



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

SCUOLA DI SCIENZE

Bollettino Notiziario

Anno Accademico 2014/2015

Laurea magistrale in Fisica (Ord. 2014)

Curriculum: Corsi comuni

FISICA TEORICA

(Titolare: Prof. PIERALBERTO MARCHETTI)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 96A; 12,00 CFU

Prerequisiti :

I contenuti dei corsi della Laurea, in particolare la parte di Meccanica Quantistica del corso di Istituzioni di Fisica Teorica

Conoscenze e abilità da acquisire :

Conoscenza e comprensione degli strumenti matematici principali per la descrizione del concetto di simmetria e la sua applicazione ai sistemi fisici, in particolare quelli descritti dalla Meccanica Quantistica.

Equazioni d'onda relativistiche, quantizzazione canonica dei campi liberi e introduzione alla teoria quantistica dei campi, e capacità di applicare tali conoscenze alla risoluzione di problemi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali di teoria e esercizi

Contenuti :

Parte A: Simmetrie in fisica classica e quantistica. Gruppi, sottogruppi, quozienti. Simmetrie dinamiche e applicazioni fisiche.

Rappresentazioni di gruppi: gruppo S_n e simmetrie di cristalli e di particelle identiche. Gruppi topologici, compatti e rappresentazioni unitarie su spazi di Hilbert. Gruppi e algebre di Lie e loro rappresentazioni. Rotazioni, composizione dei momenti angolari quantistici, spin. Gruppi di Lorentz e Poincaré e loro rappresentazioni.

Parte B: Richiami sul formalismo della Meccanica Quantistica. Lagrangiana e Hamiltoniana per un sistema a finiti e infiniti gradi di libertà.

Introduzione alle equazioni relativistiche: Klein-Gordon e Dirac. Quantizzazione canonica di teorie di campo libero non-relativistiche e relativistiche. Teoria di campo interagente. Sviluppo di matrice S e regole di Feynman.

Modalità di esame :

Esame scritto e orale

Criteri di valutazione :

Verifica della comprensione della parte teorica del corso e della capacità di svolgere esercizi ad esso attinenti

Testi di riferimento :

F. Mandl , G. Shaw, Quantum Field Theory (2nd edition). : John Wiley and Sons, 2010

C. Itzykson , J.B. Zuber, Quantum Field Theory. : McGraw-Hill, 1980

B.C. Hall, Lie groups, Lie algebras and Representations. An elementary introduction.. : Springer-Verlag, 2004

R. D'Auria , M. Trigiante, From Special Relativity to Feynman Diagrams. : Springer, 2011

J. Cornwell, Group theory in physics : an introduction. : Academic Press, 1997

ISTITUZIONI DI ASTROFISICA E COSMOLOGIA

(Titolare: Prof. SABINO MATARRESE)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Si richiede la conoscenza dei concetti fondamentali di meccanica quantistica e di relatività ristretta.

Conoscenze e abilità da acquisire :

La capacità di affrontare una classe di fenomeni fisici e astronomici la cui comprensione richiede un approccio basato su strumenti largamente interdisciplinari.

La capacità di passare dalla formulazione astratta di alcuni principi fisici acquisiti nei corsi fondamentali del triennio e di strumenti matematici alla loro applicazione in un contesto per molti aspetti diverso da quello dei corsi di base.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali.

Contenuti :

Concetti di base della Cosmologia

• Componenti principali dell'Universo. Evidenza osservativa della presenza di materia oscura ed energia oscura.

• Universo in espansione e Principio Cosmologico.

• Elemento di linea di Robertson-Walker. Proprietà geometriche.

• Costante di Hubble e parametro di decelerazione.

• Definizioni di distanza in Cosmologia; redshift e legge di Hubble.

• Deduzione Newtoniana delle equazioni di Friedmann.

• Modelli di Friedmann.

• La costante cosmologica: soluzione statica di Einstein e modello di de Sitter.

• Soluzioni per il caso piatto e per Universi con curvatura non nulla.

Storia termica e Universo primordiale

• Densità numerica, densità di energia e pressione per un sistema di particelle in equilibrio termodinamico.

• Conservazione dell'entropia in un volume comovente.

â€¢ Relazione temperatura-tempo in epoche primordiali.
â€¢ Problemi del modello standard: orizzonte, piatezza, etc..
â€¢ "Inflazione" nell'Universo primordiale. Soluzione del problema dell'orizzonte e della piatezza.
â€¢ Asimmetria barionica. Bariogenesi (cenni).
â€¢ La ricombinazione dell'idrogeno: equazione di Saha. Disaccoppiamento della radiazione.
â€¢ Definizione generale di "disaccoppiamento".

Materia oscura: propriet  generali

â€¢ Equazione di Boltzmann in cosmologia e relitti cosmici.
â€¢ Materia oscura calda e fredda: definizione e propriet  generali.

Elementi di astrofisica stellare

â€¢ Nucleosintesi primordiale degli elementi leggeri.
â€¢ Contrazione gravitazionale e condizioni per l'equilibrio idrostatico
â€¢ Indice adiabatico ed equilibrio.
â€¢ Condizioni per il collasso gravitazionale
â€¢ Teoria di Jeans dell'instabilit  gravitazionale
â€¢ Teoria lineare delle perturbazioni nell'Universo in espansione (cenni)
â€¢ Collasso sferico di una protostruttura cosmica (cenni)
â€¢ La funzione di massa delle strutture cosmiche: teoria di Press & Schechter (cenni)
â€¢ Contrazione di una protostella
â€¢ Formazione stellare e gas degeneri di elettroni.
â€¢ Il sole: propriet  generali, diffusione radiativa, fusione termonucleare.
â€¢ Nucleosintesi stellare
â€¢ Cicli stellari.
â€¢ Fasi finali dell'evoluzione stellare: nane bianche, stelle di neutroni, buchi neri (cenni)
â€¢ Diagramma di Hertzsprung - Russell.

Modalita' di esame :

Esame orale

Criteri di valutazione :

L'esame orale mira a sondare la capacita' dello studente di elaborare in modo autonomo le varie problematiche affrontate nel corso, partendo da alcuni concetti fondamentali.

Testi di riferimento :

Phillips, A.C., *The Physics of Stars*. Chichester: Wiley and Sons., 1994

Lucchin, F., *Introduzione alla Cosmologia*. Bologna: Zanichelli, 1998

Coles, P. and Lucchin, F., *Cosmology, The Origin and Evolution of Cosmic Structure*. Chichester: Wiley and Sons., 2002

Kolb, E.W. and Turner, M.S., *The Early Universe*. Redwood City,: Addison-Wesley, 1990

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Le parti rilevanti per il corso dei testi di riferimento verranno indicate a lezione (e sono deducibili dagli argomenti del programma). Saranno anche forniti appunti del docente su molti argomenti.

