

Astrofísica II

Requisitos de la materia: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Cálculo III, Termodinámica, Mecánica Clásica II.

Descripción de la asignatura: Este curso es una consecuencia inmediata del correspondiente Astrofísica I y por lo tanto es complementario a éste, de manera que aborda los temas importantes que no pueden omitirse en esta área del conocimiento. Sus alcances van más allá de un curso introductorio y son la antesala a cursos especializados de un posgrado en astrofísica. Por tanto el estudiante tendrá una formación cercana a la de nivel maestría en astrofísica pero adquirirá una visión completa del tema de estudio, sus avances y principales problemas. Se abarcan temas como los interiores estelares, las atmósferas estelares y el medio interestelar.

Índice Temático:

1. **Ecuaciones de estructura estelar:** Ecuación de equilibrio hidrostático y de conservación de momento. Ecuación de conservación de energía. Ecuación de transporte de energía transporte por radiación y conducción estabilidad frente a perturbaciones teoría de transporte de energía por convección: teoría de longitud de mezcla. Semiconvección, "overshooting". Ecuación de evolución química.
2. **Física de los interiores estelares:** Ecuación de estado del material estelar: gas ideal. Ionización parcial. Radiación gas perfecto degenerado. Opacidad radiativa y conductividad electrónica. Producción de energía por reacciones nucleares: sección eficaz de colisión. Tasas de reacciones termonucleares. Los ciclos de combustión termonucleares: ciclo del hidrógeno (PP y CNO). Combustión del helio combustión de elementos pesados. Emisión de neutrinos
3. **Modelos de estructura estelar:** Teorema del virial. Relaciones de homología. Politropos. Modelo de Eddington. Estrellas convectivas. Estrellas supermasivas y presión de radiación. Envoltentes y modelos en el plano U-V. La línea de Hayashi. Diferencias entre estrellas de población I y II.
4. **Etapas de la evolución estelar:** Inestabilidad de nubes moleculares. Criterio de Jeans. Proto estrellas. Evolución hacia la secuencia principal. La secuencia principal. Evolución de estrellas de masa baja. La rama horizontal y la rama asintótica de las gigantes. La fase protonebulosa planetaria y evolución hacia las enanas blancas. Evolución de estrellas masivas. Evolución y colapso de supernovas tipo II y Ib. Explosión de supernovas Ia.
5. **Atmósferas estelares:** Terminología básica. Regiones de una atmósfera. El problema básico de la atmósfera: el acoplamiento entre la radiación y el gas. Importancia del estudio de las atmósferas para otras áreas de la astrofísica.
6. **El campo de radiación:** Los tres niveles de descripción (macroscópico, electromagnético, cuántico). La intensidad específica y sus momentos.
7. **La transferencia radiativa:** Interacción de la radiación con la materia (emisión y

absorción/dispersión). Opacidad, emisividad, función fuente, profundidad óptica. Ecuación de transporte y su solución. Momentos de la ecuación de transporte. El equilibrio radiativo. La aproximación de difusión.

8. **Fuentes de la Opacidad:** Opacidad del continuo y de las líneas. Teoría de transiciones ligada-ligada, relaciones de Einstein. Teoría de transiciones ligada-libre, relaciones de Einstein-Milne. Aplicación a hidrógeno (incluyendo transiciones libre-libre). Fuentes dominantes de la opacidad a diferentes frecuencias y temperaturas, contribución de H- , metales y dispersión.
9. **Modelos de atmósferas:** Modelos solares semi-empíricos. Aplicación a otras estrellas (modelos solares escalados).
10. **Medio Interestelar:** Condiciones físicas. Fases del Medio Interestelar. Halos de Galaxias. Medio Intergaláctico. Polvo interestelar. Propiedades radiativas del polvo. Composición y propiedades físicas del polvo.
11. **Regiones H I y H II:** Estado de ionización Calentamiento y enfriamiento La línea de 21 cm El polvo en las regiones H I. Líneas útiles para determinaciones de densidad, temperatura y abundancias químicas Corrección por extinción Propiedades físicas a partir del espectro en radio.

