

FISICA (LB23)

(Lecce - Università degli Studi)

Insegnamento INTRODUZIONE ALLA FISICA MODERNA

GenCod A004605

Docente titolare Giampaolo CO'

Docente responsabile dell'erogazione
Luigi MARTINA

Insegnamento INTRODUZIONE ALLA FISICA MODERNA

Insegnamento in inglese
INTRODUCTION TO MODERN PHYSICS

Settore disciplinare FIS/02

Corso di studi di riferimento FISICA

Tipo corso di studi Laurea

Crediti 8.0

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 68.0

Per immatricolati nel 2021/2022

Erogato nel 2022/2023

Anno di corso 2

Lingua ITALIANO

Percorso PERCORSO COMUNE

Sede Lecce

Periodo Secondo Semestre

Tipo esame Scritto e Orale Congiunti

Valutazione Voto Finale

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

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Meccanica Analitica, formalismo Lagrangiano, formalismo Hamiltoniano. Integrabilità dei sistemi classici e cenno ai sistemi caotici. Meccanica Relativistica e la trasformazione dei campi. Avvio allo studio dei fenomeni di interazione Radiazione - Materia: Fenomenologia spettroscopica, Radiazione di corpo nero, effetto fotoelettrico, effetto Compton. Relazioni di Planck-Einstein-de Broglie.

PREREQUISITI

Meccanica Classica e Fondamenti di elettromagnetismo Classico

OBIETTIVI FORMATIVI

Conoscenze e comprensione. Possedere un appropriato spettro di conoscenze sulla struttura fondante della Meccanica Classica, con particolare accento sulla sua formulazione lagrangiana ed hamiltoniana. La struttura matematica della fisica classica è studiata criticamente dal punto di vista dei fenomeni di propagazione luminosa, che conducono alla struttura cinematica della Relatività Speciale. Da essa si amplia l'analisi alla dinamica relativistica e alla trasformazione dei campi elettromagnetici. I fenomeni ad essi connessi introdurranno la necessità di nuove idee, quali la quantizzazione dell'energia e l'introduzione del concetto di fotone, quale preludio alla Meccanica Quantistica.

Capacità di applicare conoscenze e comprensione: essere in grado di analizzare e risolvere problemi di moderata difficoltà nell'ambito della meccanica analitica, della relatività speciale e della teoria della radiazione di corpo nero e del fotone.

Autonomia di giudizio. La conoscenza diretta di modelli e metodi progressivamente più astratti e generali nell'ambito della Meccanica Classica, porterà lo studente a riconoscerne la presenza, l'efficacia esplicativa e i limiti nell'accadimento dei fenomeni. I limiti stessi costituiranno la motivazione per un cambiamento dei postulati e la costruzione di una nuova teoria relativistica. Ma ancora l'esercizio ad una analisi critica e attenta della fenomenologia e delle strutture concettuali delle teorie adottate, porrà le basi per nuove revisioni concettuali.

Abilità comunicative: Il corso sarà teso a far apprendere allo studente lo specifico linguaggio descrittivo e modellistico dei sistemi fisici. Inoltre il corso costituirà una palestra per la formalizzazione matematica dei postulati della Meccanica Classica e Relativistica, sapendone esprimere le conseguenze, non necessariamente aderenti al senso comune.

Capacità di apprendimento: Il corso costituirà una base per un approfondimento di argomenti più avanzati, concernenti la meccanica quantistica, la relatività speciale e generale e la teoria dei campi.

METODI DIDATTICI

Lezioni frontali con esercitazioni

MODALITA' D'ESAME

Prova scritta con risoluzione di esercizi. Prova orale a complemento. La prova scritta è intesa superata con 15/30. Lo studente che alla prova scritta abbia ottenuto un voto superiore o uguale a 20/30 può chiedere che esso gli venga registrato come voto dell'esame.