ISTITUZIONI DI FISICA SUBNUCLEARE

(Titolare: Prof. FRANCO SIMONETTO)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Fisica Teorica, dinamica relativistica, interazione radiazione materia

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Metodologie sperimentali per lo studio della Fisica Subnucleare. Organizzazione delle particelle elementari. Caratteristiche delle forze che si sviluppano fra queste. Capacita' di stimare, almeno per ordini di grandezza, le frequenze e le sezioni d'urto dei processi di maggiore interesse.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali alla lavagna. Esercizi numerici. Lezioni con proiettore.

Contenuti :

Introduzione. Tecniche di rivelazione delle particelle elementari. Simmetrie e leggi di conservazione. vita media. Risonanze. Struttura degli adroni e modello a quark. QED. Deep inelastic scattering. QCD. Interazioni deboli. Bosoni intermedi massivi. Decadimenti deboli, neutrini, violazione di P e C nei decadimenti deboli. Decadimento del pione e soppressione "per elicitata". Universalita' leptonica. Cenni sulla matrice CKM. Oscillazioni di sapore e violazione di CP.

Modalita' di esame :

scritto: soluzione di esercizi numerici, domande a risposta multipla, discussione su temi aperti; possibilita' di integrare con orale a richiesta dello studente

Criteri di valutazione :

esercizi : 30% ; discussione 20%; domande 50%

Testi di riferimento :

A.Bettini, *Introduction to Elementary Particle Physics*. : ,

Halzen Martin, *Quarks and Leptons*. : ,

D.H.Perkins, *Introduction to High Energy Physics*. : ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

LABORATORIO DI FISICA

(Titolare: Prof. GIUSEPPE VIESTI)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 16A+32L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Laboratori della Laurea Triennale

Conoscenze e abilità da acquisire :

Scopo del Corso e' di addestrare all'uso di strumentazione per esperimenti di Fisica Nucleare, Subnucleare e della Materia e degli strumenti di analisi dati. Lo studente sar  in grado di gestire autonomamente un apparato di misura, acquisire ed analizzare i dati e valutare l' accuratezza dei risultati ottenuti.

Attivit  di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni introduttive per la descrizione delle esperienze (16 ore, 2 CFU). Saranno poi formati gruppi di 2-3 studenti. Ciascun gruppo realizzer  3 esperimenti.

Contenuti :

Questo corso presenta agli studenti alcuni esperimenti di Fisica Moderna che permettono l'approccio a tecniche di misura utilizzate nella pratica attuale della Ricerca Scientifica in Fisica Nucleare, Subnucleare e della Materia. Ogni studente svolger  tre esperimenti.

Gli esperimenti proposti riguardano lo studio dei: 1) Raggi Cosmici 2) Scattering Compton 3) Decadimento del positronio 4) Imaging con raggi gamma 5) Fisica dei plasmi 6) Fluorescenza X 7) Radioattivit  naturale & Radon Counting Nei primi quattro esperimenti gli studenti impareranno ad usare vari tipi di scintillatori per la rivelazione di particelle e raggi gamma e dell'elettronica associata. Verranno costruiti eventi multiparametrici tramite l'uso di tecniche di coincidenze. Gli eventi saranno processati utilizzando un software evoluto (ROOT) per arrivare alla definizione del risultato finale. Nell'esperimento di Fisica dei Plasmi gli studenti studieranno le condizioni che permettono di innescare un plasma a partire da una piccola quantit  di gas neutro e studieranno le caratteristiche fisiche del plasma tramite misure elettriche. Gli studenti entreranno a contatto con le tecniche di vuoto e di misura del gas residuo. Gli esperimenti di Fluorescenza X e di radioattivit  naturale saranno realizzati con rivelatori a semiconduttori ad alta risoluzione (Silici ed HPGe) ed addestreranno gli studenti alla spettroscopia della radiazione X-gamma ed alle tecniche analitiche ad essa connessa con le applicazioni relative.

Modalit  di esame :

Relazione scritta di gruppo sulle tre esperienze realizzate. Colloquio individuale con presentazione di una delle esperienze e possibili brevi domande sulle altre due. La presentazione prevede la descrizione del fenomeno fisico da esplorare, l'apparato strumentale con l'elettronica associata, le modalit  di acquisizione ed analisi dati.

Criteri di valutazione :

Valutazione della capacit  mostrata dallo studente in laboratorio. Valutazione delle relazioni scritte e dell'abilit  dello studente nel presentare e discutere le esperienze realizzate.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense disponibili in rete

MECCANICA STATISTICA

(Titolare: Prof. ENZO ORLANDINI)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Istituzioni di Meccanica Statistica.

Conoscenze e abilit  da acquisire :

Termodinamica delle transizioni di fase.

Tecniche di campo medio di matrice di trasferimento, di scaling e di gruppo di rinormalizzazione per modelli statistici di sistemi interagenti a multi corpi.

Attivit  di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali di teoria e esercizi su problemi inerenti al corso.

Contenuti :

Termodinamica delle transizioni di fase. Punti critici, parametro d'ordine ed esponenti critici. Transizioni di fase e rottura spontanea di simmetria. Argomenti entropia-energia e definizione di dimensione critica inferiore. Modello di Ising. Tecniche di risoluzione esatta per modelli unidimensionali: matrice di trasferimento. Approssimazione di campo medio, principio variazionale. Formulazione funzionale del problema delle transizioni di fase e approssimazione di Landau. Funzioni di correlazione e funzioni di risposta. Scattering e funzioni di correlazione. Singularit  critiche. Relazioni di scala fra esponenti critici. Omogeneit  e scaling di Kadanoff. Gruppo di rinormalizzazione nello spazio reale. Universality. Rottura spontanea di simmetria per simmetrie continue e teorema di Goldstone.

Modalit  di esame :

Prova scritta con problemi da risolvere e domande di teoria.

Orale.

Criteri di valutazione :

La valutazione delle preparazioni dello studente si baser  sia sulla comprensione dei concetti di base del corso sia sulla capacit  di risolvere problemi in modo autonomo e consapevole basandosi sulle metodologie e tecniche analitiche illustrate durante il corso.

Testi di riferimento :

K. Huang, Meccanica Statistica. : Zanichelli,

L. Peliti, *Statistical Mechanics in a Nutshell*. : Princeton,
Eventuali indicazioni sui materiali di studio :
Appunti del corso verranno distribuiti durante le lezioni.

