FISICA (LB23)

(Lecce - Università degli Studi)

Insegnamento COMPLEMENTI DI FISICA GENERALE

GenCod A004379

Docente titolare Ferdinando DE TOMASI

Insegnamento COMPLEMENTI DI FISICA GENERALE

Anno di corso 3

Insegnamento in inglese GENERAL PHYSICS COMPLEMENTS

Lingua ITALIANO

Settore disciplinare FIS/01

Percorso PERCORSO COMUNE

Corso di studi di riferimento FISICA

Tipo corso di studi Laurea

Sede Lecce

Crediti 6.0

Periodo Secondo Semestre

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 48.0

Tipo esame Orale

Per immatricolati nel 2021/2022

Valutazione Voto Finale

Erogato nel 2023/2024

Orario dell'insegnamento https://easyroom.unisalento.it/Orario

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il corso intende completare la formazione in fisica classica, introducendo elementi di meccanica dei sistemi continui ed elettromagnetismo avanzato (radiazione di sincrotrone, laser a elettroni liberi, forze su cariche e dipoli da parte di onde elettromagnetiche

PREREQUISITI

Corsi di Fisica Generale e Metodi Matematici della Fisica

OBIETTIVI FORMATIVI

Gli obiettivi formativi del corso sono:

a) completare la formazione in fisica classica (ovvero non quantistica) dello studente della laurea triennale in fisica. Per ottenere questo risultato:

1) si studiano alcuni argomenti che non trovano spazio nei corsi di fisica generale del primo e secondo anno.

2) si riprendono degli argomenti gia' trattati con l'ausilio della matematica superiore e dell'introduzione alla fisica teorica del terzo anno.

b) gettare un ponte tra gli argomenti di fisica classica e la ricerca contemporanea.

La scelta degli argomenti e' quindi ricaduta su due aree principali: la meccanica dei sistemi continui (solidi e fluidi) e l'interazione radiazione elettromagnetica- materia da un punto di vista classico, con particolare riferimento alla produzione di radiazione elettromagnetica da parte di cariche libere (radiazione di sincrotrone e laser a elettroni liberi) e agli scambi di impulso e momento angolare tra luce e materia.

METODI DIDATTICI

Lezioni frontali, esercitazioni, esempi numerici.

MODALITA' D'ESAME	Esame orale su due argomenti, di cui uno a scelta dello studente.

PROGRAMMA ESTESO

I PARTE : radiazione da cariche in movimento

Introduzione

RIchiamo equazioni Maxwell nel vuoto.

Potenziali, invarianza di gauge ed equazione d'onda per i potenziali.

Funzione di Green per l'equazione d'onda e soluzione generale.

Potenziali ritardati per distribuzioni di carica e corrente e per cariche puntiformi.

Formula per il campo elettrico e formula di Feynmann per il campo elettrico.

Proprieta' dei campi di cariche in moto-I

Relazione tra tempo in una posizione di osservazione e tempo ritardato in funzione della legge oraria

della carica. Calcolo numerico del campo tramite la formula di Feynman

Formula di Larmor per la potenza di una carica accelerata e generalizzazione a particelle relativistiche.

Perdite per irraggiamento per una carica in moto rettilineo e moto circolare

Proprieta' dei campi di cariche in moto-II

Distribuzione angolare della potenza irradiata.

Caso del moto rettilineo e del moto circolare. Confronto tra le potenze ottenute a parita' di forza sulla

particella.

Radiazione emessa da una carica in moto ultrarelativistico. Stima della durata dell'impulso per un moto circolare e dell'estensione dello spettro.

Radiazione di sincrotrone -I

Flusso di energia e energia totale in funzione della trasformata di Fourier del vettore di Poynting.

Approssimazione per il caso di carica lontana. Formula per la radianza spettrale in funzione dell'accelerazione; integrazione per parti.

Calcolo della radianza spettrale per una carica in moto circolare uniforme. Espressione in termini delle funzioni di Bessel modificate. Distribuzione angolare dell'energia integrata sulle frequenze.

Definizione di frequenza critica; valutazione dello spettro per frequenze basse e alte rispetto alla frequenza critica.

Radiazione di sincrotrone -II

Calcolo numerico dello spettro della radiazione di sincrotrone.

Ondulatori. Calcolo del campo con formula di Feynmann.

Ondulatori-I

CInematica del moto in un ondulatore.

Trasformazioni di Lorenz nel sistema di quiete media

Ondulatori-II

Calcolo della distribuzione angolare e dello spettro della radiazione di un elettrone relativistico in un ondulatore.

Scambi di energia tra un'onda EM e un elettrone in un ondulatore. Possibilita' di amplificazione di un'onda.

FEL (Free Electron Laser)

Interazione tra onda EM e elettrone in un ondulatore- condizioni per scambio di energia costante. Frequenza di risonanza

Evoluzione dell'energia e della fase. Descrizione dinamica, oscillazioni. Media sulle fasi iniziali. Amplificazione netta.

FEL_II

Calcolo analitico del guadagno di piccolo segnale per un laser a elettrone liberi.

Equazione delle onde EM in presenza di sorgenti: approssimazione di ampiezza lentamente variabile

per un'onda piana monocromatica. Discussione sulla possibilita' di amplificazione.

