

Programma per i colloqui

Iscrizione alla Magistrale in Fisica

MAT – Matematica

Algebra

- § **Spazi vettoriali** • Coordinate e basi • Sistemi di equazioni lineari
- § **Matrici** • Rango • Matrici invertibili • Cambi di base • Autovalori e autovettori
- § **Determinanti** • Cofattori e regola di Cramer • Prodotti tensoriali
- § **Forme bilineari e quadratiche** • Matrici simmetriche • Forme quadratiche reali • Prodotti interni • Basi ortonormali • Matrici ortogonali • Teorema degli assi principali

Livello della trattazione: S. Lang, Algebra Lineare, Boringhieri; P. Lax, Linear Algebra, Wiley.

Analisi

- § **Integrali curvilinei** • Lavoro e potenziale di campi conservativi
- § **Rotore, divergenza, gradiente e teorema di Stokes** • Formule di Gauss e Green
- § **Equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti** • Equazioni a variabili separabili
- § **Integrazione nel campo complesso** • Integrali di linea complessi • Teorema dell'integrale di Cauchy • Formule integrali di Cauchy
- § **Serie di funzioni analitiche** • Serie di potenze • Singolarità di funzioni analitiche • Serie di Laurent • Il teorema dei residui e sue applicazioni
- § **Spazi di Hilbert** • Prodotto scalare • Disuguaglianza di Schwartz • Completezza • Basi ortonormali • Algoritmo di Gram-Schmidt
- § **Operatori su spazi di Hilbert** • Operatori autoaggiunti • Spettro di un operatore
- § **Sistemi di polinomi ortogonali**
- § **Serie di Fourier**
- § **Trasformata di Fourier e di Laplace**

Livello della trattazione: M. Spivak, Calculus, Publish or Perish; Brown & Churchill, Complex Variables, McGraw-Hill; E. Stein, Complex Analysis, Princeton.

FIS01 – Fisica Generale

Meccanica

- § **Cinematica** • Trattazione vettoriale della posizione, velocità, accelerazione in sistemi di coordinate cartesiane, sferiche, e cilindriche
- § **Dinamica** • Sistemi di riferimento inerziali • Principi della Dinamica • Sistemi di riferimento non-inerziali • Trattazione vettoriale delle forze, dell'impulso, della quantità di moto, e del momento angolare • Lavoro, energia cinetica, campi conservativi, energia potenziale • Campo di forza espresso in termini di energia potenziale e punti di equilibrio • Oscillatore armonico, smorzato, forzato, risonanza
- § **Sistemi** • Equazioni cardinali per i sistemi • Teorema di Koenig • Sistema a due corpi • Urti elastici ed anelastici • Urti centrali • Sistemi a massa variabile
- § **Leggi di Keplero** • Potenziale efficace • Orbite • velocità areolare
- § **Corpi Rigidi** • Moti di rotolamento attorno ad asse fisso • Moti giroscopici • Energia • Statica

§ **Fluidi** • Statica e dinamica dei fluidi • Teorema di Bernouilli
§ **Onde** • Equazione delle onde e soluzione • Onde sinusoidali, interferenza

Livello della trattazione: Mencuccini, Silvestrini "Fisica I" (Casa Editrice Ambrosiana).

Termodinamica

§ **Sistemi termodinamici** • Variabili di stato • Principio zero • Temperatura
§ **Gas ideali** • Equazione di stato dei gas perfetti
§ **Calore** • Calorimetria • legge di Dulong e Petit, temperatura di Debye • Trasmissione del Calore • Equazione di Fourier • Legge di Stefan-Boltzmann • Corpo Nero • Legge di Wien
§ **Trasformazioni termodinamiche** • Trasformazioni reversibili ed irreversibili • Lavoro • Cicli • Espansione libera
§ **Primo Principio della Termodinamica** • Esperienza di Joule • Energia interna
§ **Secondo Principio della Termodinamica** • Enunciati del Secondo Principio • Ciclo di Carnot • Temperatura assoluta • Rendimento delle macchine • Ciclo di Otto, Diesel, Stirling • Teorema di Clausius • Entropia • Integrale di Clausius • Grado di irreversibilità • Qualità dell'energia • Diagramma entropico
§ **Gas reali** • Isoterma critica, punto critico, passaggi di stato • Equazione di stato dei gas reali • Sviluppo del viriale, Equazione di Van der Waals • Punto triplo, isoterma tripla
§ **Funzioni termodinamiche** • Entalpia, energia libera, entalpia libera • Equazioni di Maxwell per la termodinamica
§ **Teoria cinetica** • Gas ideali • Interpretazione microscopica della pressione, temperatura • Distribuzione di Maxwell • Equipartizione dell'energia • Probabilità, disordine, Teorema di Nernst e interpretazione statistica dell'entropia
§ **Pompe** • Portata volumetrica, di massa, velocità di pompaggio, tempo di svuotamento • Pompe da vuoto, vacuometri