STRUTTURA DELLA MATERIA

(Titolare: Prof. LUCA SALASNICH)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+8E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

I corsi della laurea triennale in Fisica.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Seconda quantizzazione del campo elettromagnetico. Transizioni elettromagnetiche. Sistemi quantistici a molti corpi interagenti. Seconda quantizzazione del campo di materia non relativistico.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

36 ore di lezioni teoriche e 12 ore di esercizi.

Contenuti :

1. Seconda quantizzazione del campo elettromagnetico. Proprietà del campo elettromagnetico classico nel vuoto. Gauge di Coulomb. Espansione in onde piane del potenziale vettore. Oscillatori quantistici e quantizzazione del campo elettromagnetico. Stati di Fock e stati coerenti del campo elettromagnetico. Energia di punto zero ed effetto Casimir. Campo elettromagnetico a temperatura finita.

2. Transizioni elettromagnetiche. L'atomo in presenza del campo elettromagnetico. La regola d'oro di Fermi. Approssimazione di dipolo. Assorbimento ed emissione spontanea e stimolata della radiazione: i coefficienti di Einstein. Regole di selezione. Tempi di vita degli stati atomici e larghezza di riga. Inversione di popolazione e luce laser.

3. Sistemi quantistici a molti corpi. Particelle identiche. Bosoni e condensazione di Bose-Einstein. Fermioni e principio di esclusione di Pauli. Approssimazioni di Hartree per i bosoni e l'equazione di Gross-Pitaevskii. Approssimazione di Hartree-Fock per i fermioni. Teoria del funzionale densità: teoremi di Hohenberg-Kohn, funzionale densità di Thomas-Fermi-Dirac-Von Weizsacker e funzionale densità di Kohn-Sham.

4. Seconda quantizzazione del campo di Schrodinger. Operatori di campo bosonici e fermionici. Stati di Fock e stati coerenti del campo bosonico di Schrodinger. Campo di Schrodinger a temperatura finita per bosoni e fermioni. Campo di materia per bosoni e fermioni interagenti. Bosoni in doppia buca di potenziale e modello di Bose-Hubbard a due siti.

Modalità di esame :

Esame orale di circa 30 minuti.

Criteri di valutazione :

Conoscenze acquisite e capacità espositiva.

Testi di riferimento :

L. Salasnich, *Quantum Physics of Light and Matter*. Berlin: Springer, 2014

B.H. Bransden and C.J. Joachain, *Physics of Atoms and Molecules*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispensa preparata dal docente.

Curriculum: Sperimentale

ASTROFISICA RELATIVISTICA

(Titolare: Prof. ROBERTO TUROLLA)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Sperimentale
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Elettrodinamica, Istituzioni di Astrofisica e Cosmologia, Relatività speciale

Conoscenze e abilità da acquisire :

Scopo del corso \tilde{A} di fornire agli studenti una panoramica delle proprietà osservative e della modellistica delle Sorgenti Compatte Galattiche di raggi X

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali con esercizi ed esempi

Contenuti :

Oggetti Compatti. Fasi finali dell'evoluzione stellare. Core-collapse supernovae. Nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri.

Complementi di Relatività Generale. Metrica esterna di Schwarzschild e sue proprietà. Moto geodetico in Schwarzschild. Metrica interna di Schwarzschild, strutture in equilibrio idrostatico, equazione di Tolman-Oppenheimer-Volkoff. Metrica di Kerr (cenni).

Gas degeneri. Statistiche quantistiche (richiami). Equazioni di stato per un gas completamente degeneri; limite non-relativistico e ultra-relativistico. Massa di Chandrasekhar.

Interazione radiazione-materia. Campo di radiazione. Emissione, assorbimento, scattering. L'equazione del trasporto radiativo. Spessore ottico. Soluzioni particolari dell'equazione del trasporto: diffusione e free-streaming. Principali meccanismi radiativi (electron scattering e free-free).

Accrescimento su oggetti compatti. Oggetti compatti isolati ed in sistemi binari. Geometria di Roche. Accrescimento wind- e Roche lobe-fed. Efficienza, limite di Eddington. Accrescimento sferico. Soluzione di Bondi-Hoyle. Dischi di accrescimento. Il modello standard (alpha-disc). Spettro di radiazione per gli alpha-disc.

Stelle di neutroni. Neutronizzazione. Configurazioni di equilibrio. Il diagramma massa-raggio. Struttura interna di una stella di neutroni. Campo magnetico e rotazione. Magnetosfera, cilindro di luce. Correnti di Goldreich-Julian. Raggio di Alfvén. Frenamento magneto-rotazionale. Evoluzione del periodo. Stima del campo magnetico e dell' \dot{E} . Il diagramma $P-\dot{P}$. Raffreddamento delle stelle di neutroni. Neutrino cooling: URCA e modified URCA. Cooling radiativo. Curve di cooling.

Modalità di esame :

Prova orale

Criteri di valutazione :

La prova orale $\hat{=}$ volta ad accertare l'acquisizione delle conoscenze di base dell'astrofisica relativistica, le capacità di ragionamento e di comprensione dello studente.

Testi di riferimento :

Nobili, L., *Astrofisica Relativistica*. Padova: CLEUP, 2000

Frank, J., King, A.R., Raine, D.J., *Accretion power in astrophysics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002

Rybicki, G.B., Lightman, A.P., *Radiative processes in astrophysics*. New York: Wiley, 1985

ELETRONICA APPLICATA

(Titolare: Prof. GIANMARIA COLLAZUOL)

Periodo: 1 anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Sperimentale

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Non ci sono prerequisiti; sarebbe utile comunque seguire prima un corso di Elettronica Analogica di base

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso si pone i seguenti obiettivi:

(1) la comprensione da parte dello studente dei blocchi elementari e composti (principalmente analogici) utilizzati nella strumentazione elettronica;

(2) permettere allo studente la rapida lettura delle caratteristiche essenziali di un circuito elettronico complesso;

(3) lo studio dettagliato di alcuni circuiti di interesse per applicazioni in fisica sperimentale in diversi ambiti (ad esempio elettronica di front-end per rivelatori per la fisica nucleare e particellare o strumentazione per controllo di laser o per misure ottiche);

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali e materiale on-line

Contenuti :

Parte A - Richiami sui circuiti elettronici

1. Richiami sui transistori bjt, fet, mosfet: configurazioni elementari; generatori di corrente; carichi attivi; comportamento in frequenza;

2. Blocchi elementari per l'amplificazione; Amplificatori differenziali; Amplificatori operazionali; 3. Cenni sui circuiti reazionati;

controreazione di tensione; controreazione di corrente; comportamento in frequenza e stabilità; controreazione positiva;

4. Riferimenti di tensione e corrente;

Parte B - Applicazioni per l'elaborazione elettronica dei segnali;

5. Amplificatori in corrente, in carica, in tensione per rivelatori; amplificatori di Radeka. Analisi di alcuni circuiti rilevanti;

6. Rumore in ingresso agli amplificatori; cenni a filtri e processamento del segnale;

7. Digitalizzazione del segnale: blocchi elementari A/D e D/A, comparatori, circuiti con switched capacitors, circuiti per il campionamento, circuiti per le misure di tempi. Analisi di alcuni circuiti rilevanti;

8. Rumore nel dominio digitale; confronto filtri digitali vs analogici;

9. Cenni a oscillatori, clocks, phase-locked loop (PLL)

Modalità di esame :

Esame finale orale

Criteri di valutazione :

Verifica delle conoscenze ed abilità acquisite

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense ed appunti distribuiti elettronicamente dal docente saranno sufficienti per seguire l'attività del corso.