Nelle more delle restrizioni sanitarie connesse all'epidemia di covid-2, in conformità con le disposizioni di Ateneo (<https://www.unisalento.it/covid19-informazioni>) l'esame potrà essere svolto anche in modalità telematica.

Avvertenza: con (richiamo/cenno) s'intende un concetto che è necessario per lo sviluppo dell'argomento, ma non fa parte del programma d'esame.
Alcuni specifici esempi potrebbero non essere effettivamente svolti a lezione, ma sono reperibili sui testi di riferimento.

1) Radiazione di Corpo Nero

Trattazione termodinamica Legge di Stefan- Boltzmann

Legge di Wien

Richiamo delle Eq. di Maxwell nel vuoto (richiamo/cenno)

Campo em in cavit  (richiamo/cenno)

Conteggio di modi.

Densit  degli Stati

Teorema del viriale

Distribuzione di Boltzmann (richiamo/cenno)

Legge di equipartizione dell'energia

Distribuzione di Rayleigh - Jeans

Catastrofe ultravioletta

Ipotesi di Planck

Costante di Planck Distribuzione di Planck

Densit  spettrale

Flusso di densit  spettrale.

Esercizi ed applicazioni.

2) Molecole, Atomi, Particelle

Moti browniani

Interpretazione di Einstein

Attrito e viscosit 

Il Numero di Avogadro

Esperienza di Thomson: la scoperta dell'elettrone

Esperienza di Millikan

Quantizzazione della carica elettrica

Modelli atomici

Concetto di sezione d'urto (richiamo/cenno)

Sistemi radianti semplici (richiamo/cenno)

Formula di Larmor (richiamo/cenno)

L'instabilit  della Materia Classica.

Esercizi ed applicazioni.

3) Spazio-tempo in Meccanica Classica

Concezione dello Spazio e del Tempo in MC

La Relativit  di Galilei

Il gruppo e l'algebra di Galilei, suoi Invarianti.

Il gruppo e l'algebra delle rotazioni

Inversione temporale e parit .

Il determinismo di Newton

Massa inerziale e gravitazionale : il principio di equivalenza.

Esercizi ed applicazioni.

4) Cinematica Relativistica

Invarianza delle Eq. di Maxwell rispetto a osservatori in moto relativo.

Nozione di interferenza tra onde. (richiamo/cenno)

L'esperimento di Michelson - Morley
 L'invariante spazio-temporale .
 Il cono luce: intervalli di tipo tempo, spazio e nulli.
 Dilatazione dei tempi e contrazione delle lunghezze.
 Le trasformazioni di Lorentz
 Lo Spazio di Minkowski
 Formalismo covariante
 Quadrivettori co-varianti e contro-varianti
 Quadri-velocità e quadri-accelerazione
 Gruppo di Lorentz e di Poincaré e loro Algebre.
 La composizione delle velocità
 La precessione di Thomas-Fermi
 Effetto Doppler relativistico
 L'Esperienza di Fizeau
 L'effetto Sagnac
 Esercizi ed applicazioni.

5) I Principi della Meccanica Relativistica

La quantità di moto
 Il quadri-impulso
 Invariante relativistico Energia-Impulso
 Energia della massa a riposo
 Particelle con massa a riposo nulla
 L'effetto fotoelettrico
 Relazioni di Planck-Einstein
 Il fotone
 Urti anelastici
 Conversione Massa-Energia
 Difetto di Massa
 Sistema del Centro dei Momenti
 Urti elastici relativistici
 Relazione tra l'angolo di diffusione in Lab e nel CdM
 Effetto Compton
 Decadimenti relativistici
 Produzione di coppia
 Equazioni relativistiche. del moto
 Moto relativistico di cariche elettriche in campi e.m.
 Esercizi ed applicazioni

6) Formulazione Lagrangiana della Meccanica

Vincoli e coordinate generalizzate,
 Spazio delle configurazioni.
 Il Principio dei Lavori Virtuali e di d'Alembert
 Problemi Variazionali
 Il Principio di Hamilton
 Equazioni del Moto di Eulero-Lagrange
 Lagrangiana per una particella classica.
 Matrice cinetica.
 Potenziali generalizzati.
 Moto libero di particelle su varietà: equazioni delle geodetiche
 Lagrangiana per una particella relativistica libera
 Lagrangiana per una particella relativistica in campi e.m.

