione. Casi esemplari su propagazione di onde sferiche, riflessione e rifrazione e il ruolo della polarizzazione del materiale.

*Principi di ottica geometrica.* Convenzioni. Specchi sferici concavi e convessi. Specchi piani. Lenti sottili. Interferenza tra onde elettromagnetiche. Principi base per l'interpretazione dei fenomeni di interferenza. Accenno ai fasci.

## **Prerequisiti**

Nozioni di base di analisi matematica e di fisica newtoniana.

## **Modalità didattica**

Il corso prevede lezioni nelle quali sono incluse sessioni finalizzate a permettere la trasformazione delle

conoscenze acquisite in competenze di analisi quantitativa di problemi concreti, oltre a lezioni di ricapitolazione sui tre principali blocchi di lezioni riguardanti rispettivamente l'elettrostatica, correnti elettriche e magnetismo, fenomeni dipendenti dal tempo e ottica.

Nel periodo di emergenza Covid-19 le lezioni saranno frequentate \_\_\_\_\_

## **Materiale didattico**

### **Testo di riferimento:**

Elementi di fisica, Elettromagnetismo e onde – P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci – EdiSES 2008

### **Ulteriore material didattico:**

Esercizi svolti caricati sulla piattaforma e-learning

## **Periodo di erogazione dell'insegnamento**

Primo semestre

## **Modalità di verifica del profitto e valutazione**

Gli studenti sono chiamati a dimostrare in una prova scritta – comprendente di norma tre o quattro esercizi – di possedere gli strumenti formali per la descrizione e quantificazione di situazioni che vedono coinvolti sistemi carichi e/o cariche in movimento interagenti tra loro e con campi elettromagnetici sia statici che variabili nel tempo, oltre che per la descrizione di onde elettromagnetiche e semplici sistemi ottici. La valutazione della prova scritta viene comunicata entro pochi giorni dalla prova e prima di una seconda prova consistente in un colloquio finalizzato a valutare il livello di conoscenza acquisito sull'intero programma, verificando in particolare la consapevolezza raggiunta del significato fisico delle grandezze e delle relazioni elettromagnetiche introdotte.

---

## **Orario di ricevimento**

11:00-13:00 lunedì, giovedì, venerdì

14:00-17:00 giovedì

