

Fisica Teorica - Programmi

Complementi di Meccanica Statistica - Dott. G. Salina

Sistemi statistici disordinati: vetri di spin, reti neuronali e teoria dell'ottimizzazione. Metodo delle repliche. Cenni sugli algoritmi numerici per la simulazione di sistemi disordinati e frustrati.

Cosmologia - supplenza

L'equazione dell'instabilità nel limite newtoniano. La lunghezza d'onda di Jeans. Fenomeni di diffusione e di free-streaming. La funzione di correlazione e lo spettro di potenza delle fluttuazioni di densità. Statistica gaussiana e condizioni iniziali. Evoluzione dello spettro di potenza in modelli d'universo. La funzione di correlazione delle galassie. Anisotropia di dipolo del fondo cosmico e il "grande attrattore". Le anisotropie angolari del fondo cosmico. L'effetto di Sachs-Wolfe e i risultati del satellite Cobe.

Fisica Adronica - Prof. E. Pace

Correlazioni tra nucleoni. Matrici densità a uno e a più corpi. Materia nucleare. Metodi accurati per la determinazione dell'energia e delle funzioni d'onda per sistemi di pochi nucleoni e per la materia nucleare. Metodi variazionali. Basi correlate. Diffusione quasi-elastica elettrone-nucleo. Funzioni di risposta non polarizzate e polarizzate. Funzione di scaling nucleare. Teoria di campo efficace per sistemi di nucleoni. Simmetria chirale. Covarianza di Poincaré. Equazioni covarianti per trasformazioni di Poincaré per sistemi di nucleoni interagenti. Modelli a quark e spettroscopia degli adroni. Funzioni di struttura partoniche generalizzate.

Fisica Biologica I - Prof.ssa S. Morante

Introduzione: nuove prospettive nell'era post-genomica. L'origine della vita e l'evoluzione per selezione. La cellula: procarioti ed eucarioti. Le macromolecole polimeriche: sequenze e loro contenuto informativo. Gli acidi nucleici: struttura e funzione. Metodi per il sequenziamento e la mappatura del DNA. Banche dati. Il DNA e i supercomputers: gigabytes e nanotecnologie. La trascrizione e la sua regolazione. La sintesi proteica. Le proteine: struttura e funzione. Livelli strutturali e contenuto informativo in proteine e acidi nucleici. Cinetiche di processi folding-unfolding. Interazioni idrofobiche: contributo unitario e cratico all'entropia di mescolamento. Le membrane cellulari: doppi strati, micelle e liposomi.

Fisica Biologica 2 - Prof.ssa S. Morante

Introduzione alle principali tecniche spettroscopiche. Il contenuto informativo nel DNA: quantum genetics; legge di Zipf; pressione selettiva e frequenze di occorrenza (teorema di Bayes). Energia libera e folding. Metodi di analisi statistica delle sequenze (Dot-Plot; Needleman-Wunsch; etc.) Simulazioni numeriche: Dinamica Molecolare (MD), Dinamica di Langevin, Monte Carlo e Ibrido Monte Carlo. MD

ab initio (Car-Parrinello). Equazioni diffusive: reazioni di regolazione e metaboliche della cellula.

Fisica delle Particelle Elementari 1 - Prof. G. Matthiae

Interazioni adroniche e modello a quark. "Flavour" e colore. Interazioni elettromagnetiche. L'equazione di Dirac e le regole di Feynman. Produzione di coppie di muoni nelle collisioni elettrone-positrone. Il Lamb shift e il momento magnetico dei leptoni. Interazioni deboli. La teoria V-A. Angolo di Cabibbo. Decadimento dei mesoni K neutri. Violazione di CP. La matrice di CKM. Scattering anelastico di elettroni e neutrini. Modello a partoni. Funzioni di struttura. Unificazione elettrodebole.