Trasformazione dei campi sotto cambiamento di coordinate
Tensore Elettromagnetico
Lagrangiana covariante del campo e.m.
Equazioni del campo e.m. in forma covariante
Moto relativistico di cariche elettriche in campi e.m.
Coordinate cicliche
L'energia di un sistema lagrangiano
Simmetrie continue di sistemi lagrangiani
Teorema di Noether sulle leggi di conservazione
Riduzioni lagrangiane: teorema di Routh.
Esercizi ed applicazioni.

7) Meccanica Hamiltoniana
Trasformazioni di Legendre
Funzione Hamiltoniana
Hamiltoniana relativistica
Campi vettoriali hamiltoniani
Parentesi di Poisson.
Le equazioni di Hamilton.
Teorema di Liouville
Trasformazioni canoniche
Gruppo simplettico
Trasformazioni canoniche infinitesime
Integrali di Poincaré - Cartan, forme simplettiche
Forma di Lagrange e Forma di Liouville-Cartan
Spazio delle Fasi per i sistemi Hamiltoniani
Mappe di Poincaré'.
Integrali del moto
Flusso di fase come trasformazione canonica.
Funzioni generatrici
Flussi in commutazione.
Studio qualitativo del flusso di fase
Teorema delle ricorrenze di Poincaré'.
Punti di equilibrio e loro classificazione
Studio analitico attorno ai punti di equilibrio
Moto in prossimità dei punti di inversione
Periodo dei moti limitati
Pendolo, Osc. Duffing, doppia buca, Bipedolo.
Dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali
Mappe di Arnol'd, di Chirikov, a ferro di cavallo.
Stabilità e stabilità asintotica per sistemi non hamiltoniani
Teorema di Lyapunov sulla stabilità
Sistemi oscillanti non hamiltoniani/autonomi: van der Pol, Watt, Kapitza.
Biforcazioni
Esponenti di Lyapunov
L'instaurarsi del caos deterministico (hamiltoniano)
Riduzioni Hamiltoniane
Problema dei due corpi in potenziali centrali.
Condizioni di orbite chiuse, teorema di Bertrand, integrale di Runge-Lenz, moti kepleriani,
Diffusione da potenziale centrale.
Problema del Corpo Rigido: trottola di Eulero e di Lagrange.
La precessione degli equinozi.

La precessione di Larmor
Problema dei 3 Corpi: punti lagrangiani, integrale di Jacobi, problema ristretto.
Equazione di Hamilton-Jacobi
Variabili separabili e integrale completo.
Variabili angolo-azione
Teorema di Arnol'd-Liouville sulla completa integrabilit .
Completa integrabilit  di alcuni sistemi non lineari: Toda e Calogero-Moser.
Cenni di teoria delle perturbazioni, metodo di Poincare' - von Zeipel,
Metodo della media.
Problema dei piccoli denominatori e Risonanze.
Teorema KAM.
Esercizi ed applicazioni.
8) Verso la quantizzazione dei sistemi atomici
Integrali adiabatici
Spettroscopia dei gas (richiamo/cenno)
Postulati di Bohr.
Condizione di quantizzazione di Bohr-Sommerfeld
Formula di Balmer-Rydberg.
Correzioni relativistiche
Esercizi

TESTI DI RIFERIMENTO

H. Goldstein, C. Poole, J. Safko : " Classical Mechanics"
V.I. Arnold " Metodi matematici della meccanica classica"
G. Benettin: " Appunti di Meccanica Analitica"
Eisberg : " Quantum Physics"
Appunti del corso: si veda Materiale didattico, che saranno aggiornati progressivamente con lo sviluppo del corso.