

**FÍSICA ESTELAR**

MÓDULO	MATERIA	ASIGNATURA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER
Astrofísica	Física Estelar	Física Estelar	1	2	6 ECTS	Optativo
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>			
Inmaculada Domínguez Aguilera Carlos Abia Ladrón de Guevara			<a href="mailto:inma@ugr.es">inma@ugr.es</a> ; <a href="mailto:cabia@ugr.es">cabia@ugr.es</a> ; 958249061-62 Dpto. Física Teórica y del Cosmos, 17 & 18 Edificio Mecenas, Facultad de Ciencias			
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>			
			I.Domínguez: Lunes 16 a 19 h y viernes 11 a 14 h C. Abia: Lunes 9 a 11h, miércoles 10 a 12 h y viernes 9 a 11h			
<b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>			
Física y Matemáticas - FisyMat			<p>Máster en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica</p> <p>Especialidades en Física y Química, y en Matemáticas del Máster en Profesorado de ESO y Bachillerato, Formación profesional y Enseñanza de idiomas.</p> <p>Máster doble MAES-FisyMat Máster doble MAES-Física</p>			
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>						
Se recomienda poseer el Grado/Licenciatura en Física, Matemáticas, Química o Ingeniería						
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)</b>						



ugr

Universidad  
de Granada

Las ecuaciones diferenciales de la evolución estelar.  
Transporte de energía por radiación y conducción.  
Estabilidad y transporte de energía por convección.  
Fuentes de energía.  
Composición química y reacciones nucleares.  
Fases de la evolución estelar.  
Evolución en sistemas binarios.  
Objetos compactos  
Pulsaciones y astrosismología.

#### **COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DEL MÓDULO**

CG2: Capacidad de generar y desarrollar de forma independiente propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional en el ámbito científico de la Física y Matemáticas

CG3: Presentar públicamente los resultados de una investigación o un informe técnico, comunicar las conclusiones a un tribunal especializado, personas u organizaciones interesadas, y debatir con sus miembros cualquier aspecto relativo a los mismos.

CG4: Saber comunicarse con la comunidad académica y científica en su conjunto, con la empresa y con la sociedad en general acerca de la Física y/o Matemáticas y sus implicaciones académicas, productivas o sociales.

CE1: Resolver problemas físicos y matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos

CE2: Desarrollar la capacidad de decidir las técnicas adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a la Modelización en Ciencias e Ingeniería, Astrofísica, Física, y Matemáticas

CE3: Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos matemáticos avanzados, y profundizar en los distintos campos de las matemáticas.

CE4: Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos físicos avanzados, y profundizar en los distintos campos de la física y astrofísica.

CE5: Saber obtener e interpretar datos de carácter físico y/o matemático que puedan ser aplicados en



ugr

Universidad  
de Granada

otras ramas del conocimiento.

CE6: Demostrar la capacidad necesaria para realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de resultados e ideas nuevas y complejas en el campo de la astrofísica, física, matemáticas y biomatemáticas.

CE7: Capacidad para comprender y poder aplicar conocimientos avanzados de matemáticas y métodos numéricos o computacionales a problemas de biología, física y astrofísica, así como elaborar y desarrollar modelos matemáticos en ciencias, biología e ingeniería.

CE8: Capacidad de modelar, interpretar y predecir a partir de observaciones experimentales y datos numéricos.

#### **OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

El alumno comprenderá los conceptos básicos de la física estelar y la astrofísica en general. En particular, comprenderá las ecuaciones, los diferentes procesos y los modelos numéricos que rigen la evolución y la estructura física de las estrellas, incluyendo las ecuaciones de estado de la materia en condiciones muy diversas; conocerá los mecanismos de generación, transporte y pérdida de energía; las reacciones nucleares relevantes y la síntesis de los elementos químicos.

Sabrán evaluar los órdenes de magnitud y los tiempos característicos asociados a un determinado problema, desarrollando la capacidad de aplicarlos a situaciones físicamente diferentes que muestren analogías.

