UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Physics II

2627-2-E3005Q008

Obiettivi

Elettrodinamica classica: fenomenologia, leggi fondamentali e soluzione di problemi

Contenuti sintetici

Sorgenti e struttura della forza elettromagnetica. Fenomenologia, interpretazione e fomalizzazione della descrizione dei fenomeni elettrici e magnetici. Relazioni tra campi e sorgenti in condizioni stazionarie, quasi-stazionarie e variabili in vuoto e nei mezzi materiali (Equazioni di Maxwell in vuoto e nei mezzi). Propagazione ondulatoria dei campi elettromagnetici e campi di radiazione.

Programma esteso

Nota: Questa descrizione descrive l'impianto generale. Gli argomenti possono essere trattati in ordine differente nel turno 1 e 2, secondo gusto e giudizio dei docenti.

Elettricità e magnetismo; limite (quasi) stazionario

Carica elettrica e correnti. Invarianza della carica e equazione di continuità. Fenomeni statici, stazionari e quasi-stazionari.

Elettrostatica: Legge di Coulomb e principio di sovrapposizione, energia potenziale di una configurazione di cariche, campo elettrico. Relazione tra campo e sorgerti: flusso del campo elettrico (CE) e legge di Gauss. Il potenziale elettrico, potenziale di una distribuzione di carica, dipoli e multipoli. Forma differenziale delle relaIzioni tra campo e sorgenti, gradiente, divergenza e rotore. Campi notevoli.

Conduttori e isolanti, problema generale dell'elettrostatica, equazioni di Poisson e Laplace: teoremi di unicità e condizioni al contorno, soluzioni particolari dell'equazione di Laplace. Capacità e condensatori, coefficienti di induzione, energia immagazzinata in un condensatore.

Correnti elettriche, definizioni, conservazione della carica ed equazione di continuità. Proprietà dei conduttori: conducibilità e legge di Ohm, dissipazione di energia (legge di Joule), forza elettromotrice, elementi circuitali e reti in corrente continua e variabile con resistenze e condensatori.

Magnetismo (sorgenti stazionarie): Evidenza di fenomeni magnetici, forza di Lorentz e definizione operativa di campo magnetico. Relazioni tra campo magnetico e sorgenti stazionarie (legge di Ampere e flusso di B). Formula di Laplace e potenziale vettore. Campi notevoli.

Campi stazionari e sistemi di riferimento. Invarianza della carica in moto, campo elettrico in diversi SRI, campo (magnetico) di una carica in moto rettilineo uniforme, forza su una carica in moto, interazioni tra cariche in moto. Moti notevoli di una carica un un campi stazionari (e in diversi riferimenti ineraziali).

Leggi di induzione (configurazioni quasi-stazionarie): Induzione magnetica: ossrvazioni di Faraday, esempi, legge universale del flusso, campi variabili e formulazione generale della legge di induzione magnetica (Faraday). Legge di induzione elettrica (Ampere-Maxwell). Equazioni di Maxwell del CEM. Limite quasi-stazionario e applicazioni della legge di induzione magnetica. Mutua e auto-induzione, energia del CM; Applicazioni della legge di Faraday e circuiti in corrente alternata.

Campi nei mezzi materiali (configurazioni statiche o quasi-stazionarie): Campi elettrici, dielettrici, multipoli, campo e potenziale di dipolo, polarizzazione elettrica, teorema di Gauss nei dielettrici, campi notevoli e interfacce, proprietà dei materiali (cenni). Campi magnetici nella materia (approssimazione quasi-stazionaria), Legge di Ampére nei materiali magnetizzati, Suscettività e permittività magnetica, Materiali dia-, para- e ferromagnetici (cenni). Casi notevoli.

Fenomeni elettrici e magnetici con campi variabili

Campi elettromagnetici in vuoto: Equazioni di Maxwell. Soluzioni delle equazioni di Maxwell nel vuoto. Equazione delle onde per E e B in assenza di sorgenti. Onde piane con direzione generica, onde TEM. b) 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.

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.

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

Campi elettromagnetici nei mezzi: Equazioni per i campi variabili in mezzi omogenei e continui. Cenni alle interazioni classiche di onde EM con mezzi materiali dielettrici e conduttori.

Prerequisiti

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

Modalità didattica

lezioni in modalità erogativa in presenza (8 cfu), esercitazioni in modalità erogativa e, in parte, interattiva in presenza (4 cfu).

Materiale didattico

Turno 1:

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

Turno 2:

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

Molti argomenti sono integrati con testi supplementari (con indicazioni specifiche nelle lezioni)

- R. Feynman, The Feynman Lectures on Physics, Vol II - Online.
- D.J. Griffiths, Introduction to electrodynamics, Cambridge
- J. Jackson, Elettrodinamica Calssica, Zanichelli (AVANZATO)

Altri testi consultabili includono:

- Mencuccini e Silvestrini, Elettromagnetismo e Ottica, Ed. Ambrosiana
- S. Focardi, I.G. Massa, A. Uguzzoni, M. Villa, "Fisica generale - Elettromagnetismo", Zanichelli

Periodo di erogazione dell'insegnamento

I semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

- Una prova scritta di due ore a fine del corso con tre problemi sul seguente sottoinsieme di argomenti trattati nell'insegnamento:
    - Elettrostatica in vuoto in presenza di mezzi materiali,
    - Campi magnetici stazionari,
    - Leggi di induzione
- Una prova orale su tutto il programma del corso, condizionale al superamento delle prove scritte con un punteggio di almeno 15/30

La prova scritta è comune ai turni T1 e T2, mentre le modalità della prova orale possono essere differenti, secondo modalità specificate dai rispettivi docenti. Si rimanda alle pagine elearning dei corsi T1 e T2 per la descrizione dei criteri di valutazione delle prove scritte e per la descrizione della modalità della prova orale, che può includere domande concettuali e soluzione di problemi.

La valutazione si basa sulla profondità di conoscenza degli argomenti del corso, la capacità di utilizzare i concetti appresi per analizzare nuove configurazioni, la chiarezza espositiva e il correttezza di impiego delle abilità acquisite.

Orario di ricevimento

Per appuntamento

Sustainable Development Goals

SCONFIGGERE LA POVERTÀ | SCONFIGGERE LA FAME | SALUTE E BENESSERE | ISTRUZIONE DI QUALITÁ | PARITÁ DI GENERE | ACQUA PULITA E SERVIZI IGIENICO-SANITARI | ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE | LAVORO DIGNITOSO E CRESCITA ECONOMICA | IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE | RIDURRE LE DISUGUAGLIANZE | CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI | CONSUMO E PRODUZIONE RESPONSABILI | LOTTA CONTRO IL CAMBIAMENTO CLIMATICO | VITA SOTT'ACQUA | VITA SULLA TERRA | PACE, GIUSTIZIA E ISTITUZIONI SOLIDE | PARTNERSHIP PER GLI OBIETTIVI