Livello della trattazione: M.Zemansky, Calore e termodinamica. C. Mencuccini - V. Silvestrini, Fisica I - Meccanica , Termodinamica (Casa Editrice Ambrosiana).

Elettromagnetismo

§ **Elettrostatica nel vuoto** • Campo elettrico • Flusso del campo elettrico e Teorema di Gauss • Teorema della divergenza • Prima Equazione di Maxwell • Potenziale elettrostatico • Dipolo elettrico • Teorema di Stokes e rotore del campo elettrico
§ **Conduttori** • Teorema di Coulomb • Capacità, matrice di capacità • Energia elettrostatica • Pressione elettrostatica • Equazione di Poisson • Metodo delle cariche immagini
§ **Dielettrici** • Polarizzazione • Funzione di Langevin • Suscettività elettrica, relazione di Clausius-Mossotti • Elettrostatica in presenza dei dielettrici • Vettore di spostamento elettrico
§ **Correnti continue** • Corrente elettrica • Vettore densità di corrente elettrica • Equazione di continuità • Leggi di Kirchhoff • Legge di Ohm, effetto Joule, circuiti in regime quasi-stazionario
§ **Campo magnetico nel vuoto** • Seconda legge di Laplace, Forza di Lorentz • Sincrotroni e ciclotroni • Teorema di Equivalenza di Ampère • Prima formula di Laplace, legge di Biot e Savart • Seconda Equazione di Maxwell • Teorema della circuitazione di Ampère • Quarta Equazione di Maxwell • Potenziale magnetostatico scalare • Potenziale vettore • Forze tra circuiti • Effetto Hall
§ **Campo magnetico nella materia** • Modello atomico e spin, fattore giromagnetico • Magnetostatica nella materia, diamagneti, paramagneti, ferromagneti • Momento magnetico di Larmor • Circuiti magnetici • Elettromagneti
§ **Campi lentamente variabili** • Trasformazioni relativistiche dei campi • Legge di Faraday Neumann • Legge di Lenz • Flusso concatenato • Terza Equazione di Maxwell non stazionaria • Induttori • Quarta Equazione di Maxwell non stazionaria

§ **Circuiti in corrente alternata** • Circuiti RLC • Trasformatori

§ **Campi rapidamente variabili e onde elettromagnetiche** • Equazioni di Maxwell • Vettore di Poynting • Potenziali elettrodinamici, trasformazioni di gauge, gauge di Lorentz e di Coulomb • potenziali ritardati • Irraggiamento di un dipolo elettrico, formula di Larmor

§ **Trasformazioni di Lorentz dei campi** • Covarianza relativistica • Forma covariante delle equazioni dell'elettrodinamica

Livello della trattazione: Mencuccini-Silvestrini, Fisica 2, Elettromagnetismo e Ottica (Ed. Ambrosiana)

Ottica

§ **Polarizzazione** • Rappresentazione vettoriale

§ **Rifrazione e Riflessione** • Legge di Snell, relazioni di Fresnel, riflessione totale

§ **Interferenza** • Interferometri di Young, Michelson, Fabry-Perot, coerenza, grado di coerenza

§ **Diffrazione** • Regime di Fresnel, regime di Fraunhofer

§ **Dielettrici e Metalli** • Dispersione, assorbimento, materiali anisotropi

Livello della trattazione: Grant R. Fowles, Introduction to Modern Optics, Dover Publications Inc., New York

Laboratorio di Fisica

§ **Grandezze fisiche** • Misure dirette e indirette • Incertezze di misura casuali ed errori sistematici • Tabelle, grafici e loro uso, istogrammi

§ **Analisi statistica dei dati sperimentali** • Propagazione delle incertezze • Inferenza statistica • Stima dei parametri • Fit, test di ipotesi, metodo del Chi²

Livello della trattazione: J. Taylor "Introduzione all'analisi degli errori", Zanichelli.

