



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

## ELEMENTOS DE ASTROFÍSICA TEÓRICA

VIGENTE DESDE EL AÑO 2005

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA

CARGA HORARIA SEMANAL: 4 HORAS DE TEORÍA Y 2 HORAS DE PRÁCTICA

CARÁCTER: SEMESTRAL

PROFESOR A CARGO: DR. PABLO M. CINCOTTA

CONTENIDO TEMÁTICO:

### 1. ECUACIÓN DE ESTADO

Revisión de conceptos de termodinámica. Gases ideales. Proceso politrópico: casos límite. Mezcla de gases: peso molecular medio. Radiación y materia. Comportamiento adiabático de una mezcla de gas ideal y radiación. Materia degenerada. Estadística de Maxwell-Boltzmann, Fermi-Dirac y Einstein-Bose. Degeneración completa. Diagrama  $\log T - \log \rho$ .

### 2. TEORÍA DE POTENCIAL

Ley de Newton y campo gravitatorio. Potencial escalar y vectorial. Potencial gravitatorio. Ley de Gauss. Ecuación de Laplace y Poisson. Energía potencial gravitatoria. Potencial de un sistema esférico. Modelos de potenciales representativos de sistemas estelares. Parámetros.

### 3. HIDRODINÁMICA

Ecuación de continuidad y de Euler. Formulación de Lagrange y de Euler. Perturbaciones a fluidos homogéneos no autogravitantes: ondas sonoras. Perturbaciones a fluidos homogéneos autogravitantes: inestabilidad de Jeans. Longitud de onda y masa de Jeans. Interpretación astrofísica.

### 4. INTRODUCCIÓN A LA ESTRUCTURA ESTELAR

Escalas de tiempo. Ecuaciones básicas de equilibrio hidrostático. Cota para la presión central. Teorema de Virial. Aplicaciones. Escala de distancias en las atmósferas. Modelos estelares simples: modelo lineal y politrópico. Ecuación de Lane-Emden. Soluciones. Esfera isoterma.

### 5. ENANAS BLANCAS

Aspectos observacionales. Clasificación espectral. Gas de Fermi a  $T=0$ : densidad de partículas, impulso, presión y densidad de energía. Casos relativista, no-relativista y ultra-relativista. Diagrama  $\log T - \log \rho$  para las estrellas. La ecuación de Chandrasekhar, casos límites. Masa de Chandrasekhar. Relación masa-radio.

### 6. TRANSPORTE DE ENERGÍA

Transporte radiativo. Acoplamiento materia-radiación. Descripción macroscópica del campo de radiación. Intensidad específica, intensidad media, flujo y presión de radiación. Densidad de energía. Opacidad y emisividad. Principales mecanismos de absorción continua. Coeficientes de opacidad y emisividad. Ecuación de transporte radiativo. Geometría plana y esférica. Solución formal. Equilibrio termodinámico, opacidad media de Rosseland. Límite de Eddington para la luminosidad. Equilibrio termodinámico local I. Equilibrio radiativo. Modelos simplificados de atmósferas. Modelo de atmósfera gris. Aproximación de Eddington. Ley de oscurecimiento al borde. Equilibrio termodinámico local II. Líneas, perfiles. Tratamiento del transporte convectivo. Criterio de estabilidad de Schwarzschild. Energía transportada por convección.



### **7. FUENTES DE ENERGÍA NUCLEAR**

Reacciones nucleares. Cinemática de la reacción. Energía involucrada en una reacción. Sección eficaz y rate de la reacción. Rate de reacciones no resonantes. Factor de Gamow. Liberación de energía termonuclear.

### **8. COSMOLOGÍA NEWTONIANA**

Corrimiento al rojo de las galaxias y expansión del Universo. Ley de Hubble. Principio cosmológico. Modelo cosmológico Newtoniano. Densidad crítica. Soluciones para  $\Omega < 1$ ,  $\Omega = 1$  y  $\Omega > 1$ , interpretación de las soluciones.

### **9. ÓRBITAS ESTELARES**

Órbitas en potenciales esféricos. Solución general. Períodos radial y azimutal. Órbitas periódicas, resonancias. Aproximación epicíclica. Órbitas en potenciales sin simetría central. Órbitas loop y box. Superficies de sección. Nociones de integrabilidad y no integrabilidad del potencial.

### **10. EQUILIBRIO DE SISTEMAS SIN COLISIONES**

Tiempo de relajación. Ecuación de Boltzmann sin colisiones. Interpretación física. Teorema de Jeans. Distribuciones dependientes sólo de la energía y el momento angular.

### **11. FORMACIÓN DE GALAXIAS (Optativo)**

Fluctuaciones y contraste de densidad. Inestabilidad de Jeans en un medio en expansión. Soluciones aproximadas.

### BIBLIOGRAFÍA:

- Binney, J. y Tremaine, S., 1987, Galactic dynamics (Princeton U.P.)  
Bowers, R. y Deming, T., 1984, Astrophysics Vols. I y II (Boston: Jones and Barlet) (básico)  
Chandrasekhar, S., 1939, An introduction to the study of stellar structure (Chicago: Chicago U.P.)  
Chandrasekhar, S., 1960, Radiative Transfer (New York: Dover)  
Clayton, D., 1968, Principles of stellar evolution and nucleosynthesis ((New York: McGraw Hill)  
Kippenhahn, R. y Weigert, A., 1991, Stellar Structure and Evolution (Berlin: Springer-Verlag)  
Mihalas, D., 1978, Stellar Atmospheres (San Francisco: Freeman)  
Schwarzschild, M., 1958, The structure and evolution of the stars (Princeton: Princeton U.P.)