

PHYSICS (LB23)

(Lecce - Università degli Studi)

Teaching INTRODUCTION TO MODERN PHYSICS

GenCod A004605

Owner professor Luigi MARTINA

Teaching in italian INTRODUZIONE ALLA FISICA MODERNA

Teaching INTRODUCTION TO MODERN PHYSICS

SSD code FIS/02

Reference course PHYSICS

Course type Laurea

Credits 8.0

Teaching hours Front activity hours: 68.0

For enrolled in 2022/2023

Taught in 2023/2024

Course year 2

Language ITALIAN

Curriculum PERCORSO COMUNE

Location Lecce

Semester Second Semester

Exam type Joint Written and Oral

Assessment Final grade

Course timetable

<https://easyroom.unisalento.it/Orario>

BRIEF COURSE DESCRIPTION

L'avvio degli studi dei sull'interazione Radiazione - Materia (Fenomenologia spettroscopica, Radiazione di corpo nero, effetto fotoelettrico, effetto Compton) condusse alla formulazione delle Relazioni di Planck-Einstein-de Broglie, che costituiscono le fondamenta della concezione quanto meccanica moderna della Fisica. Questo traguardo parziale si fonda su una analisi critica della concezione classica, basata sulla cinematica galileiana e la meccanica analitica. La prima viene sostituita, fino ad un certo livello di generalità, dalla Relatività Speciale, la seconda costituisce una teoria così ampia e strutturata, che solo una sua conoscenza in dettaglio permette di effettuare il salto concettuale alla Meccanica Quantistica, nella sua formulazione attuale. D'altro canto, amplissimi rimangono i campi di applicazione della Meccanica analitica, in quanto costituiscono il cuore delle moderne teorie sul caos deterministico e le sue applicazioni.

REQUIREMENTS

Meccanica Classica e Fondamenti di elettromagnetismo Classico

COURSE AIMS

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, le relatività speciale e generale e la teoria dei campi.

TEACHING METHODOLOGY

Lezioni frontali con esercitazioni

ASSESSMENT TYPE

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.

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) Spazio-tempo in Meccanica Classica

Concezione dello Spazio e del Tempo in MC

La Relatività di Galilei

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

Il gruppo e l'algebra delle rotazioni

Inversione temporale e parità.

Il determinismo di Newton

Massa inerziale e gravitazionale : il principio di equivalenza.

Esercizi ed applicazioni.

2) 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.

3) 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 cavità (richiamo/cenno)

Conteggio di modi.

Densità 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

Densità spettrale
Flusso di densità spettrale.
Esercizi ed applicazioni.

4) 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

5) 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.

6) Molecole, Atomi, Particelle
Moti browniani
Interpretazione di Einstein
Attrito e viscosità
Il Numero di Avogadro
Esperienza di Thomson: la scoperta dell'elettrone
Esperienza di Millikan
Quantizzazione della carica elettrica
Spettroscopia dei gas (richiamo/cenno)
Modelli atomici
Concetto di sezione d'urto (richiamo/cenno)
Sistemi radianti semplici (richiamo/cenno)
Formula di Larmor (richiamo/cenno)
L'instabilità della Materia Classica.
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 integrabilita'.
Completa integrabilita' 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
Postulati di Bohr.
Condizione di quantizzazione di Bohr-Sommerfeld
Formula di Balmer-Rydberg.
Correzioni relativistiche
Esercizi

REFERENCE TEXT BOOKS

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.