FEL ad alto guadagno

Cenni al calcola analitico dell'evoluzione del campo in un FEL ad alto guadagno. Equazione differenziale del terzo ordine per il campo e coefficiente di guadagno.
Moto di una particella carica in un'onda elettromagnetica piana. Approssimazione non relativistica.

II PARTE: Impulso e energia del campo EM.

IMPULSO DEL CAMPO EM
Stima del trasferimento di impulso da un'onda piana polarizzata linearmente a una carica puntiforme.
Calcolo esatto relativistico.

IMPULSO DEL CAMPO EM-II
Relazione tra densita' di impulso e flusso di energia in alcuni casi elementari (particelle e fotoni).
Argomento di Einstein per la definizione dell'impulso della radiazione elettromagnetica.
Conservazione dell'impulso per un sistema campo-cariche;definizione della densita' di impulso.
Tensore degli sforzi di Maxwell.

MOMENTO ANGOLARE DELLA LUCE
Trasferimento di momento angolare da un'onda EM polarizzata circolarmente.
Densita' di momento angolare. Flusso di momento angolare.
Momento angolare orbitale della luce; caso di un fascio gaussiano di ordine superiore.

EFFETTI MECCANICI DELLA RADIAZIONE EM SU ATOMI E MOLECOLE: FORZA DIPOLARE.
Modello atomico dell'elettrone elasticamente legato: calcolo della polarizzabilita'.
Forze su un atomo da parte di un'onda elettromagnetica: pressione di radiazione e forza dipolare.

CAUSALITA' E RELAZIONI DI DISPERSIONE.
Richiamo sulle trasformate di Fourier.
Richiamo sulle proprieta' delle funzioni olomorfe.
Suscettivita' dielettrica lineare,causale e indipendente dal tempo.
Relazione tra trasformate di Fourier del campo elettrico e della polarizzazione.
Dispersione e assorbimento. Relazione di dispersione di Kramers-Kroenig.
Applicazione a casi particolari. Dispersione normale e dispersione anomala.
Andamento della dispersione nelle regioni di trasparenza. Frequenza di plasma.

III PARTE : meccanica dei continui ed elementi di fluidodinamica.

Statica dei sistemi continui.
Tensore degli sforzi
Proprieta' generali del tensore degli sforzi.
Densita' di forza.

STATICA DEI FLUIDI
Tensore degli sforzi in un fluido. Pressione. Isotropia della pressione.
Condizioni di equilibrio in un fluido. Equazione idrostatica. Andamento della pressione atmosferica con la quota.
Equazione del moto per un fluido. Derivata totale. Condizione di incomprimibilita'.

DINAMICA DEI FLUIDI IDEALI
Applicazione: gradiente adiabatico secco.
Teorema di Bernoulli.

Esempi: velocita' di un fluido da un foro in un contenitore; calcolo del tempo di svuotamento. Tubo di Pitot.
Vorticita'. Analogia elettrostatica e magnetostatica per i fluidi ideali.
Fluido ideale attraverso un cilindro. Circolazione. Campo di velocita' con circolazione costante attorno a un cilindro indefinito.

EFFETTI DELLA VISCOSITA'.
Calcolo della forma della superficie in un vortice. Campo di vorticita'.
Descrizione qualitativa dei teoremi di Helmoltz.
Introduzione alla viscosita'.
Moto di un fluido reale tra due cilindri rotanti. Tensore degli sforzi viscosi.
Densita' di forza viscosa. Equazioni di Navier-Stokes. Numero di Reynolds.

DISCUSSIONE DI ALCUNI PROBLEMI DI FLUIDODINAMICA-1
Onde acustiche in un mezzo privo di viscosita'-velocita' del suono in aria e in acqua
fluido stazionario tra due piani in movimento
Origine dell'attrito viscoso su un corpo. Esempio: gioco del curling.
Fluidi incompressibili in due dimensioni: equazione di diffusione.
Evoluzionedi una distribuzione gaussiana di velocita'.
Attenuazione delle onde di taglio in un fluido

DISCUSSIONE DI ALCUNI PROBLEMI DI FLUIDODINAMICA-2
Flusso in un gradiente di pressione: caso planare.
Flusso in un tubo circolare con gradiente di pressione. Legge di Poesuille.
Caduta di pressione nell' arteria aorta.
Fluido con viscosita' alta: impostazione della soluzione del problema di una sfera a velocita' uniforme in un fluido (formula di Stokes).

TURBOLENZA
Equazione di Navier-Stokes in termini di variabili adimensionali.
Definizione del numero di Reynolds. Fenomenologia di un fluido su un cilindro infinito.
Boundary Layer turbolento. Discussione qualitativa delle proprieta' di un fluido turbolento

TESTI DI RIFERIMENTO	Testi : -) La Fisica di Berkeley, vol III, Onde e Oscillazioni (disponibile in biblioteca, versione inglese scaricabile), BER -) "Feynman Lectures on Physics" (disponibile in biblioteca, versione inglese scaricabile), FEY -) Jackson: Elettrodinamica Classica (per la parte su ondulatori e FEL II edizione italiana o terza americana, se no vanno bene le edizioni piu' vecchie) -) Blandford-Thorne " Applications of Classical Physics", (scaricabile), THO http://www.pmaweb.caltech.edu/Courses/ph136/yr2012/ Una versione cartacea di questo testo (titolo: Modern Classical Physics) e' disponibile in biblioteca Articoli e note fornite dal docente