Sarà suggerita la lettura di articoli scientifici $\hat{=}$ per alcuni argomenti.

Per alcune parti del programma sarà fatto riferimento ai seguenti testi:

- M. T. Thompson $\hat{=}$ *Intuitive Analog Circuit Design* • 2006, Newnes Elsevier

- A. L. Lacaita $\hat{=}$ *Lezioni di Elettronica II* • vol.1 e vol.2 1996 CUSL Milano

- S. Franco $\hat{=}$ *Design with operational amplifier and analog integrated circuits* • 2002, McGrawHill

- T. H. Wilmshurst $\hat{=}$ *Analog Circuit Techniques with Digital Interfacing* • 2001, Newnes

- T. H. Wilmshurst $\hat{=}$ *Signal Recovery from Noise in Electronic Instrumentation* • 1990, IOP Publ.

FISICA BIOLOGICA

(Titolare: Prof. FLAVIO SENO)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Sperimentale
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Non previsti

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Il corso si propone di illustrare agli studenti alcune delle piu'™ stimolanti sfide culturali e scientifiche poste dalla biologia moderna e di mostrare loro come i metodi fisici possano permettere di dare risposte e di sviluppare nuovi modelli e nuove teorie

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali ed esercizi in aula

Contenuti :

Cenni di teoria dei polimeri.

Microstruttura dei polimeri. Omo-polimeri ed etero-polimeri. Natura frattale delle conformazioni polimeriche. Meccanismi di flessibilita'™ nei polimeri. Conformazioni di catene ideali. Rapporto caratteristico di Flory. Lunghezza di Khun. Modello freely rotating chain. Lunghezza di persistenza. Modello worm like chain. Raggio di girazione. Distribuzioni di probabilita'™. Energia libera di una catena ideale. Stretching di una catena ideale. Tecniche di scattering per la misura delle dimensioni polimeriche. Fattore di forma. Misure a basso angolo. Funzione di Debye. Effetto del volume escluso. Teoria di Flory.

Forze molecolari nelle strutture biologiche.

Origine elettrica delle energie di interazione. Interazioni tra cariche e dipoli permanenti. Dipoli indotti.

Forze di dispersione. Legami idrogeno. Repulsione sterica. Potenziali di Lennard-Jones. Force fields .

Transizioni globali nelle biomolecole.

Transizioni indotte dalla temperatura. Cooperativita'™. Transizioni indotte dal voltaggio. Strutture ad elica. La transizione helix-coil. Il modello di Zimm e Bragg.

Acidi nucleici e proteine.

Il dogma centrale della biologia. Struttura primaria del DNA. La struttura a doppia elica. Proprietate™ del DNA circolare. Elettroforesi. Polimorfismo e flessibilita'™ del DNA. La transizione di denaturazione. Struttura del RNA. Pseudonodi. Amminoacidi e struttura primaria delle proteine. Struttura secondaria e struttura terziaria. Diagramma di Ramachandran. Interazioni intramolecolari. Effetto idrofobico. Protein folding. Protein design. Aggregazione amiloide. Proteine di membrana.

Diffusione e moto Browniano

Variabili casuali. Processi stocastici. Funzioni di autocorrelazione. Moto browniano e coefficienti di diffusione. Leggi di Fick. Equazione di Langevin . Relazione di Einstein. Moto browniano con forze esterne. Equazione generale per fenomeni di trasporto. Elettroforesi. Sedimentazione. Biopolimeri in potenziali elettrochimici.

Cinetica di cambi conformazionali.

Elementi di cinetica chimica. Reazioni di primo e secondo ordine. Reazioni accoppiate. Reazioni bimolecolari controllate dalla diffusione. Rilassamento chimico. Energie di attivazione. Cordinata di reazione e bilancio dettagliato. Relazioni di energia libera lineare. Costanti di reazione dipendenti dal voltaggio. La teoria dello stato attivato. Teoria di Eyring. Teoria di Kramer. Coordinata di reazione per una transizione globale. Phi values.

Metodi sperimentali

Spettroscopia Raman. Depolarizzazione di fluorescenza. Scambio protonico. Cinetica di reazioni veloci: tecniche dello stopped flow e del temperature jump.

Dalla permeabilita'™ cellulare alle neuroscienze

Potenziali di Nerst. Potenziali di Donnan. Potenziali di membrana. Neuroni. Permeabilita'™ selettiva dei canali. Flusso di Ussing. L'equazione di voltaggio di Goldman-Hodgkin-Katz (GHK), L'equazione di corrente di GHK. Il potenziale di azione. La tecnica del voltage clamp. Le equazioni di Hodgkin-Huxley. Curve tensione-corrente e potenziali di soglia. Teoria dei cavi. Propagazione dei segnali.

Modalita' di esame :

La verifica finale consiste in una prova orale nella quale puo' essere richiesta anche la soluzione di qualche specifico problema.

Criteri di valutazione :

La prova d'esame mira ad accertare l'acquisizione delle conoscenze di base fornite dal corso, la capacita' di ragionamento e di comprensione dello studente

Testi di riferimento :

M. Daune, Molecular Biophysics. : Oxford University Press, 1999

Meyer B. Jackson, Molecular and Cellular Biophysics. : Cambridge University Press, 2006

FISICA DELLO STATO SOLIDO

(Titolare: Prof. FRANCESCO ANCILOTTO)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Sperimentale
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Conoscenze di elementi di Meccanica Quantistica di base

Conoscenze di elementi di Meccanica Statistica di base

(funzioni di distribuzioni, ensemble Canonico e gran Canonico, medie statistiche).

Conoscenze e abilità da acquisire :

Concetti fondamentali della fisica dei solidi e relazione tra le leggi microscopiche e le proprietà misurabili sperimentalmente.

Capacità di risolvere problemi che coinvolgono le proprietà della materia condensata.