FIS02 – Fisica Teorica

Meccanica classica e relativistica

§ **Equazioni del moto, formulazione Lagrangiana** • Funzione di Lagrange • Principio variazionale

§ **Equazioni del moto, formulazione Hamiltoniana** • Funzione Hamiltoniana • Parentesi di Poisson • Trasformazioni canoniche • Equazione di Hamilton-Jacobi

§ **Relatività ristretta** • Trasformazioni di Lorentz • Cinematica relativistica

Livello della trattazione: H. Goldstein, Meccanica, Zanichelli; L.D. Landau e E.M. Lifshitz, Meccanica e Teoria dei Campi, Editori Riuniti.

Meccanica quantistica

§ **Corpo nero** • Fotoni e distribuzione di Planck

§ **Esperienza di Rutherford, effetto fotoelettrico e effetto Compton**

§ **Interpretazione probabilistica della misura e osservabili in meccanica quantistica**

§ **Equazione di Schrödinger e stati stazionari**

§ **Problemi unidimensionali** • Buca, gradino e barriera di potenziale • Corrente di probabilità • Effetto tunnel

- § **Spazi di Hilbert e stati quantistici** • Spettro continuo • Funzione δ di Dirac • Osservabili • Operatori di proiezione • Relazioni di indeterminazione
- § **Momento angolare e rotazioni** • Composizione di momenti angolari • Coefficienti di Clebsch-Gordan
- § **Equazione di Schrödinger in tre dimensioni** • Potenziali centrali • Armoniche sferiche • Atomo di idrogeno
- § **Oscillatore armonico quantistico in una due e tre dimensioni**
- § **Spin e momento magnetico** • Interazione spin-orbita
- § **Particelle identiche** • Fermioni e Bosoni • Statistiche quantistiche • Principio di esclusione di Pauli • Interazione di scambio
- § **Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo**
- § **Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo** • Regola d'oro di Fermi

Livello della trattazione: J.J. Sakurai, Meccanica Quantistica Moderna, Zanichelli; S. Weinberg, Lectures in Quantum Mechanics, Cambridge; L.D. Landau e E.M. Lifshitz, Meccanica Quantistica non-relativistica, Editori Riuniti.

Meccanica statistica

- § **Calcolo delle probabilità** • Distribuzioni binomiale, Poisson e Gauss • Legge dei grandi numeri • Teorema del limite centrale
- § **Entropia** • Teorema di equipartizione • Gas ideale
- § **Ensamble microcanonico** • Medie temporali di osservabili • Ipotesi ergodica
- § **Ensamble canonico** • Funzione di partizione • Equivalenza con insieme microcanonico
- § **Gas ideale classico** • Statistica di Maxwell-Boltzmann • Distribuzione di Maxwell
- § **Ensamble gran-canonico** • Fluttuazione del numero di particelle • Funzioni termodinamiche
- § **Gas quantistici** • Energia di Fermi • Calore specifico • Condensazione di Bose-Einstein

Livello della trattazione: K. Huang, Statistical Mechanics, Wiley; L.D. Landau e E.M. Lifshitz, Fisica Statistica, Editori Riuniti.

