

**Programma:**

**Obiettivo del corso**

Il primo modulo di Fisica Generale II introduce i campi elettrici e magnetici come entità primarie dell'elettrodinamica; essi vengono studiati nel caso statico e quando variano lentamente nel tempo. Vengono introdotti il principio di sovrapposizione lineare e le equazioni che governano i campi medesimi (equazioni di Maxwell) in forma integrale (globale) e differenziale (locale) fino a giungere alle equazioni alle derivate parziali di Laplace e di Poisson. Alla fine del corso lo studente potrà comprendere quantitativamente numerosi fenomeni elettrici che avvengono nel vuoto o nella materia, così come numerose applicazioni pratiche, quali i circuiti elettrici e la trasformazione di energia elettrica in energia meccanica e viceversa. Il corso pone le basi per lo studio dell'irraggiamento e della propagazione delle onde, argomenti trattati nel corso di Fisica b 2.

**Programma Preliminare**

1. **Forza elettrica.** Campo elettrostatico. Cariche elettriche. Isolanti e conduttori. Struttura elettrica della materia. Misura delle cariche elettriche. Legge di Coulomb. Campo elettrostatico. Campo elettrostatico prodotto da una distribuzione continua di carica. Linee di forza del campo elettrostatico. Moto di una carica in un campo elettrostatico. Esperienza di Rutherford. Determinazione della carica elementare. Esperienza di Millikan.
2. **Lavoro elettrico.** Potenziale elettrostatico. Lavoro della forza elettrica. Tensione, potenziale. Calcolo del potenziale elettrostatico. Energia potenziale elettrostatica. Il campo come gradiente del potenziale. Superfici equipotenziali. Rotore di un campo vettoriale. Teorema di Stokes. Applicazione al campo elettrostatico. Il dipolo elettrico. Potenziale di un sistema di cariche nell'approssimazione di dipolo. La forza su un dipolo elettrico.
3. **Flusso del campo elettrico.** Legge di Gauss. Alcune applicazioni e conseguenze della legge di Gauss. Campo elettrostatico nell'intorno di una strato superficiale di carica. Legge di Gauss in forma differenziale. Divergenza di un campo vettoriale. Equazioni di Maxwell per l'elettrostatica. Equazioni di Poisson e di Laplace.
4. **Conduttori in equilibrio.** Capacità di un conduttore isolato. Conduttore cavo. Schermo elettrostatico. Sistemi di conduttori. Condensatori. Collegamento di condensatori. Energia del campo elettrostatico. Energia di un sistema di cariche. Forza tra le armature di un condensatore. Pressione elettrostatica. Il metodo delle cariche immagine. Funzioni armoniche. Funzioni di variabili complesse come funzioni armoniche. Il quadrupolo elettrostatico. Problemi di Dirichlet.
5. **La costante dielettrica.** Polarizzazione dei dielettrici. Campo elettrico prodotto da un dielettrico polarizzato. Campo elettrico all'interno di un dielettrico polarizzato. Equazioni generali dell'elettrostatica in presenza di dielettrici. Il vettore induzione dielettrica. Dipendenza della polarizzazione dal campo elettrico. Mezzi isotropi e anisotropi. Discontinuità dei campi sulla superficie di separazione tra due dielettrici. Campo elettrico all'interno di una cavità in un dielettrico. L'energia elettrostatica nei dielettrici. Meccanismi di polarizzazione nei dielettrici isotropi. La costante dielettrica dei liquidi. Equazione di Clausius-Mossotti.
6. **Corrente elettrica.** Conduzione elettrica. Corrente elettrica. Legge di conservazione della carica. Regime di corrente stazionaria. Modello classico della conduzione elettrica. Legge di Ohm. Legge di Ohm per i conduttori metallici. Resistenza elettrica. Effetto Joule. Resistori in serie e in parallelo. Forza elettromotrice. Legge di Ohm generalizzata. Carica e scarica di un condensatore. Leggi di Kirchhoff per le reti elettriche. Calcolo della resistenza di conduttori tridimensionali.
7. **Forza magnetica.** Campo magnetico. Primi fatti sperimentali sull'interazione magnetica. Linee di forza del campo magnetico. Legge di Gauss per il campo magnetico. Forza magnetica su una carica in moto. Forza magnetica su un conduttore percorso da corrente. Momenti meccanici su circuiti piani. Principio di equivalenza di Ampère. Espressioni di forza, momento e lavoro tramite il flusso magnetico. Effetto Hall. Esempi di moti di particelle cariche in campo magnetico. Quadrupoli magnetici e focalizzazione forte di un fascio.

8. **Sorgenti del campo magnetico.** Legge di Ampère. Campo magnetico prodotto da una corrente. Calcoli di campi magnetici prodotti da circuiti particolari. Azioni elettrodinamiche tra circuiti percorsi da corrente. Legge di Ampère. Flusso tra circuiti e coefficienti di mutua induzione. Autoflusso. Proprietà del campo magnetostatico nel vuoto. Potenziale vettore. Soluzione generale per i potenziali scalari e vettoriali. Simmetria dei coefficienti di mutua induzione.

9. **Proprietà magnetiche della materia.** Magnetizzazione della materia. Permeabilità magnetica e suscettività magnetica. Correnti amperiane e magnetizzazione. Equazioni generali della magnetostatica. Il campo magnetizzante  $H$ . Discontinuità dei campi sulla superficie di separazione tra due mezzi magnetizzati. Campi all'interno di una cavità. Confronto tra le leggi dell'elettrostatica e della magnetostatica in mezzi omogenei indefiniti. Sostanze ferromagnetiche. Circuiti magnetici. Elettromagneti, magneti permanenti. Correnti elettriche e momenti magnetici atomici. Teoria microscopica classica del diamagnetismo e del paramagnetismo.

10. **Campi elettrici e magnetici lentamente variabili nel tempo.** Legge di Faraday dell'induzione elettromagnetica. Origine fisica della forza elettromotrice indotta. Applicazioni delle legge di Faraday. Legge di Lenz. Misure di campo magnetico. Autoinduzione. Energia magnetica. Pressione magnetica. Forze su corpi magnetizzati. Induzione mutua. Energia magnetica di circuiti accoppiati. Il trasformatore.

### **Libri di testo e di esercizi**

**Fisica II**, Paolo Mazzoldi, Mario Nigro e Cesare Voci, EdiSES.

**Lezioni di Fisica Generale II**, Luigi Ettore Picasso, ETS.

**Fisica Generale II**, Lionel Lovitch e Sergio Rosati, Editrice Ambrosiana.

**Fisica II** (Elettromagnetismo-Ottica C. Mencuccini e Vittorio Silvestrini:). Liguori Editore.<sup>3/4</sup>

**Fisica Generale** (Elettromagnetismo, Relatività, Ottica), E. Amaldi, R. Bizzarri, G. Pizzella, Zanichelli.

**The Feynman Lectures on Physics, vol 2**, R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands.

**Classical Electrodynamics**, J.D. Jackson, John Wiley & Sons.<sup>3/4</sup>

**Esercizi di Fisica II**, Maria Allegrini, Giovanni Batignani, Sandro Faetti, EdiSES.

### **Modalità d' esame**

L' esame prevede una prova scritta e una orale su esercizi. Sono previste inoltre due prove in itinere durante il semestre. Il conseguimento della sufficienza sulla media delle due prove esonera dall' esame scritto qualora si affronti l' esame durante uno dei due appelli della prima sessione utile.