Capacità di applicare a sistemi reali semplici modelli predittivi che incorporano proprietà della materia su scala microscopica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni in aula con uso di lavagna convenzionale e proiettore per trasparenze.

Settimanalmente verranno proposti agli studenti dei problemi inerenti argomenti trattati a lezione nei giorni immediatamente precedenti, da risolvere per conto proprio.

Contenuti :

Legami chimici nei solidi;

La struttura dei cristalli;

Reticoli di Bravais e basi;

Strutture cristalline semplici;

Reticolo reciproco;

Diffrazione da strutture periodiche e tecniche sperimentali;

Leggi di Bragg e di Laue;

Fattore di forma atomico e di struttura,

Approssimazione adiabatica;

Dinamica reticolare;

Approssimazione armonica,

Matrice Dinamica;

Fononi;

Catene lineari monoatomiche e diatomiche;

Spettroscopia dei fononi;

Proprietà termiche dei cristalli;

Calore specifico reticolare;

Effetti anarmonici: espansione termica, conducibilità termica degli isolanti;

Elettroni "liberi";

Calore specifico elettronico;

"Screening" elettrostatico in un gas di Fermi.;

Teorema di Bloch;

Struttura a bande;

Approssimazione di elettroni "quasi liberi";

Approssimazione "tight binding";

Esempi di struttura a bande;

Fenomeni di trasporto;

Modello di Drude;

Effetto Hall nei metalli;

Modello semiclassico;

Concetto di "buca";

Conducibilità elettrica e termica nei metalli;

Legge di Wiedemann e Franz;

Semiconduttori;

Risonanza di ciclotrone;

Portatori nei semiconduttori intrinseci ed estrinseci;

"Drogaggio" e stati di drogante;

Mobilità;

Conducibilità elettrica nei semiconduttori;

Effetto Hall nei semiconduttori;

La superficie di Fermi nei metalli reali.

Modalità di esame :

Esame orale sul programma svolto a lezione.

Criteri di valutazione :

Adeguate comprensione e visione di insieme di concetti e argomenti svolti a lezione.

Testi di riferimento :

C.Kittel, "Introduzione alla Fisica dello Stato Solido". : ,

N.Ashcroft e D.Mermin, "Solid State Physics". : ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Vengono fornite le fotocopie (in formato pdf) delle slides mostrate a lezione.

FISICA NUCLEARE

(Titolare: Prof.ssa SILVIA MONICA LENZI)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Sperimentale
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Meccanica quantistica.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Lo studente approfondirà alcuni degli argomenti visti nel corso di Istituzioni di Fisica Nucleare della Laurea Triennale e sarà introdotto a nuovi argomenti sia sulle reazioni nucleari, sia sulla struttura del nucleo. Il corso fornisce una buona conoscenza delle proprietà del nucleo atomico che implica l'utilizzo di modelli a molti corpi. Inoltre verranno presentati e discussi i problemi più attuali della Fisica Nucleare.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Le lezioni si svolgono con l'ausilio di slides.

Contenuti :

Programma di Fisica Nucleare 2011/2012

Parte prima

Reazioni nucleari

Introduzione: proprietà del nucleo

- energia di legame
- equazione semiempirica di massa
- proprietà elettromagnetiche statiche dei nuclei: Momenti di multipolo

Le forze nucleari e il potenziale nucleare

- interazione nucleone-nucleone
- Il deutone
- isospin
- diffusione nucleone-nucleone
- proprietà delle forze nucleari

Reazioni Nucleari

- considerazioni generali: Cinematica delle collisioni a due corpi
- tipi di reazione e le osservabili coinvolte
- diffusione elastica e sezione $\text{d'urto di reazione}$
- reazioni di nucleo composto
- reazioni di Knock-out

Reazioni con Ioni Pesanti

- reazioni di trasferimento quasi-elastico di nucleoni
- aspetti fenomenologici delle reazioni nucleari alla barriera Coulombiana,
- fusione completa, formazione e decadimento del nucleo composto
- reazioni di fusione di interesse astrofisico
- tecniche sperimentali

Verranno considerati come esempi e argomenti di discussione gli aspetti che riguardano la formazione di nuclei superpesanti , le reazioni con nuclei instabili.

Parte Seconda

Struttura del nucleo e modelli nucleari

Dall'interazione nucleone-nucleone all'interazione efficace nel nucleo.

Grandezze conservate

Simmetrie nella struttura dei nuclei

Modelli nucleari di campo medio

Modello della goccia liquida

Modello a gas di Fermi

Modello di Hartree Fock

Modello a shell

Modello a shell interattivo.

Applicazioni ed esercitazione per il calcolo della struttura nucleare: stati eccitati e probabilità di transizione.

Modello di Nilsson

Eccitazioni collettive

Moti vibrazionali

Moti rotazionali

Fisica dei nuclei esotici
Struttura di nuclei lontani dalla valle di stabilità
Accenni di astrofisica nucleare

Metodi sperimentali per lo studio della struttura nucleare.
Spettroscopia gamma e rivelatori ancillari.

Modalità di esame :

L'esame consiste in una prova orale con eventuale presentazione di un lavoro di ricerca su argomenti diversi proposti dal docente.

Criteri di valutazione :

Buon dominio dei principali argomenti del corso.

Testi di riferimento :

Kris Heyde, *Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics*. Bristol and Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 1999

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

I libri di testo e le slides messe a disposizione dai docenti nel sito moodle. Inoltre verrà messo a disposizione altro materiale di rassegna di carattere didattico sugli argomenti più attuali della fisica nucleare teorica, sperimentale e applicata.

FONDAMENTI DI NANOFISICA

(Titolare: Prof. GIOVANNI MATTEI) - Mutuato da: Laurea magistrale in Scienza dei Materiali (Ord. 2013)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Sperimentale
Tipologie didattiche: 40A+12L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Fisica Quantistica, Fisica dello Stato Solido

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso si prefigge i seguenti obiettivi formativi:

- Fornire le basi per la comprensione delle proprietà chimico-fisiche dei materiali nanodimensionali che sono alla base delle loro potenziali applicazioni nel campo delle nanotecnologie.
- Presentare alcune tecniche di sintesi e caratterizzazione di nanostrutture confinate (nanocluster) con applicazioni in nanotecnologia e in particolare in fotonica, in plasmonica e nel magnetismo.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso prevede lezioni frontali tenute dal Prof. G. Granozzi, dal Prof. M. Meneghetti (Modulo A) e dal Prof. G. Mattei (Modulo B). Il Modulo B prevede esercitazioni di laboratorio come applicazione dei contenuti visti a lezione (sintesi, caratterizzazione ottica e simulazione con la teoria di Mie di nanoparticelle metalliche in soluzione e loro caratterizzazione con microscopia elettronica).