FIS03/04 – Struttura della Materia / Fisica Nucleare e Subnucleare

Fisica atomica

- § **Esperimenti storici** (Franck-Hertz, Stern-Gerlach,...) • Spettri atomici
- § **Atomo di idrogeno** • Equazione di Schroedinger • Teoria perturbazioni indipendenti dal tempo.
- § **Interazione radiazione-materia** • Regola d'oro di Fermi • Assorbimento ed emissione stimolata • Approssimazione di dipolo • Emissione spontanea e coefficienti di Einstein.
- § **Campi magnetici ed elettrici statici** • Effetto Stark • Regimi di Zeeman, Paschen-Bach, Zeeman anomalo • Regole di selezione.
- § **Atomi a più elettroni** • Principio di Pauli • Elettroni interagenti, campo elettrostatico medio • Screening e approccio alla Hartree • Atomi alcalini.
- § **Atomi a 2 elettroni** • Simmetrie della funzione d'onda • Interazione di Scambio • Ortoelio e paraelio.

Fisica molecolare

§ **Molecole biatomiche** • Approssimazione di Born e Oppenheimer • Lo ione molecolare H_2^+ • La molecola di idrogeno H_2 • Approssimazione LCAO • Dinamica nucleare • Principio di Frank-Condon • Molecole biatomiche eteronucleari • Molecole biatomiche con più di un elettrone.
§ **Molecole poliatomiche** • Molecole poliatomiche cicliche.

Fisica dei solidi

§ **Dalle molecole ai solidi** • Catena lineare • Tight binding a primi vicini.
§ **Bande di energia** • Densità degli stati. Energia di Fermi. Superficie di Fermi • Conducibilità elettrica. Massa efficace.
§ **Elettrone libero** • Modelli di Drude e Sommerfeld. Gas di Fermioni. Calore specifico elettronico.

Livello della trattazione: Bransden B.H., Joachain C.J., Physics of atoms and molecules, Longman London and New York - N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid State Physics, Saunders, Philadelphia 1976.

Fisica Nucleare e delle particelle

§ **Esperimenti di scattering** • Sezione d'urto • Rate • Flusso
§ **Interazione radiazione-materia** • Perdita di energia nella materia delle particelle cariche
• Formula per $-dE/dx$
§ **Detectors**
§ **Nuclei e potenziale di Yukawa** • Il pione • Nucleoni e Isospin • Formula di Weizsäcker • Decadimenti α, β, γ
§ **Raggi cosmici** • Positroni • Muoni
§ **Particelle strane** • Kaoni • Iperoni
§ **Acceleratori di particelle**
§ **Neutrini** • Oscillazioni
§ **Simmetrie discrete P, C, T** • Violazione della parità
§ **Risonanze adroniche** • Modello a quark

Livello della trattazione: R.H. Cahn and G. Goldhaber, The experimental Foundations of Particle Physics, Cambridge University Press.

INF – Informatica

Laboratorio di calcolo

§ **Linguaggio C** • istruzioni fondamentali (iterazioni, array, puntatori, funzioni, variabili carattere e stringhe) • metodi numerici (interpolazione, integrazione numerica, soluzione di equazioni differenziali)

Laboratorio di Fisica Computazionale 1

§ **Equazioni differenziali ordinarie** • Integrazione con condizioni iniziali • Metodo di Eulero e di Eulero-Cromer • Studio dell'errore di integrazione e della stabilità.
§ **Gestione input/output** • stdin • stdout • stderr
§ **Metodi di integrazione** • Reversibilità nel metodo di Eulero-Cromer e di Verlet
§ **Implementazioni** • Oscillatore armonico • Pendolo • Moto planare • Equazioni accoppiate
§ **Metodi di Runge-Kutta del II e IV ordine**
§ **Compilazione condizionale e funzioni macro.**

- § **Allocazione dinamica di memoria** • malloc() • calloc() • realloc(), free(), sizeof()
- § **Cammini aleatori** • Moto browniano • Random Walk • Gas reticolare
- § **Generazione di numeri casuali** • Metodo congruenze • Inversione cumulata • Accetta/rifiuta
- § **Generatori notevoli** • Funzioni di libreria del C per numeri casuali
- § **Istogrammi di variabili stocastiche**
- § **Gestione di liste** • Dizionari • Clusterizzazione • percolazione

Livello della trattazione: Barone, Marinari, Organtini & Ricci-Tersenghi, Programmazione Scientifica, Pearson; Press, Teukolsky, Vetterling & Flannery, Numerical Recipes in C, Cambridge University Press

