

Programma del corso di Elettrodinamica e Relatività Speciale

A.A. 2025-2026

Prof. G. Cantatore

Elettrodinamica

- Correzione di Maxwell alla legge di Ampère e corrente di spostamento.
- Formulazione generale delle equazioni di Maxwell in termini dei campi.
- Cenni alle "cariche" magnetiche.
- Equazioni di Maxwell nei materiali, espressione in termini dei campi E , B , D ed H .
- Condizioni al contorno per i campi in presenza di cariche e correnti superficiali e interfacce tra mezzi differenti.
- Conservazione globale e locale della carica elettrica, equazione di continuità.
- Densità di energia nei campi elettromagnetici.
- Teorema di Poynting
- Equazione di continuità per la densità di energia.
- Tensore degli sforzi di Maxwell.
- Quantità di moto e momento angolare associati ai campi elettromagnetici e loro conservazione.
- Equazione d'onda per i campi elettromagnetici nel vuoto e velocità della luce.
- Formulazione delle equazioni generali di Maxwell in termini di potenziali.
- Trasformazioni di gauge. Gauge di Coulomb e di Lorenz. Equazioni ai potenziali in forma d'equazione d'onda non omogenea nel gauge di Lorenz.
- Potenziali ritardati nel gauge di Lorenz. Verifica della soluzione delle equazioni ai potenziali.
- Soluzione generale delle equazioni di Maxwell: relazioni di Jefimenko per i campi E e B .
- Potenziali di Liénard-Wiechert per una carica puntiforme in moto qualsiasi. Campi elettrici e magnetici generati da una carica puntiforme in moto vario. Campi elettrici e magnetici di cariche puntiformi in moto con velocità costante.
- Radiazione da cariche in movimento. Radiazione del dipolo elettrico ideale. Flusso di energia e potenza totale emessa. Colore blu del cielo. Campi di radiazione di un dipolo magnetico oscillante. Confronto tra la potenze irradiate da un dipolo magnetico e da un dipolo elettrico oscillanti. Resistenza di irradianza.
- Radiazione da una sorgente arbitraria.
- Potenza irradiata da una carica puntiforme, formula di Larmor. Generalizzazione di Liénard. Radiazione di Bremsstrahlung e radiazione di sincrotrone.
- Reazione di radiazione e formula di Abraham-Lorentz.

Elementi di ottica ondulatoria

- Equazione d'onda per i campi nei mezzi lineari ed omogenei.
- Indice di rifrazione. Rappresentazione della funzione d'onda nel caso unidimensionale. Forma generale di una perturbazione che si propaghi nello spazio e nel tempo.
- Onde armoniche: forma matematica e parametri caratteristici. Velocità di fase di un'onda armonica.
- Principio di sovrapposizione e sua importanza in ottica. Interferenza di onde armoniche.
- Rappresentazione delle onde armoniche con numeri complessi. Metodo dei fasori. Onde piane in 3 dimensioni. Velocità di fase delle onde piane. Soluzione generale dell'equazione d'onda tridimensionale in termini di onde piane. Onde sferiche.
- Soluzioni delle equazioni di Maxwell in forma di onde armoniche piane.
- Caratteristiche delle onde elettromagnetiche: direzioni e ampiezze dei campi, concetto di polarizzazione.
- Energia e quantità di moto trasportate da un'onda elettromagnetica. Irradianza. Pressione di radiazione.
- Propagazione delle onde elettromagnetiche all'interfaccia tra due mezzi: legge della riflessione, legge di Snell, formule di Fresnel.
- Angolo di Brewster e riflessione interna totale, onda evanescente.
- Riflettività e trasmissività.
- Onde elettromagnetiche nei conduttori. Numero d'onda e indice di rifrazione complessi, assorbimento ed "effetto pelle".
- Cenni alla dispersione nei mezzi dielettrici, velocità di fase e di gruppo. Dipendenza della costante dielettrica relativa dalla frequenza: modello microscopico a oscillatori smorzati.
- Rappresentazione microscopica della polarizzazione nei mezzi dispersivi. Indice di rifrazione complesso in funzione della frequenza. Frequenze di assorbimento e dispersione anomala. Formula di Cauchy per l'indice di rifrazione in funzione della lunghezza d'onda. Cenni alla dispersione nei metalli, frequenza di plasma.

Elementi di relatività ristretta

- Postulati di Einstein e loro conseguenze fisiche: relatività della simultaneità, dilatazione dei tempi, contrazione delle lunghezze.
- Trasformazioni di Lorentz e quadri-vettori.
- Intervalli invarianti e diagrammi spazio-tempo.
- Tempo proprio, velocità propria, energia e quantità di moto relativistici.

- Cenni di cinematica e dinamica relativistiche.
- Cenni di elettrodinamica relativistica.