Fisica delle Particelle Elementari 2 - Prof.ssa A. Di Ciaccio

Diffusione anelastica di elettroni. Legge di scala e modello a partoni. Funzioni di struttura. Calcolo della diffusione anelastica di neutrini e antineutrini da nucleoni. Quark di valenza e del mare. I gluoni. Il processo di Drell-Yan. Produzione di jets ad alto momento trasverso. Frammentazione degli adroni. Violazioni della legge di scala. Dinamica dei quarks e gluoni. Evoluzione delle funzioni di struttura. La costante di accoppiamento delle interazioni forti. Dipendenza dal momento trasferito delle costanti di accoppiamento. Violazione diretta e indiretta di CP nel decadimento dei mesoni K neutri. Misura dei parametri epsilon e epsilon'. Violazione di CP e matrice di CKM. Il triangolo di unitarietà. Decadimento dei mesoni B neutri. Il Modello Standard delle interazioni elettrodeboli. La corrente debole carica e neutra. L'angolo di Weinberg e le masse dei bosoni W e Z. Diffusione di neutrini e antineutrini da elettroni. Interferenza elettrodebole. Determinazione delle costanti di accoppiamento assiale e vettoriale. Test del Modello Standard. Produzione e decadimento della particella Z a LEP. Misura della massa dei bosoni W a LEP. Osservazione del quark top. Il bosone di Higgs. Prospettive ai futuri acceleratori: LHC e Linear Collider.

Fisica del Nucleo - Prof. C. Schaerf

Modello a strati: il potenziale di oscillatore armonico, l'interazione spin-orbita e le interazioni residue con un accenno agli effetti collettivi. Deflessione elastica ed anelastica degli elettroni su nuclei e nucleoni. Deflessione profondamente anelastica e funzioni di struttura dei nucleoni: evidenza dei partoni; variabili di scala e modello a quark. La tecnica dei diagrammi di Feynman per il calcolo delle sezioni d'urto nella elettrodinamica quantistica (QED). Momenti elettromagnetici dei nuclei; risonanze nucleari magnetiche. Problemi e prospettive dell'energia nucleare: fissione e fusione. Interazione nucleone-nucleone.

Fisica dei Sistemi Complessi - Prof. L. Biferale

Fondamenti teorici della meccanica statistica classica: Introduzioni alla meccanica statistica classica. Il problema ergodico, funzioni di partizione e misura di probabilità. Il teorema del limite centrale e misura di Gibbs. Sistemi dinamici e teoria delle biforcazioni: Sistemi hamiltoniani a pochi gradi di libertà. Sistemi dissipativi. Teoria della stabilità alla Lyapunov. Sistemi dinamici a infiniti gradi di libertà. Solitoni e soluzioni localizzate. Il teorema della varietà centrale in infinite dimensioni. L'equazione di Landau-Ginzburg con parametri complessi. Equazioni di Stokers e cenni sulla teoria della turbolenza

sviluppata.

Fisica Teorica 1 - Prof. E. Pace

Problema di Dirichlet e di Neumann. Eq. di Maxwell. Potenziali ritardati. Tensore degli sforzi di Maxwell. Onde e.m. Teoria della relatività ristretta. Gruppo e generatori di Lorentz. Covarianza della elettrodinamica. Lagrangiana per una particella carica e per il campo e.m. Conservazione di energia, impulso e momento ang. del campo e.m. Tensore degli sforzi. Funzioni di Green. Potenziali di Lienard-Wiechert. Radiazione e.m.

Fisica Teorica 2 - Dott. A. Vladikas

Relatività ristretta. Quantizzazione canonica: campi scalari e spinoriali, campo elettromagnetico. Diagrammi di Feynman per la QED. Sezioni d'urto.

Fisica Teorica 3 - Prof. R. Petronzio

Teorie di gauge non abeliane. Azione effettiva. Integrale funzionale: metodo di Faddeev-Popov. Rinormalizzazione e simmetria BRS. Identità di Slavnov-Taylor. Libertà asintotica. Rottura spontanea di simmetria. Modello sigma non lineare. Meccanismo di Higgs. Anomalia chirale. Cenni sul gruppo di rinormalizzazione.

Fisica Teorica Specialistica

Corso monografico su argomenti di interesse attuale in fisica teorica delle particelle elementari, delle stringhe, della materia condensata, dei sistemi complessi e dei sistemi astrofisici e cosmologici.

