



PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

INTERIORES ESTELARES

VIGENTE DESDE EL AÑO 2007

CARRERA: LICENCIATURA EN ASTRONOMÍA

CARGA HORARIA SEMANAL: 4 HORAS DE TEORÍA Y 3 HORAS DE PRÁCTICA

CARÁCTER: ANUAL

PROFESOR TITULAR: DR. OMAR BENVENUTO

CONTENIDO TEMÁTICO:

Parte 1: El Diagrama de Hertzsprung-Russell (HR) y su significado estadístico. El diagrama HR de cúmulos abiertos y globulares. Abundancias de los elementos químicos en el Universo. Los neutrinos y su relevancia en astrofísica. Detectores de neutrinos. Observaciones del Sol y la supernova SN1987A en neutrinos. Objetos compactos asociados a los remanentes de supernovas.

Parte 2: Equilibrio termodinámico. Variables Termodinámicas intensivas y extensivas. Transformaciones Termodinámicas. Primer principio de la Termodinámica. Calores específicos. Procesos adiabáticos. Segundo principio de la Termodinámica. La Entropía y su significado estadístico. Energías libres de Helmholtz y de Gibbs. Procesos Termodinámicos con intercambio de partículas. El Equilibrio termodinámico respecto de las abundancias.

Parte 3: La Mecánica Estadística a partir del postulado de la Entropía estadística. Ensamblés microcanónico, canónico y gran canónico. La función de partición y su conexión con el potencial termodinámico. El principio de exclusión de Pauli. Estadísticas de Fermi – Dirac, de Bose – Einstein y de Boltzmann. El gas ideal no degenerado. La ley de Saha. El gas de Fermi. Integrales de Fermi. El lema de Sommerfeld para gases parcialmente degenerados. Interacciones Coulombianas: Teorías de Debye – Hückel y de Wigner – Seitz. Ionizaciones y calores específicos: el caso del Hidrógeno. El gas de fotones. Procesos adiabáticos para un gas de partículas y fotones.

Parte 4: Las ecuaciones de continuidad y de equilibrio hidrostático. Condiciones de borde. Esferas politrópicas. Teoría de las enanas blancas. La masa límite de Chandrasekhar. Estrellas de Neutrones.

Parte 5: Ecuación de conservación de la energía. Transporte de energía. Transporte radiativo. La opacidad de Rosseland. Procesos de absorción y de scattering. Scattering Thompson. Opacidades debidas a transiciones atómicas. La teoría cuántica de perturbaciones dependiente del tiempo. Reglas de selección. Transiciones ligado - ligado, ligado – libre: fotoionización del hidrógeno y libre – libre. Y libre – libre. Cálculos detallados de opacidad: Tablas OPAL. Transporte convectivo. El criterio de estabilidad de Schwarzschild y sus limitaciones. “Teoría” de la longitud de mezcla. Transporte conductivo. Ecuación de Boltzmann para un gas de Fermi apartado del equilibrio. Opacidad conductiva.

Parte 6.- Reacciones nucleares en los interiores estelares. Cinemática y energética reacciones nucleares. Reacciones resonantes y no – resonantes. Secciones eficaces. Cálculo de las tasas de las reacciones nucleares.

Parte 7.- El ciclo Protón – Protón (PP). Los subciclos PPI, PPII y PPIII. La abundancia de Deuterio y su importancia cosmológica. Emisión de neutrinos debida al ciclo PP. Las



ecuaciones de evolución química. Liberación de energía en el ciclo PP. El ciclo Carbono – Nitrógeno – Oxígeno (CNO). Subciclos CN y ON. Ecuaciones de evolución química. Liberación de energía en el ciclo CNO. Quema de Helio: la reacción triple alfa y la síntesis de carbono y oxígeno. Liberación de energía durante la quema de Helio. Procesos de quema de Carbono, Neón y Oxígeno.

Parte 8.- Solución de las ecuaciones diferenciales de la evolución estelar. El método de “Shooting” y su aplicabilidad. El método de Henyey (de diferencias finitas). Métodos para el cálculo de la evolución de las abundancias químicas. Simulación de procesos hidrodinámicos.

Parte 9.- Inestabilidad de Jeans. Fragmentación. Colapso inicial: el modelo de Larson. La línea de Hayashi: modelo teórico aproximado. Evolución en pre – secuencia principal de estrellas de diferentes masas. Quema de deuterio y litio. La llegada a la “Secuencia Principal de Edad Cero”. Objetos sub – estelares: enanas marrones y planetas gigantes.

Parte 10.- La secuencia principal de hidrógeno. Evolución estelar en secuencia principal. Estrellas masivas y de masas bajas. Estructura interna. Pérdida de masa. El proceso “Overshooting”: importancia e incertezas. La secuencia principal de Helio.

Parte 11.- Evolución post - secuencia principal de estrellas de masa intermedia. El gap de Hertzsprung. Formación de gigantes rojas. La aparición de “Loops” en los tracks evolutivos de estrellas frías. Pulsos térmicos. Formación y evolución de enanas blancas. Evolución post - secuencia principal de estrellas de masivas. Estructura estelar pre – supernova.

Parte 12.- Explosiones de supernova. Clasificación espectral. Ondas de choque. La adiabática de Chapman – Jouguet. Detonaciones y deflagraciones. Explosiones de supernova de tipo Ia. Explosiones de supernova por colapso gravitatorio. Rebote hidrodinámico. Revitalización por radiación de neutrinos.

Parte 13.- Formación de elementos pesados. Quema de silicio. Equilibrio estadístico nuclear. Procesos de captura de neutrones. Secciones eficaces. El proceso lento de captura de neutrones. Isótopos más abundantes: Núcleos mágicos. El proceso de captura rápida de neutrones.

BIBLIOGRAFÍA:

1. D. D. Clayton, 1968, “Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis”, Wiley.
2. R. Kippenhahn & A. Weigert, 1996, “Stellar Structure And Evolution” Springer.
3. S. Chandrasekhar, 1939, An Introduction to the Study of Stellar Structure. Univ. Of Chicago Press.
4. H. Y. Chiu, 1968, “Stellar Physics”, Blaisdell
5. E. Fermi, 1956, “Thermodynamics”, Dover
6. S. L. Shapiro & S. A. Teukolsky, 1983, “Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars: The physics of compact objects”, Wiley.
7. L. D. Landau & E. M. Lifshitz, 1959, “Fluid Mechanics”, Pergamon.