

ARGOMENTI DI CULTURA ASTROFISICA GENERALE

Questa raccolta di argomenti di fisica e astrofisica vorrebbe aiutare lo studente di dottorato - o l'aspirante tale - a fare mente locale sui concetti che formano la base culturale di un astrofisico. Il tipo di conoscenza richiesto non è quello dettagliato e caratteristico di uno studio finalizzato a superare un esame, né quello puramente mnemonico. Ciò che si richiede è piuttosto una conoscenza operativa degli argomenti: sapere che un fenomeno esiste, come funziona, dove si osserva, a cosa serve. Ricordarne l'equazione è a volte necessario, ma in generale è meno importante che saperci ragionare sopra. Una conoscenza pratica di questi concetti di base, troppo spesso dimenticati dopo gli studi universitari, permette di sostenere con più scioltezza una qualsiasi conversazione scientifica con un collega, di rispondere con più sicurezza a una domanda fatta ad un talk, e in ultima analisi di fare ricerca in modo più competente e con una visione a più ampio spettro della realtà naturale.

I - BASI DI MATEMATICA E FISICA

- Variabili casuali, media, varianza, momenti
- Distribuzione Binomiale, Poissoniana, Gaussiana
- Principio dei minimi quadrati
- Sviluppo in serie di Taylor
- Serie e Trasformate di Fourier

- Le forze fondamentali della natura
- Dimensioni delle grandezze fisiche
- Energia cinetica, potenziale, termica
- Momento lineare, momento angolare orbitale e intrinseco
- Principi della termodinamica
- Spazio delle fasi
- Teorema del viriale
- Campo gravitazionale, campo elettromagnetico
- Equazioni di Maxwell
- Scattering Thomson e Compton, radiazione di sincrotrone, free-free
- Emissione di corpo nero e planckiana
- Pressione di radiazione
- Riflessione, rifrazione, interferenza, diffrazione, aberrazioni ottiche
- conduzione, convezione, irraggiamento, diffusione
- Principio di Indeterminazione di Heisenberg
- L'atomo di Bohr
- Meccanismo LASER / MASER

- Spazio e tempo in relatività galileiana, speciale, generale
- Contrazione delle lunghezze e dilatazione dei tempi in relatività speciale
- Effetto Doppler classico e relativistico
- Paradosso dei gemelli
- Aberrazione della luce
- Principio di Equivalenza

II - ASTRONOMIA DI BASE

- Definizione di magnitudine
- Definizione di sistema fotometrico
- Brillanza superficiale
- Isofote, raggio efficace di una galassia

- Parallasse astronomica
- Modulo di distanza
- Scala delle distanze in Astronomia
- Interpretazione del redshift in Astrofisica
- Criterio di Jeans
- Limite di Eddington

- Fundamental e Local Standard of Rest; ellissoide delle velocità
- Moto solare, apice solare
- Moti propri stellari e velocità radiali
- Formule di Oort e curva di rotazione della Via Lattea
- Raggio del core e raggio mareale in un ammasso stellare

- Classificazione spettrale delle stelle e sua interpretazione
- Cause di opacità e di emissione nel continuo
- Righe di emissione, assorbimento e proibite
- Transizioni molecolari
- Parametri fisici che si ricavano dalla misura della riga 21 cm dello HI
- Cause di allargamento delle righe
- Misura di pressione, temperatura e gravità in un'atmosfera stellare
- Leggi di assorbimento interstellare e reddening

- Lensing gravitazionale

- Telescopi radio, infrarossi, ottici, X

III - SISTEMA SOLARE E PIANETI EXTRASOLARI

- Albedo
- Leggi di Keplero
- Problema dei due corpi
- Parametri principali del Sole e dei pianeti (masse, distanze, periodi,...)
- Lobi di Roche e punti lagrangiani
- Nube di Oort, fasce di Kuiper
- Velocità di fuga: rilevanza per le atmosfere planetarie
- Tecniche di ricerca di pianeti extrasolari

IV - STELLE E MEZZO INTERSTELLARE

- Gas perfetto e degenerare
- Legge di Stefan, legge di Wien
- Leggi di Boltzmann e Saha
- Temperatura di colore
- Reazioni termonucleari: difetto di massa; catena pp, ciclo CNO, catena 3 alpha

- Funzione iniziale di massa
- Popolazioni I e II
- Ammassi aperti e globulari

- Leggi dell'equilibrio stellare; trasporto radiativo e convettivo
- Tracce evolutive e isocrone
- Linea di Hayashi

- Principali rami nel diagramma HR e loro interpretazione
- Legge Massa-Luminosità in sequenza principale
- RR-Lyrae, Cefeidi, Nebulose planetarie, SN
- Massa di Chandrasekhar e nane bianche
- Massa di Oppenheimer-Volkhoff; stelle di neutroni e buchi neri

- Proprietà del mezzo interstellare (gas ionizzato, atomico, molecolare, polveri; densità e temperature tipiche)

V - GALASSIE E MEZZO INTERGALATTICO

- Parametri principali delle galassie (masse, dimensioni, velocità tipiche...)
- Classificazione morfologica delle galassie (Hubble, de Vaucouleurs, van den Bergh)
- Nuclei Galattici Attivi: radiogalassie, quasar, galassie Seyfert, blazar
- Materia oscura nelle galassie
- Morfologia e proprietà delle galassie del Gruppo Locale

- Profili fotometrici di ammassi stellari e galassie.
- Curva di rotazione, velocità di sistema
- Determinazione della massa delle galassie
- Rapporto massa-luminosità
- Funzione di luminosità delle galassie

- Relazioni di scala per le galassie (colore-magnitudine, Faber-Jackson, Tully-Fisher, piano fondamentale, MBH-sigma, MBH-luminosità)

- Evoluzione chimica delle galassie

VI - AMMASSI DI GALASSIE E COSMOLOGIA

- Ammassi di galassie: classificazione e proprietà
- Distribuzione di materia oscura, gas e galassie in ammassi di galassie
- Tempo di free-fall
- Misure di massa in ammassi di galassie

- Contenuto dell'universo: tipi di materia e radiazione
- Legge di Hubble
- Fondo cosmico di microonde: origine, spettro
- Principio Cosmologico e metrica di Robertson-Walker
- Universi di Friedmann: geometrie curve; tipi di espansione
- Universi con costante cosmologica: geometria ed espansione accelerata
- Parametri cosmologici e loro misura
- Orizzonte cosmologico e degli eventi
- Storia termica dell'universo; ere della radiazione e della materia, ricombinazione dell'idrogeno
- Nucleosintesi cosmologica
- Problemi del modello standard del Big Bang e soluzione inflazionaria

- Varianza di massa, funzione di correlazione e spettro di potenza
- Anisotropie del fondo cosmico di microonde: interpretazione
- Effetto Sunyaev-Zeldovich