Introduzione alla Teoria delle Stringhe - Docente non assegnato

Quantizzazione della stringa bosonica. Superfici di Riemann. Ampiezze di vuoto. Stringhe fermioniche e proiezioni GSO. Compattificazioni. Operatori di vertice, ampiezze di scattering e matrice S. Gruppo di rinormalizzazione e azione effettiva. Dualità di stringa e M-teoria.

Istituzioni di Fisica Nucleare e Subnucleare - Prof.ssa A. D' Angelo

Fisica del Nucleo: richiami del modello a shell. Interazione nucleone-nucleone. Il deutone. Reazioni nucleari. Fisica delle Particelle Elementari. Concetti fondamentali. Stati eccitati e risonanze. Principi di invarianza, leggi di conservazione e simmetrie. Invarianza CPT. Interazione debole. Neutrini ed antineutrini. Diffusione e pioni nucleone. SU (3). I quark costituenti. Teoria del colore e cromodinamica quantistica. Mesoni e barioni come stati legati dei quark. Massa degli adroni.

Laboratorio di Metodi Computazionali I - Dott. V. Malvestuto

Applicazioni tecniche di simulazione numerica, analisi dati e tecniche di rappresentazione grafica. Generazione numeri casuali e simulated annealing. Tecniche di programmazione parallela.

Laboratorio di Metodi Computazionali 2 - Dr.ssa A. Lanotte

Tema centrale del corso sono le simulazioni numeriche per la fluidodinamica. Breve introduzione alla Meccanica dei Fluidi. Fluidi incomprimibili. Metodi di integrazione alle differenze finite. Metodi di proiezione (di tipo Galerkin, spettrali). Metodi di avanzamento in tempo. Parallelizzazione dei metodi spettrali. Casi studio: Equazione di Burgers 1D, Equazione di Navier-Stokes 3D.

Meccanica Quantistica 2 - Prof. E. Pace

Postulati della meccanica quantistica. Rappresentazioni di Schroedinger e di Heisenberg. Propagatori. Integrali di Feynman. Oscillatore tridimensionale. Modi normali. Molecole biatomiche. Born-Oppenheimer. Spettri Raman. Metodi variazionali. Hartree-Fock. Diffusione da potenziale. Stati stazionari. Pacchetti d'onda. Sezione d'urto. Onde parziali. Teorema ottico. Equazione di Lippmann-Schwinger. Diffusione di particelle identiche. Serie di Born. Proprietà analitiche delle ampiezze di scattering. Risonanze. Breit-Wigner. Teorema di Levinson. Poli di Regge. Operatori di Moeller. Equazione di Klein-Gordon. Antiparticelle. Interazione di una particella di spin zero con il campo elettromagnetico. Equazione di Dirac. Limite non relativistico. Trasformazioni di Lorentz infinitesime. Corrente conservata. Covarianti bilineari. Particelle di Dirac in campo esterno. Coniugazione di carica. Equazione di Weyl.

Meccanica Statistica 2 - Prof.ssa R. Marra

Modello di Ising. Teoria di campo medio, argomento di Peierls, transizioni di fase. Equazioni di Boltzmann, limite idrodinamico.

Metodi Matematici della Fisica 2 - Supplenza

Equazioni differenziali ordinarie. Funzioni di Green. Equazioni integrali. Problemi di Sturm-Liouville. Serie e trasformate di Fourier. Trasformata di Laplace. Sviluppi asintotici. Funzioni speciali. Equazioni differenziali alle derivate parziali. ([Link](#))

Metodi Matematici della Fisica 3 - Dott. L. Cornalba

Introduzione: richiami su insiemi, strutture algebriche, topologia. Varietà differenziabili e generalizzazioni. Fibrati. Gruppi di omotopia. Omologia e coomologia. Applicazioni alla teoria delle anomalie.

Metodi Probabilistici Avanzati - Prof.ssa R. Marra

Processi di diffusione. Cenni di PDE. Equazione di Fokker-Plank e equazioni paraboliche. Processi a salto. Sistemi di particelle stocastici. Processo di esclusione. Metodo dell'entropia.

