

Programma per i colloqui

Iscrizione alla Magistrale in Astronomia e Astrofisica

FIS05 — Astronomia e Astrofisica

Astronomia

- § **Pianeti del sistema Solare** • Pianeti nani • Asteroidi • Comete
- § **Coordinate Celesti** • Coordinate Equatoriali, Eclittiche e Galattiche • Perturbazioni alle coordinate: Precessione, Nutazione, Parallasse, Aberrazione, Rifrazione.
- § **Stima delle distanze** • Parallasse lunare e stellare
- § **Scala delle Magnitudini** • Flusso e Luminosità • Magnitudine apparente e assoluta • Sistema Johnson
- § **Esopianeti** • Metodi di rivelazione
- § **Stelle** • Diagramma di Hertzsprung-Russell • Permanenza in sequenza principale • Evoluzione post-sequenza • Stadi finali stelle tipo Sole
- § **Stelle variabili** • Variabili RR Lyrae • Variabili Cefeidi • Ammassi globulari
- § **Sistemi di stelle Binarie** • Binarie Visuali, Spettroscopiche e ad Eclissi

Livello della trattazione: Universe, R. Freedman and W. Kaufmann, Editor W.H.Freeman and Co., New York

Astrofisica e cosmologia

- § **Nozioni introduttive** • Spazio e tempo, massa ed energia, particelle elementari ed interazioni fondamentali • Osservabili astrofisiche • Corpo nero • Radiazione termica e non termica
- § **Stelle** • Reazioni di fusione nucleare • Equazioni dell'equilibrio stellare • Casi degeneri
- § **Atmosfere stellari** • Temperatura effettiva, di eccitazione, di ionizzazione, cinetica e di colore • Processi di emissione ed equazione del trasporto radiativo
- § **Materia Interstellare** • Regioni HII • Scattering Thomson e Compton • Scattering Rayleigh • Polvere interstellare
- § **Galassie** • Riga a 21 cm • Curve di rotazione e materia oscura in galassie e ammassi • Altre evidenze di materia oscura • Diagramma di Hubble
- § **Cosmologia** • Redshift cosmologico • Isotropia, omogeneità e legge di Hubble • Equazione di Friedmann • Composizione ed evoluzione dell' universo • Fondo cosmico di microonde • Eta' dell' universo, equivalenza, ricombinazione • Paradosso degli orizzonti e della piattezza • Nucleosintesi primordiale

Livello della trattazione: Universe, R. Freedman and W. Kaufmann, Editor W.H.Freeman and Co., New York. An introduction to modern astrophysics, Bradley W. Carroll, Dale A. Ostlie, Addison Wesley, 1996. Fundamentals of Cosmology, James Rich, Springer, 2001

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