Contenuti :

Modulo A

- Panoramica sui metodi di preparazione delle nanostrutture (sia top-down che bottom-up, con particolare enfasi sulle seconde). Aspetti strutturali ed energetici delle nanostrutture e metodi per la loro stabilizzazione. Solidi a bassa dimensionalità e composti di intercalazione. Difetti di punto e loro dinamica: loro rilevanza nei materiali nanodimensionali. Composti inorganici a stechiometria variabile. Nanostrutture a base inorganica: esempio al caso degli ossidi e solfuri (nanodots, nanowires, nanotubes, nanobelts, nanosheets) e studio delle loro relazioni struttura-proprietà.

- Richiamo delle equazioni fondamentali per la descrizione della dinamica di elettroni e fotoni. Proprietà della materia che consentono il confinamento di elettroni e fotoni. Densità degli stati per sistemi confinati in una, due o tre dimensioni. Modelli per il confinamento di elettroni in quantum dots di semiconduttori e conseguenze per le proprietà ottiche ed elettroniche. Confinamento di elettroni in particelle metalliche e proprietà di assorbimento plasmonico delle nanostrutture. Confinamento di fotoni in cristalli fotonici e applicazioni nel campo della fotonica.

- Proprietà di nanostrutture a base di carbonio: fullereni e nanotubi di carbonio. Descrizione tight binding degli stati elettronici e proprietà ottiche e di conduzione dei nanotubi di carbonio.

Modulo B

- Classificazione, caratteristiche e proprietà generali dei materiali nanostrutturati: confinamento quantico e proprietà elettroniche. Equazioni di taglia. Termodinamica dei sistemi nanostrutturati: effetto di taglia termodinamico, nucleazione (equazione di Gibbs-Thomson) e crescita di nanostrutture (regimi di aggregazione limitata dalla diffusione e Ostwald ripening)

- Nanostrutture in matrice solida: impianto ionico per la sintesi e la modifica di nanostrutture metalliche o bimetalliche (allegazione e deallegazione).

- Proprietà e applicazioni dei materiali nanostrutturati: (i) proprietà plasmoniche di nanostrutture metalliche (Teoria di Mie e sue estensioni); (ii) confinamento quantico e fotoluminescenza; (iii) proprietà magnetiche (super-paramagnetismo)

- Tecniche di caratterizzazione di nanostrutture: la microscopia elettronica in trasmissione (TEM) e in scansione (SEM).

MUTUAZIONE

Il presente corso viene parzialmente (solo il Modulo B) mutuato dal corso di 'Fondamenti di NanoFisica' della LM in Fisica. Per tale corso sono previsti 2 CFU iniziali con i seguenti contenuti:

- Richiamo delle equazioni fondamentali per la descrizione della dinamica di elettroni e fotoni;
- Confinamento di elettroni e fotoni in sistemi nanostrutturati:
 - (i) Confinamento di fotoni in cristalli fotonici;
 - (ii) Confinamento di elettroni in nanoparticelle metalliche;

(iii) Confinamento di elettroni in quantum dots.

Modalita' di esame :

Prova Scritta

Criteri di valutazione :

La valutazione della preparazione si baser  sulla comprensione degli argomenti svolti e sulla capacit  di fare collegamenti fra diversi argomenti. Si valuteranno anche le relazioni scritte presentate sulla parte di esercitazione.

Testi di riferimento :

S. Maier, *Plasmonics, fundamentals and applications*. : Springer, 2007

C. Bohren, D. Huffmann, *Absorption and scattering of light by small particles*. : Wiley-Interscience, 2004

P. Prasad, *Nanophotonics*. : Wiley-Interscience, 2004

D. Williams, C. Carter, *Transmission Electron Microscopy*. : Plenum Press, 1996

R. Kelsall, I. Hamley, M. Geoghegan, *Nanoscale Science and Technology*. : J. Wiley & Sons, 2005

G. Cao, *Nanostructures and Nanomaterials*. : Imperial College Press, 2004

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Verranno fornite dispense da parte dei Docenti. Gli argomenti e i contenuti trattati potranno essere approfonditi e/o integrati sui testi indicati nella sezione 'Testi di Riferimento'.

INTRODUZIONE ALL'ELETTRODINAMICA QUANTISTICA

(Titolare: Prof. PIERPAOLO MASTROLIA) - Mutuato da: Laurea magistrale in Fisica (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Sperimentale

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Contenuti :

Il corso offre una introduzione all'Elettrodinamica Quantistica e alle tecniche principali per il calcolo di ampiezze di scattering in Teorie di Campo Quantistiche.

Gli argomenti proposti includeranno:

La Lagrangiana di QED;

Diagrammi di Feynman e matrice-S;

Elementi di matrice al tree-level;

Correzioni ad un-loop;

Regolarizzazione dimensionale;

Rinormalizzazione;

Identita' di Ward;

Divergenze Infrarosse;

Running della costante di accoppiamento;

Nuovi metodi per il calcolo di ampiezze a multi-loop

Formalismo Spinoriale;

Metodi Unitarity-based.

Testi di riferimento :

Schwartz, Matthew Dean, *Quantum field theory and the standard model* Matthew D. Schwartz. Cambridge: Cambridge univ. press, 2014

Peskin, Michael E.; Schroeder, Daniel V., *An introduction to quantum field theory*. Reading: Addison-Wesley, 1995

Veltman, Martinus, *Diagrammatica: the path to Feynman rules*. Cambridge: Cambridge University press, 1994

Srednicki, Mark A., *Quantum field theory*. Cambridge: Cambridge university press, 2007

INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI SISTEMI A MOLTI CORPI

(Titolare: Prof. PIER LUIGI SILVESTRELLI) - Mutuato da: Laurea magistrale in Fisica (Ord. 2014)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Sperimentale

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Metodi Matematici

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Il corso si propone di illustrare le tecniche, fondate sulla teoria quantistica dei campi non relativistici, che permettono di determinare il comportamento meccanico-statistico-quantistico della materia.

Contenuti :

Formalismo della seconda quantizzazione.

Operatori di particella singola e doppia in seconda quantizzazione.

L'hamiltoniano dei sistemi coulombiani.

Funzioni di Green a due punti: valore medio di un operatore di particella singola, energia dello stato fondamentale, rappresentazione di Lehmann.

Teorema adiabatico e determinazione perturbativa dello stato fondamentale.

Teorema di Wick e grafici di Feynman per i sistemi fermionici a $T=0$.

Self-energia, grafici di polarizzazione (interazione efficace),

equazioni di Dyson.

