

PROGRAMA DE CURSO ASTROFÍSICA DE ESTRELLAS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Astronomía (DAS)					
Nombre del curso	Astrofísica de estrellas	Código	3101	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Stellar Astrophysics</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	FI2004: Termodinámica/IQ2211: Termodinámica química					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes relacionen procesos físicos, incluyendo gravitación, termodinámica y radiación, para identificar y caracterizar las propiedades de las estrellas en términos de la formación, estructura, evolución y muerte estelar.

Al final del curso, los y las estudiantes serán capaces de extraer conclusiones y representar el estado evolutivo de conjuntos de estrellas, a partir del diagrama de Hertzsprung-Russel (HR) y de modelos de estructura estelar.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE1: Aplicar los conceptos básicos de la física para la descripción y modelamiento de fenómenos naturales desde un enfoque clásico, cuántico, estadístico, entre otros.

CE2: Formular y resolver ecuaciones que permiten describir y predecir el comportamiento de sistemas físicos y astrofísicos, utilizando herramientas analíticas y numéricas.

CE3: Aplicar fundamentos físicos al análisis e interpretación de fenómenos astronómicos complejos dentro del contexto de modelos existentes (estelares, galácticos, entre otros), usando un pensamiento crítico.

CG1: Comunicación académica y profesional

Leer de manera comprensiva, analítica y crítica en español. Asimismo, expresar de forma eficaz, clara, precisa e informada sus ideas, opiniones e indagaciones, adecuándose a diversas situaciones comunicativas académicas y profesionales, tanto en lo oral como en lo escrito.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés variados tipos de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos de acuerdo a las características de la audiencia.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE2	RA1: Utiliza teorías, leyes de interacción gravitacional en sistemas binarios, conceptos y modelos asociados a la interacción entre radiación y materia para determinar las propiedades globales, formación, evolución y muerte de una estrella.
CE3	RA2: Infiere y representa las propiedades de conjuntos estelares asociadas a etapas de la evolución estelar, considerando el diagrama de Hertzsprung-Russel (HR) y modelos de estructura estelar.
CE1, CE2, CE3	RA3: Usa conceptos, leyes, teorías y modelos analíticos aplicables a astrofísica estelar para analizar y describir las propiedades de las estrellas, tales como, rangos de masa, temperatura, luminosidad, edad, abundancia química, entre otros.
CE1, CE2	RA4: Resuelve ecuaciones y realiza cálculos de interiores estelares en aproximaciones simples, considerando las condiciones de equilibrio de fluidos autogravitantes, la generación y el transporte de energía.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1, CG2	RA5: Lee de manera analítica, en español e inglés, diversos textos y artículos de carácter científico, para adquirir, relacionar y aplicar conceptos, principios y teorías sobre astrofísica estelar.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1, RA2, RA3, RA5	Procesos físicos básicos y propiedades estelares	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Distancias estelares y paralajes, velocidad espacial, efecto Doppler y velocidad radial, movimientos propios. 1.2. Descripción del campo de radiación, intensidad específica de la radiación, invariancia de la intensidad específica. Flujo radiante, ley de cuadrado inverso, Ecuación de transferencia radiativa. 1.3. Radiación de cuerpo negro. La Ley de Planck y sus derivados. Temperatura efectiva. 1.4. Brillo aparente de las estrellas, escala de magnitudes. 1.5. Sistemas fotométricos, índice de color. Extinción telúrica e interestelar. 1.6. Clasificación espectral y de luminosidad: Diagrama de Hertzsprung-Russell (HR) y clases de luminosidad. 1.7. Sistemas Binarios, Leyes de Kepler, y relación masa-luminosidad.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Calcula distancias y movimientos estelares, usando paralaje, movimiento propio y velocidad radial. Utiliza la intensidad específica y el flujo radiativo y convectivo para describir el campo de radiación de una estrella. Aplica conceptos de interacción entre radiación y materia, para determinar las propiedades globales de una estrella. Usa cantidades fotométricas y espectroscópicas para describir y explicar algunas propiedades de las estrellas. Utiliza el diagrama HR para inferir las propiedades globales de una estrella. Usa las leyes de Kepler en órbitas estelares de sistemas binarios para relacionar masa, separación y velocidades. Lee de manera analítica, en español e inglés, textos y artículos para relacionar nuevos conceptos con tópicos sobre las propiedades estelares. 	