Conocerá las técnicas observacionales actuales y sabrá interpretar los datos experimentales. Identificará los límites que se derivan de las aproximaciones realizadas en los modelos teóricos y desarrollará capacidad suficiente para realizar propuestas de mejora. Comprenderá el papel de las estrellas como componentes básicos de las galaxias y del Universo.

#### **TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**

##### **Tema 1: Estructura Estelar**

Principios de conservación y ecuaciones de estructura estelar. Condiciones de contorno y métodos de resolución. Ecuación de estado. Fuentes de opacidad. Transporte de energía: Radiación, convección y conducción. Criterios de estabilidad convectiva.

##### **Tema 2: Fuentes de Energía Estelar**

Teorema del Virial. Reacciones termonucleares y ritmos de reacción. Principales cadenas y ciclos de combustión nuclear. Otros procesos nucleares de interés astrofísico.



ugr

Universidad  
de Granada

**Tema 3: Evolución Estelar**

Formación estelar y pre-secuencia principal. Límites de masa estelar: enanas marrones y planetas. Edad cero y secuencia principal. Estimación de edades de cúmulos estelares. Evolución en la rama de las gigantes: estrellas RGB y AGB. Formación de enanas blancas. Estrellas masivas y supernovas de colapso gravitatorio.

**Tema 4: Objetos compactos**

Evolución de enanas blancas. Ecuación de Volkov-Openheimer. Estrellas de neutrones: ecuación de estado. Agujeros negros. Aplicaciones.

**Tema 5: Evolución Estelar en Sistemas Binarios.**

Supernovas termonucleares: Aplicaciones cosmológicas. Binarias cataclísmicas. Novas. Erupciones de rayos X. Estrellas gigantes binarias y anomalías químicas.

**Tema 6: Pulsaciones Estelares.**

Pulsaciones esféricas adiabáticas y no adiabáticas. El mecanismo  $\kappa$  y la banda de inestabilidad en el diagrama HR. Oscilaciones no radiales. Astrosismología.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Bowers, R., Deeming, T.: Astrophysics Vol. I & II. Jones and Bartlett Publishers Inc.
- Clayton, D.D.: Principles of Stellar Evolution and Nucleosynthesis. University of Chicago Press.
- Gray, D.F.: The Observation and Analysis of Stellar Photospheres. Cambridge University Press.
- Glendening, N.K.: Compact Stars. Springer.
- Kippenhahn, R., & Weigert, A.: Stellar Structure and Evolution. Springer Verlag.
- José, J. Stellar Explosions and Nucleosynthesis, CRC Taylor and Francis.

**ENLACES RECOMENDADOS**

Nasa/ipac Extragalactic Database: <http://nedwww.ipac.caltech.edu/>  
Artículos especializados en astrofísica: [http://adsabs.harvard.edu/abstract\\_service.html](http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html)  
Sociedad Española de Astronomía: <http://sea.am.ub.es/>  
Instituto de Astrofísica de Canarias: <http://www.iac.es/>  
Instituto de Astrofísica de Andalucía: <http://www.iaa.es/>

**METODOLOGÍA DOCENTE**

MD0: Lección magistral  
MD3: Seminarios  
MD4: Tutorías Académicas  
MD5: Realización de trabajos individuales o en grupos

**ugr**Universidad  
de Granada

MD6: Análisis de fuentes y documentos  
MD7: Sesiones de discusión y debate  
MD8: Seguimiento del TFM

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

E1: Valoración de las pruebas, ejercicios, prácticas o problemas realizados individualmente o en grupo a lo largo del curso. Min: 20%, Max: 20%

E2: Realización, exposición y defensa final de informes, trabajos, proyectos o memorias realizadas de forma individual o en grupo. Min: 50%, Max: 50%

E3: Realización de exámenes parciales o finales escritos. Min: 30%, Max: 30%

**INFORMACIÓN ADICIONAL**



*ugr*

Universidad  
de Granada