Energia dello stato fondamentale del gas di elettroni degenerare ("jellium" model) nella ring approximation (RPA).
Teoria della risposta lineare; applicazioni:
schermaggio della carica elettrica (oscillazioni di Friedel),
oscillazioni di plasma, sezione d'urto differenziale per lo scattering anelastico di elettroni (cenni).
Sistemi Bosonici interagenti a $T=0$ (cenni).
Funzioni di Green a temperatura finita: teorema di Wick Matsubara e relativi grafici di Feynman.

Modalità di esame :

Orale piA¹ eventuali esercizi in itinere.

Criteri di valutazione :

Conoscenze teoriche di base e capacità di applicazione del formalismo in casi di interesse fisico.

Testi di riferimento :

A.L. Fetter, J.D. Walecka, Quantum theory of many-particle system. New-York: MCGraw-Hill,

INTRODUZIONE ALLE ATTIVITÀ DI RICERCA AVANZATE

(Titolare: Prof. ALBERTO CARNERA)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Sperimentale

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Conoscenze e abilità da acquisire :

CONTENUTO NON PRESENTE

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Contenuti :

CONTENUTO NON PRESENTE

Modalità di esame :

CONTENUTO NON PRESENTE

Criteri di valutazione :

CONTENUTO NON PRESENTE

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

CONTENUTO NON PRESENTE

LABORATORIO DI FISICA AVANZATO A

(Titolare: Prof. GIAMPAOLO MISTURA)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Sperimentale

Tipologie didattiche: +48L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Laboratori degli anni precedenti e conoscenze di base di elettronica e ottica.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Capacità di progettare e realizzare autonomamente un apparato sperimentale di misura. Capacità di analizzare criticamente i risultati per individuare possibili cause di errori sistematici. Capacità di utilizzare le conoscenze acquisite nel percorso di studi per analizzare i dati e ottenere una misura affidabile di una data grandezza fisica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso ha un carattere prettamente sperimentale. Gli studenti partecipanti saranno ripartiti in gruppi da 2 - 3 persone ai quali sarà affidata la realizzazione di una esperienza di fisica da scegliere a piacere fra quattro tipologie di esperimenti: elettronica, ottica, fisica dei muoni e dello stato solido. Sono previste anche delle lezioni frontali nelle quali verranno dati elementi generali di fisica sperimentale.

Contenuti :

Tecniche generali di fisica sperimentale moderna. In particolare saranno approfonditi elementi di elettronica, ottica, criogenia e tecnica del vuoto.

Modalità di esame :

Relazione scritta ed esame orale.

Criteri di valutazione :

Autonomia nello svolgimento dell'esperienza, capacità di analisi critica dei risultati. Saranno inoltre valutate positivamente soluzioni originali proposte dallo studente al fine di condurre o migliorare le esperienze proposte.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense scritte dai responsabili del corso scaricabili dal web.

LABORATORIO DI FISICA AVANZATO A - SDOPPIAMENTO

(Titolare: Dott. MARCO BAZZAN)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Sperimentale
Tipologie didattiche: +48L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Laboratori degli anni precedenti e conoscenze di base di elettronica e ottica.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Capacità di progettare e realizzare autonomamente un apparato sperimentale di misura. Capacità di analizzare criticamente i risultati per individuare possibili cause di errori sistematici. Capacità di utilizzare le conoscenze acquisite nel percorso di studi per analizzare i dati e ottenere una misura affidabile di una data grandezza fisica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso ha un carattere prettamente pratico. Gli studenti partecipanti saranno ripartiti in gruppi da 2 - 3 persone ai quali sarà affidata la realizzazione di una esperienza di fisica da scegliere a piacere fra quattro tipologie di esperimenti: elettronica, ottica, fisica dei muoni e dello stato solido. Sono previste anche delle lezioni frontali nelle quali verranno dati elementi generali di fisica sperimentale.

Contenuti :

Tecniche generali di fisica sperimentale moderna. In particolare saranno approfonditi elementi di elettronica, ottica, criogenia e tecnica del vuoto.

Modalità di esame :

Relazione scritta ed esame orale.

Criteri di valutazione :

Autonomia nello svolgimento dell'esperienza, capacità di analisi critica dei risultati. Saranno inoltre valutate positivamente soluzioni originali proposte dallo studente al fine di condurre o migliorare le esperienze proposte.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense dei relatori disponibili sul web.

TEORIA DEI CAMPI 1

(Titolare: Prof. MARCO MATONE)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Sperimentale
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Elettrodinamica Classica. Meccanica Quantistica non relativistica. Equazione di Klein-Gordon. Equazione di Dirac.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso è incentrato sulla formulazione perturbativa della teoria quantistica dei campi. In particolare, le competenze e abilità da acquisire riguardano aspetti generali della quantizzazione canonica, una buona conoscenza della formulazione path-integral della teoria dei campi, sia nel caso scalare che fermionico. Parte essenziale del corso riguarda la formulazione path-integral dell'elettrodinamica quantistica e la teoria della rinormalizzazione.

Oltre a tali conoscenze lo studente dovrà essere in grado di calcolare i contributi fino a 2-loop nel caso scalare (ϕ^4) e a 1-loop nel caso dell'elettrodinamica quantistica.

Contenuti :

Quantizzazione canonica.

Teorema CPT.

Formulazione della meccanica quantistica in termini dell'integrale sui cammini di Feynman.

Propagatore di Feynman.

Azione effettiva.

Approssimazione del punto a sella.

Calcolo dei determinanti e loro proprietà di scala.

Calcoli perturbativi nella teoria ϕ^4 :

Regole di Feynman.

Divergenze dei diagrammi di Feynman.

Tecniche di regolarizzazione.

Regolarizzazione dimensionale.

Calcolo degli integrali di Feynman.

Rinormalizzazione.

Equazione del gruppo di rinormalizzazione.

Funzione beta.

Sezione d'urto, teoria asintotica, formula di riduzione LSZ, unitarietà.

Integrali sui cammini nel caso fermionico:

Integrazione su variabili grassmanniane.

Integrale sui cammini per i campi fermionici liberi.

Regole di Feynman per campi spinoriali.

Determinanti fermionici.

Elettrodinamica Quantistica (QED):

Simmetrie di gauge.

Regole di Feynman per il campo di gauge.

Gauge fixing.

Calcolo dei diagrammi di Feynman a 1-loop della QED.

Identità di Ward.

Momento magnetico anomalo dell'elettrone.

Rinormalizzazione della QED.

Modalità di esame :

Lo studente dovrà dimostrare di aver acquisito una buona conoscenza della formulazione perturbativa della teoria quantistica dei campi. Durante l'esame, che è orale, sarà anche richiesto il calcolo esplicito di un diagramma di Feynman (ϕ^4 o QED).