Bibliografía:

1. C. J., Hansen, & S.D., Kawaler, "**Stellar Interiors: Physical Principles, Structure and Evolution**", Springer, Berlin, 1994.
2. C.W.H. De Loore, & C. Doom, "**Structure and Evolution of Single and Binary Stars**", Kluwer, Dordrecht, 1992.
3. J.P. Cox & R.T., Giuli, "**Principles of Stellar Structure**", Gordon & Breach, New York, 1984.
4. D.F., Clayton, "**Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis**", Univ. of Chicago, Press, Chicago, 1983.
5. H.Y., Chiu, "**Stellar Physics**", Blaisdell, Waltham, 1968.
6. E. Böhm-Vitense, "**An Introduction to Stellar Astrophysics. Volume II: Atmospheres**", Cambridge University Press, Cambridge, RU, 1989.
7. S. Chandrasekhar, "**Radiative Transfer**", Dover, New York, 1960.
8. G. W. Collins, "**The Fundamentals of Stellar Astrophysics**", Freeman, New York, 1989.
9. L. Crivellari, I. Hubeny & D.G., Hummer, "**Stellar Atmospheres: Beyond Classical Models**", Kluwer, Dordrecht, Holanda, 1991.
10. D. Mihalas, "**Stellar Atmospheres**", 2da. Edición, Freeman, New York, 1987.
11. J.E. Dyson & D.A. Williams, "**The Physics of the Interstellar Medium**", Manchester University Press, 1980.
12. L. Spitzer Jr., "**Physical Processes in the Interstellar Medium**", John Wiley & Sons, 1987.

Planeación Educativa

Competencias a desarrollar:

Generales:

1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
2. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
3. Capacidad de comunicación oral y escrita.
4. Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
5. Capacidad de investigación.
6. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.
7. Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
8. Capacidad crítica y autocrítica.
9. Capacidad para actuar en nuevas situaciones.
10. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
11. Habilidad para trabajar en forma autónoma.
12. Compromiso ético.

Específicas:

1. Plantear, analizar y resolver problemas matemáticos y físicos mediante la utilización de métodos analíticos.
2. Identificar los elementos esenciales de una situación compleja, realizar las aproximaciones necesarias y construir modelos simplificados que la describan para comprender su comportamiento en otras condiciones.
3. Construir y desarrollar argumentaciones válidas, identificando hipótesis y conclusiones.
4. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos fundamentales y principios de la física clásica.
5. Desarrollar una percepción clara de que situaciones aparentemente diversas muestran analogías que permiten la utilización de soluciones conocidas a problemas nuevos.
6. Actuar con responsabilidad y ética profesional, manifestando conciencia social de solidaridad, justicia y respeto por el medio ambiente.
7. Demostrar hábitos de trabajo necesario para el desarrollo de la profesión tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
8. Buscar, interpretar y utilizar literatura científica.
9. Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y divulgación.
10. Demostrar disposición para enfrentar nuevos problemas en otros campos, utilizando sus habilidades específicas.
11. Plantear, analizar, y resolver problemas de matemáticas mediante la utilización de métodos analíticos.

12. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos del álgebra.

Resultados del aprendizaje	Actividades educacionales	TETEh	Evaluación
Ecuaciones de Estructura Estelar	Teóricas, Prácticas (5T+3P= 8 hrs.) Autoestudio	6 4	Examen escrito
Física de los interiores estelares.	Teóricas, Prácticas (2T+4P= 6 hrs.) Autoestudio	8 5	Examen escrito
Modelos de Estructura Estelar	Teóricas, Prácticas (7T+3P= 10 hrs.) Autoestudio	10 6	Examen escrito
Etapas de la Evolución Estelar	Teóricas, Prácticas (5T+2P=7 hrs.) Autoestudio	8 4	Examen escrito
Atmósferas Estelares	Teóricas, Prácticas (7T+0P= 7 hrs.) Autoestudio	7 5	Examen escrito
El campo de radiación	Teóricas, Prácticas (6T+2P=8 hrs.) Autoestudio	8 6	Examen escrito
Transferencia radiativa	Teóricas, Prácticas (6T+2P= 8 hrs.) Autoestudio	8 7	Examen escrito
Fuentes de Opacidad	Teóricas, Prácticas (7T+3P= 10 hrs.) Autoestudio	10 7	Examen escrito
Modelos de Atmósferas	Teóricas, Prácticas (6T+2P= 8 hrs.) Autoestudio	8 7	Examen escrito
Medio Interestelar	Teóricas, Prácticas (6T+0P= 6 hrs.) Autoestudio	7 4	Examen escrito
Regiones HI y HII	Teóricas, Prácticas (7T+3P= 10 hrs.) Autoestudio	9 6	Examen escrito

Total de horas de trabajo del estudiante: (64+24) horas presenciales + (63) horas de autoestudio= 151 hrs.

Número de Créditos: 9