Bibliografía de la unidad		(1) Capítulos 2,3,5,7 y 8. (2) Capítulo 1.	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1, RA3, RA4, RA5	Estructura estelar	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>2.1. Átomos y la estructura del átomo hidrógeno.</p> <p>2.2. Ecuación Boltzmann - Saha, cantidad de átomos hidrógeno en un gas y su relación con regiones HII.</p> <p>2.3. Gas ideal: la importancia de presión, temperatura, y densidad de un gas, la opacidad.</p> <p>2.4. La presión radiativa: su importancia al interior de las estrellas.</p> <p>2.5. Transferencia radiativa y el modelo para transportar la energía del núcleo a la superficie.</p> <p>2.6. Las interacciones/colisiones de las partículas al interior de las estrellas. Opacidad.</p> <p>2.7. Procesos nucleares dentro las estrellas: fuente de la energía, la energía de ligazón, tasa de reacciones nucleares, efecto túnel, la barrera Coulomb, la cadena protón-protón, ciclo CNO, el proceso triple alfa.</p> <p>2.8. Ecuaciones estructurales de las estrellas: equilibrio hidroestático, ecuación de continuidad, equilibrio termal, modelos politrópicos y modelo Eddington. Enanas café y presión degenerada.</p> <p>2.9. Las atmósferas de las estrellas: la zona radiativa, la zona convectiva, la aproximación de Eddington.</p> <p>2.10. Campos magnéticos y rotación estelar: manchas estelares, rotación diferencial.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Utiliza modelos para describir los interiores de las estrellas, considerando su fuente y transporte de energía, y la importancia del gas y radiación para las estrellas. Resuelve ecuaciones de transferencia radiativa, considerando el modelo de transporte de la energía, desde el núcleo a la superficie. Identifica diversas manifestaciones de la actividad estelar en superficie, describiendo sus orígenes dados por la generación del campo magnético de estrellas. Utiliza el diagrama HR para inferir las propiedades globales de objetos sub-estelares. Lee de manera analítica, en español e inglés, textos y artículos científicos, relacionando nueva información con conocimientos que complementen el aprendizaje sobre estructura estelar. 	
Bibliografía de la unidad		<p>(2) Capítulos 2-6.</p> <p>(1) Capítulo 10.</p>	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1, RA2, RA3, RA5	Evolución estelar: desde su formación hasta su muerte	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>3.1. Relaciones teóricas entre la masa, el radio, la luminosidad y la temperatura en la secuencia principal (MS, por sus siglas en inglés).</p> <p>3.2. Diagrama HR: evolución en la MS, rango de la masa en la MS y la escala de tiempo en la MS.</p> <p>3.3. Formación estelar a partir de una nube de gas y polvo.</p> <p>3.4. La rama subgigante, la rama gigante roja, la rama horizontal y rama asintótica (AGB), en el diagrama HR. Fusión del Helio, Carbono, Nitrógeno y Oxígeno. Pérdida de masa. Nebulosas planetarias.</p> <p>3.5. Finales estelares: enanas blancas, estrellas de neutrones, <i>supernovae</i> (SN), pulsares y agujeros negros.</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliza el diagrama HR para representar el proceso de formación de las estrellas y su evolución posterior. 2. Describe las propiedades observacionales de las estrellas en sus últimas etapas evolutivas. 3. Calcula las condiciones físicas necesarias para que se inicie un proceso de contracción gravitacional resultante en la formación de una estrella. 4. Analiza el impacto de la presión degenerada en el resultado final de la evolución estelar. 5. Lee, en español e inglés, textos y artículos científicos para extraer ideas principales y relacionar nueva información con conceptos tratados sobre evolución estelar. 	
Bibliografía de la unidad		<p>(1) Capítulos 12, 13, 15, 16.</p> <p>(2) Capítulos 7, 8, 10.</p>	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- Clases expositivas.
- Resolución de problemas.
- Lectura individual.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio del semestre, el cuerpo docente informará sobre el tipo de evaluaciones a realizar, cantidad y ponderaciones correspondientes.

El curso podría considerar las instancias de evaluación:

- Controles.
- Tareas de cálculo y/o investigación personal.
- Examen final.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria

- (1) Carrol, B. & Ostlie, D. (2007). *An Introduction to Modern Astrophysics*. Addison-Wesley.
- (2) Prialnik, D. (2012). *Introduction to the Theory of Stellar Structure and Evolution*. Cambridge University Press.

Bibliografía complementaria:

- (3) Shu. S. (1982) *The Physical Universe*. University Science Books.
- (4) Phillips, A.C. (1999) *The Physics of Stars*. Wiley.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Simon Casassus, Diego Mardones, Edgardo Costa, Patricio Rojo, James Jenkins
Validado por:	Validación CTD ampliado de Astronomía
Revisado por:	Área de Gestión Curricular