

# **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN FISICA E ASTROFISICA**

*Anno Accademico 2009-2010*

## **PROGRAMMA del corso di ASTROFISICA**

### **1. Richiami di meccanica dei fluidi**

Descrizione euleriana e lagrangiana

Equazioni fondamentali della meccanica dei fluidi perfetti

Moti stazionari. Teorema di Bernoulli

Equazione dell'energia. Cenni sui fluidi viscosi

### **2. Studio generale delle onde lineari**

Linearizzazione delle equazioni fluide

Equazione generale di propagazione con gravità

Onde sonore

Metodo di Fourier

Relazione di dispersione: mezzi dispersivi e non

Velocità di fase e di gruppo

### **3. Onde in un'atmosfera con gravità**

Caso isoterma: propagazione verticale e obliqua

Frequenze di taglio e di oscillazione

Modi p e modi g

### **4. Eliosismologia**

Osservazioni e loro interpretazione

Oscillazioni adiabatiche radiali di una sfera autogravitante

Richiami sulle equazioni di Sturm Liouville

Soluzione formale per gli autovalori e condizioni di stabilità

Oscillazioni adiabatiche radiali di una sfera omogenea:  
determinazione dello spettro in frequenza

## **5. Onde non lineari**

Caso isentropico unidimensionale

Curve caratteristiche e invarianti di Riemann

Costruzione della soluzione

Onde semplici: formazione di discontinuità

Onde d'urto: relazioni di Rankine-Hugoniot

Condizioni di salto in funzione del numero di Mach

Shock forti

## **6. Stelle compatte**

Fasi avanzate dell'evoluzione stellare

Stelle degeneri: nane bianche e stelle di neutroni

Stelle di neutroni: struttura e proprietà

Pulsars: scoperta e fenomenologia

Perdita di energia per irraggiamento elettromagnetico e gravitazionale

La Nebulosa del Granchio : accelerazione di particelle

## **7. Supernove e residui di supernova**

Fenomenologia: supernove di Tipo I e di Tipo II

Descrizione teorica delle SN II: implosione ed esplosione

Dinamica dell'esplosione e sua varie fasi

Discussione della fase di Sedov-Taylor

## **8. Regioni H II**

Fenomenologia: sfera di Stromgren

Dinamica delle Regioni H II

Fronte di ionizzazione e sua evoluzione

## **9. Accrescimento e perdita di massa**

Interazione di una stella con l'ambiente circostante

Stime energetiche. Luminosità di Eddington

Le equazioni per l'accrescimento sferico stazionario

Soluzione di Bondi e discussione  
Perdita di massa nel Soe e nelle stelle  
Soluzione statica di Chapman per la corona solare  
Soluzione di Parker per il vento solare  
Fenomenologia del vento solare.  
Modelli a due fluidi (cenni)

## **10. Trasferimento di massa nei sistemi binari**

Dinamica dei sistemi binari. Il problema ristretto dei tre corpi.  
Potenziale di Roche. Punti lagrangiani.  
Trasferimento di massa per efflusso da L1  
Formazione di dischi di accrescimento  
Trasporto di momento angolare in un disco sottile: effetto della viscosità. Modello di Shakura e Sunyaev  
Stima della temperatura e della luminosità in un disco sottile  
Spettro della radiazione emessa da un disco sottile  
Emissione di onde gravitazionali  
La pulsar di Hulse e Taylor

## **11. Processi radiativi nel continuo**

Cenni all'approccio quantistico e ai diagrammi di Feynman  
Descrizione classica della radiazione  
Formula di Larmor, sezione d'urto Thomson, spettro della radiazione  
Scattering coulombiano: calcolo approssimato del campo elettrico irradiato e dello spettro  
Bremsstrahlung per una particella e un insieme di particelle  
Radiazione di sincrotrone: forma e caratteristiche del segnale ricevuto  
Radiazione di sincrotrone: spettro di una particella e di un insieme di particelle. Applicazione allo spettro della Nebulosa del Granchio  
Effetto Compton ed effetto Compton inverso: applicazioni astrofisiche

## **12. Complementi di cosmologia**

Richiamo dei concetti fondamentali della cosmologia: omogeneità e isotropia, legge di Hubble, coordinate comoventi, metrica di Robertson-Walker

Equazioni di Friedmann e loro soluzione

Il Modello Standard

Storia termica dell'Universo

Propagazione della luce nell'Universo in espansione: orizzonte

Aspetti critici del Modello Standard: i problemi dell'omogeneità, della piattezza, della coincidenza ed il valore della costante cosmologica

Cenni sui modelli inflazionari come possibile soluzione

## **TESTI CONSIGLIATI (riferiti ai capitoli del programma)**

### **Carroll & Ostlie : Modern Astrophysics**

*Testo di carattere generale: da consultarsi in particolare per i Cap.7 e 10*

### **Landau & Lifschitz: Fluid Mechanics**

*Cap. 1 e 5*

### **Vietri: Astrofisica delle Alte energie**

*Cap. 1, 5, 7, 9, 10*

### **Rosswog & Brueggen: Introduction to High-Energy Astrophysics**

*Cap. 6, 7, 9, 11*

**Shapiro & Teukolsky: Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars**

*Cap 6, 9*

**Raine & Thomas: Introduction to the Science of Cosmology**

*Cap 12*

**Appunti in rete ([www.arcetri.astro.it/~chiuderi](http://www.arcetri.astro.it/~chiuderi))**

*Cap 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10,11, 12*