



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## SYLLABUS DEL CORSO

### Fisica II - Turno 2

2122-2-E3001Q042-T2

---

#### Obiettivi

Elettrodinamica classica e ottica: fenomenologia, leggi fondamentali e soluzione di problemi

#### Contenuti sintetici

Elettrostatica nel vuoto, Corrente elettrica stazionaria, Magnetostatica nel vuoto, Induzione elettromagnetica, Elettrostatica nei mezzi materiali, Magnetostatica nei mezzi materiali, Onde elettromagnetiche, Ottica.

#### Programma esteso

---

---

U2 - Il potenziale elettrico, relazione tra potenziale e CE: il gradiente, potenziale di una distribuzione di carica, dipoli e multipoli. Divergenza di un vettore, teorema di Gauss, la divergenza di un vettore e operatori vettoriali, forma

differenziale della legge di Gauss,; Equazione di Laplace e di Poisson; Il rotore e il teorema di Stokes, il significato della divergenza e del rotore

U3 - Conduttori e isolanti, conduttori nel CE, problema generale dell'elettrostatica: teoremi di unicità e condizioni al contorno, soluzioni particolari dell'equazione di Laplace: il metodo della carica immagine. Capacità e condensatori, coefficienti di induzione, energia immagazzinata in un condensatore

U4 - Correnti elettriche, intensità e densità di corrente, correnti stazionarie e conservazione della carica, conducibilità e legge di Ohm, proprietà dei conduttori, circuiti elettrici e elementi circuitali, dissipazione di energia (legge di Joule), forza elettromotrice, reti in corrente continua e variabile con resistenze e condensatori

U5 - \_\_\_\_\_

U6 - **a)** Il campo magnetico (CM): definizione del vettore induzione magnetica e varie relazioni (Lorentz, formule di Laplace etc.), proprietà del campo magnetico: legge di Ampere, flusso magnetico, il potenziale vettore, equazione di Poisson per le componenti del potenziale vettore; campo di un filo percorso da corrente, esempi di CM (spira, etc.). **b)** Trasformazioni relativistiche dei campi elettromagnetici.

U7 - **a)** Induzione magnetica: osservazioni di Faraday, esempi, formulazione generale della legge di induzione (Faraday-Neuman-Lenz), mutua e auto-induzione, energia del CM; **b)** \_\_\_\_\_

U8 - La corrente di spostamento, le equazioni di Maxwell del CEM e il limite quasi-stazionario. \_\_\_\_\_

U9 - Campi elettrici nella materia (approssimazione quasi-stazionaria), dielettrici, multipoli, campo e potenziale di dipolo, polarizzazione elettrica, teorema di Gauss nei dielettrici, proprietà dei materiali (cenni).

U10 - Campi magnetici nella materia (approssimazione quasi-stazionaria), Legge di Ampère nei materiali magnetizzati, Suscettività e permittività magnetica, Materiali dia-, para- e ferromagnetici (cenni)

2^ Semestre - Fenomeni elettrici e magnetici con campi variabili e ottica.

Equazione d'onda in coordinate sferiche e onde sferiche; ampiezza energia e intensità dell'onda. Equazioni di continuità, carica, energia e quantità di moto; energia del campo EM e teorema di Poynting, quantità di moto del campo EM.

U12 - Potenziali elettrodinamici: campi quasi-stazionari (ritardati) e di radiazione; metodo generale di soluzione con potenziale vettore e scalare; equazioni per i potenziali; invarianza di gauge; il gauge di Coulomb e di Lorentz; equazioni d'onda per i potenziali; soluzione dell'equazione d'onda per sorgente puntiforme e generalizzazione a sorgente estesa; i potenziali ritardati; distribuzione di carica di dipolo variabile; potenziale e campo; termine quasi-stazionario e termine di radiazione.

U13 - Radiazione di carica accelerata; calcolo diretto di E, B e  $E \times B$  nel limite non-relativistico, potenza irradiata, relazione di Larmor. Radiazione di sincrotrone e correzione relativistica. Radiazione di sorgenti localizzate oscillanti, termini di multipolo, il dipolo elettrico; potenza emessa da carica oscillante, irraggiamento e smorzamento, antenna lineare (dipolo elettrico), antenna circolare (dipolo magnetico).

U14 - Interazione di onde EM con mezzi: a) Dielettrici: Modello a oscillatori, potenza assorbita e irradiata, diffusione e legge di Rayleigh, polarizzabilità dinamica, indice di rifrazione complesso; propagazione di onde in un mezzo, dispersione normale e dispersione anomala; assorbimento risonante; rappresentazione di un pacchetto d'onda; velocità di fase e velocità di gruppo; attenuazione dell'onda. b) Conduttori: equazioni di Maxwell in un

conduttore, equazione delle onde in conduttori, equazione di Helmholtz e indice di rifrazione complesso; qualità del conduttore in funzione della frequenza e della conducibilità; profondità di pelle; Riflessione e trasmissione per incidenza normale tra dielettrici e tra dielettrici e conduttori.

**U15 - Ottica: a)** Leggi dell'ottica geometrica; condizioni di continuità dei campi e relazione con il vettore numero d'onda; relazioni di Fresnel per incidenza generica e polarizzazione nel piano di incidenza (altra polarizzazione per esercizio); angolo di Brewster e riflessione per polarizzazione.

**b)** Interferenza: condizioni di interferenza; interferenza a due sorgenti; separatori di fronte d'onda e d'ampiezza. Interferenza multipla e il reticolo di interferenza.

**c)** Diffrazione: Principio di Huygens e integrale di diffrazione; figure di diffrazione.

## Prerequisiti

Corsi di matematica e fisica generale del primo anno del corso di laurea in Fisica

## Modalità didattica

lezione frontale (10 cfu), esercitazione (4 cfu)

## Materiale didattico

- E.M Purcell and D.J. Morin, Electricity and Magnetism, 3rd Edition, Cambridge (Amazon) - U1-10
- S. Focardi, I. Massa, A. Uguzzoni, Onde e ottica, CEA - U11-15

Per U11-U15 molti argomenti sono integrati con testi supplementari:

- R. Feynman, The Feynman Lectures on Physics, Vol II - Online: <http://www.feynmanlectures.caltech.edu/>

Altri testi per consultazione o impiegati per alcuni specifici argomenti (saranno segnalati):

- \_\_\_\_\_
- J. Jackson, Elettrodinamica Classica, Zanichelli (AVANZATO)
- Mencuccini e Silvestrini, Elettromagnetismo e Ottica, Ed. Ambrosiana
- S. Focardi, I.G. Massa, A. Uguzzoni, M. Villa, "Fisica generale - Elettromagnetismo", Zanichelli

- Mazzoldi-Nigro-Voci, "Fisica Generale (vol.2)", Edises

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

I e II semestre

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

Due prove in itinere scritte (o prove finali scritte sugli stessi argomenti se le prove in itinere sono largamente insufficienti) e prova finale orale.

### **Orario di ricevimento**

Per appuntamento

---