Testi di riferimento :

C. Itzykson e J.-B. Zuber, Quantum Field Theory. : McGraw-Hill, 1980

Pierre Ramond, Field Theory: A Modern Primer. : Addison-Wesley, 1989

M.E. Peskin e D.V. Schroeder, An Introduction to Quantum Field Theory. : Westview, 1995

Curriculum: Teorico e Modellistico

INTRODUZIONE ALL'ELETTRODINAMICA QUANTISTICA

(Titolare: Prof. PIERPAOLO MASTROLIA)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Teorico e Modellistico
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Contenuti :

Il corso offre una introduzione all'Elettrodinamica Quantistica e alle tecniche principali per il calcolo di ampiezze di scattering in Teorie di Campo Quantistiche.

Gli argomenti proposti includeranno:

La Lagrangiana di QED;

Diagrammi di Feynman e matrice-S;

Elementi di matrice al tree-level;

Correzioni ad un-loop;

Regolarizzazione dimensionale;

Rinormalizzazione;

Identita' di Ward;

Divergenze Infrarosse;

Running della costante di accoppiamento;

Nuovi metodi per il calcolo di ampiezze a multi-loop

Formalismo Spinoriale;

Metodi Unitarity-based.

Testi di riferimento :

Schwartz, Matthew Dean, *Quantum field theory and the standard model* Matthew D. Schwartz. Cambridge: Cambridge univ. press, 2014

Peskin, Michael E.; Schroeder, Daniel V., *An introduction to quantum field theory*. Reading: Addison-Wesley, 1995

Veltman, Martinus, *Diagrammatica: the path to Feynman rules*. Cambridge: Cambridge University press, 1994

Srednicki, Mark A., *Quantum field theory*. Cambridge: Cambridge university press, 2007

INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI SISTEMI A MOLTI CORPI

(Titolare: Prof. PIER LUIGI SILVESTRELLI)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Teorico e Modellistico

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Metodi Matematici

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Il corso si propone di illustrare le tecniche, fondate sulla teoria quantistica dei campi non relativistici, che permettono di determinare il comportamento meccanico-statistico-quantistico della materia.

Contenuti :

Formalismo della seconda quantizzazione.

Operatori di particella singola e doppia in seconda quantizzazione.

L'hamiltoniano dei sistemi coulombiani.

Funzioni di Green a due punti: valore medio di un operatore di particella

singola, energia dello stato fondamentale, rappresentazione di Lehmann.

Teorema adiabatico e determinazione perturbativa dello stato fondamentale.

Teorema di Wick e grafici di Feynman per i sistemi fermionici a $T=0$.

Self-energia, grafici di polarizzazione (interazione efficace),

equazioni di Dyson.

Energia dello stato fondamentale del gas di elettroni degeneri

("jellium" model) nella ring approximation (RPA).

Teoria della risposta lineare; applicazioni:

schermaggio della carica elettrica (oscillazioni di Friedel),

oscillazioni di plasma, sezione d'urto differenziale per lo

scattering anelastico di elettroni (cenni).

Sistemi Bosonici interagenti a $T=0$ (cenni).

Funzioni di Green a temperatura finita: teorema di Wick Matsubara e

relativi grafici di Feynman.

Modalita' di esame :

Orale piA¹ eventuali esercizi in itinere.

Criteri di valutazione :

Conoscenze teoriche di base e capacita' di applicazione del formalismo in casi di interesse fisico.

Testi di riferimento :

A.L. Fetter, J.D. Walecka, *Quantum theory of many-particle system*. New-York: McGraw-Hill,

MECCANICA HAMILTONIANA

(Titolare: Prof. ANTONIO PONNO)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Teorico e Modellistico

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Conoscenze della meccanica hamiltoniana di base, a livello del corso di meccanica analitica (terzo anno, laurea in fisica).

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Lo studente, al superamento della prova di profitto, avra' acquisito conoscenze tali da metterlo in grado di comprendere alcuni articoli originali sugli argomenti trattati nel corso.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso viene erogato tramite lezioni frontali alla lavagna.

Contenuti :

- SISTEMI HAMILTONIANI. Proprieta' generali. Trasformazioni canoniche. Equazione di Hamilton-Jacobi. Teorema di Liouville. Strutture di Poisson ed estensione del formalismo canonico.

- Formalismo lagrangiano e hamiltoniano per sistemi infinito-dimensionali. Equazioni alle derivate parziali lineari e non lineari di interesse per la fisica.

- APPROCCIO PROBABILISTICO. Richiami di teoria della probabilita'. Meccanica statistica. Teorema del viriale. Equazione di Liouville e sue proprieta'. Equazioni stocastiche di tipo Langevin ed equazione di Fokker-Planck. Problema ergodico. Caratterizzazione dei sistemi ergodici e dei sistemi mescolanti. Ricorrenza.

- APPLICAZIONI.

Modalita' di esame :

Esame scritto sul programma del corso.

Criteri di valutazione :

La valutazione dello studente si basera' sulla verifica di comprensione degli argomenti "astratti" e sulla conseguente capacita' di risolvere eventuali esercizi.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Le dispense del docente coprono la maggior parte degli argomenti trattati a lezione.

RELATIVITÀ GENERALE

(Titolare: Prof. GIANGUIDO DALL'AGATA)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Teorico e Modellistico
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Si consiglia Fisica Teorica.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Il corso fornisce una introduzione alle basi teoriche e fenomenologiche della Relatività Generale. Lo studente dovrà anche appropriarsi delle tecniche di base per costruire e studiare le proprietà delle soluzioni delle equazioni di Einstein.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali. Esercitazioni settimanali.

Contenuti :

Geometria Riemanniana; Forme differenziali; Il principio di equivalenza; Equazioni di Einstein; Soluzione di Schwarzschild, limite Newtoniano; test sperimentali; spazi massimamente simmetrici; Buchi neri (Diagrammi di Penrose, buchi neri carichi e rotanti); Termodinamica dei buchi neri.

Modalita' di esame :

Orale con domande su argomenti svolti a lezione e soluzione di un problema.

Criteri di valutazione :

Conoscenza e comprensione dei contenuti del corso, abilità nella soluzione di problemi elementari legati ai contenuti del corso.

Testi di riferimento :

S. Carroll, Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity. : Addison-Wesley, 2003

A. Zee, Einstein Gravity in a Nutshell. : Princeton University Press, 2013

F. de Felice, C.J.S. Clarke,, Relativity on curved manifolds. : Cambridge University Press, 1992

S. Weinberg, Gravitation and Cosmology. : Wiley, 1972