Relatività e Gravitazione - Dott. M. Bruni

Il principio di equivalenza. Campi gravitazionali deboli. Moto geodetico. Significato fisico della metrica. Arrossamento delle righe spettrali. Forze inerziali. Tensori. Derivazione covariante. Il tensore di Riemann-Christoffel. Equazione di campo nel vuoto. Il tensore energia-impulso. Equazione di campo in

presenza di materia. Leggi di conservazione. La soluzione di Schwarzschild. Coordinate isotrope. Moto planetario. Deflessione della luce. L'espansione di Hubble. La radiazione cosmica di fondo. La metrica di Friedman-Robertson-Walker. Nucleosintesi primordiale degli elementi leggeri. Il problema della distanza in Cosmologia. Il modello standard in cosmologia e gli scenari inflazionari.

Supersimmetria - Dott. F. Fucito

Supersimmetria $N=1$ globale. Multipletti e lagrangiane. Rottura spontanea della supersimmetria. Supersimmetrie globali estese e generalizzazioni a $D>4$. Rinormalizzazione e termini soffici. Il problema della gerarchia delle scale. Modello standard minimale supersimmetrico.

Teoria dei Gruppi - Dott. Y. Stanev

Proprietà dei gruppi discreti. Gruppi continui e algebre di Lie. Classificazione di Cartan. Teoria delle rappresentazioni. Gruppi compatti. Cosets. Gruppi di Lorentz e Poincare'.

Teoria dei Sistemi a Molti Corpi - Prof. G.C. Rossi

Elementi di Meccanica Statistica. Sistemi fermionici: l'approssimazione di Born-Oppenheimer. Il gas di Fermi. Il metodo di Hartree-Fock. La teoria del funzionale densità. Dinamica Molecolare e metodo di Car-Parrinello. Integrale Funzionale. Passaggio dalla metrica Minkowskiana a quella Euclidea. Il legame con la Meccanica Statistica Classica. Metodi numerici per il calcolo della funzione di partizione.

Teoria delle Particelle Elementari - Prof. R. Petronzio

Gruppo di rinormalizzazione. Lagrangiane chirali. Modello standard. QCD perturbativa. Teorie efficaci dei quark pesanti. Modello supersimmetrico minimale. Introduzione alle teorie di unificazione.

Teoria Quantistica della Materia - Prof. R. Del Sole

Sistemi a molti elettroni- Seconda quantizzazione- Funzioni di Green a $T=0$ e a temperatura finita. Diagrammi di Feynman ed equazione di Dyson. Self energia. Gas elettronico omogeneo. Energia di correlazione. Teoria della risposta lineare. Teoria del funzionale densità. Teoria delle bande nei solidi. Proprietà ottiche. Eccitoni.

Teoria dei Solidi - Prof. M. Cini

Teoria relativistica degli atomi, con effetti di elettrodinamica quantistica (processi di secondo ordine, polarizzazione del vuoto e potenziale di Uehling.) Teoria della simmetria con applicazioni: Gruppi discreti, Gruppi spaziali e stati elettronici nei solidi, Gruppi continui. Teoria dei molti corpi: Risonanze, equazione di Dyson, correzioni di self-energy, Formalismo di Keldysh. Metodi ricorsivi, Ampiezze di eccitazione. Gruppo di Rinormalizzazione. Fase di Berry. Polaroni. Modello di Hubbard, Magnetismo, Superconduttività.

Teorie Relativistiche e Supergravità - Prof. M. Bianchi

Buchi neri. Diagrammi di Penrose. Termodinamica dei buchi neri. Radiazione di Hawking. Generalizzazioni a $D > 4$. Supergravità $N=1$. Accoppiamenti di materia e rottura spontanea della superimmetria locale. Cenni sulle supergravità estese e in $D > 4$. Supergravità in $D=11$.

Turbolenza - Prof. L. Biferale

Equazioni di Navier-Stokes. Instabilità e transizione alla turbolenza. Teoria di Kolmogorov. Intermittenza e multifrattalità. Dinamica di uno scalare passivo. Magneto-idrodinamica ed effetto Dinamo.