

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Astrofísica

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

**Atmósferas Estelares
(2025 - 2026)**

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Atmósferas Estelares	Código: 275461102
<ul style="list-style-type: none"> - Centro: Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado - Lugar de impartición: Facultad de Ciencias. Sección de Física - Titulación: Máster Universitario en Astrofísica - Plan de Estudios: 2013 (Publicado en 2014-02-11) - Rama de conocimiento: Ciencias - Itinerario / Intensificación: - Departamento/s: Astrofísica - Área/s de conocimiento: Astronomía y Astrofísica - Curso: 1 - Carácter: Obligatorio - Duración: Primer cuatrimestre - Créditos ECTS: 6,0 - Modalidad de impartición: Presencial - Horario: Enlace al horario - Dirección web de la asignatura: http://www.campusvirtual.ull.es - Idioma: Castellano e inglés 	

2. Requisitos de matrícula y calificación

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: ARTEMIO HERRERO DAVO
- Grupo: G1 (único)
General <ul style="list-style-type: none"> - Nombre: ARTEMIO - Apellido: HERRERO DAVO - Departamento: Astrofísica - Área de conocimiento: Astronomía y Astrofísica
Contacto <ul style="list-style-type: none"> - Teléfono 1: 922605272 - Teléfono 2: 922605317 - Correo electrónico: ahdavo@ull.es - Correo alternativo: ahd@iac.es - Web: http://www.campusvirtual.ull.es
Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Planta	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	15:00	16:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC		2506
Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	11:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	3	
Todo el cuatrimestre		Martes	14:30	16:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	15:00	17:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC		2506
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	11:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	3	

Observaciones: Las tutorías podrán ser on-line a través de los medios institucionales al efecto. Se podrá acordar otro horario con el profesor en caso conveniente o necesario. Se podrán enviar consultas o preguntas por medio del Aula Virtual de la asignatura en cualquier momento, que serán respondidas tan rápido como sea posible. En casos particulares podrá usarse el correo electrónico.

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Planta	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	15:00	16:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC		2506
Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	11:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	3	
Todo el cuatrimestre		Martes	14:30	16:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3	

Todo el cuatrimestre		Miércoles	15:00	17:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC		2506
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	11:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3	

Observaciones: Las tutorías podrán ser on-line a través de los medios institucionales al efecto. Se podrá acordar otro horario con el profesor en caso conveniente o necesario. Se podrán enviar consultas o preguntas por medio del Aula Virtual de la asignatura en cualquier momento, que serán respondidas tan rápido como sea posible. En casos particulares podrá usarse el correo electrónico.

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura:

Perfil profesional:

5. Competencias

Competencia Específicas

CE1 - Comprender los esquemas conceptuales básicos de la Astrofísica

CE6 - Comprender la estructura de la materia siendo capaz de solucionar problemas relacionados con la interacción entre la materia y la radiación en diferentes rangos de energía

CE9 - Comprender la instrumentación utilizada para observar el Universo en los diferentes rangos de frecuencia

Competencias Generales

CG4 - Evaluar los órdenes de magnitud y desarrollar una clara percepción de situaciones físicamente diferentes que muestren analogías permitiendo el uso, a nuevos problemas, de sinergias y de soluciones conocidas

Competencias Básicas

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Profesor: ARTEMIO HERRERO (Temas 2-6) y ANA ESCORZA (Tema 1)
- Temas (epígrafes):
 - 1.- Tipos Espectrales. Las atmósferas estelares en Astrofísica.
 - 2.- La ecuación de transporte radiativo. Coeficientes de absorción y emisión. Profundidad óptica. Función fuente
 - 3.- Poblaciones atómicas. ETL y NETL. Ecuaciones del Equilibrio Estadístico.
 - 4.- Modelos de atmósfera en equilibrio hidrostático
 - 5.- Desviaciones del equilibrio hidrostático: Vientos estelares
 - 6.- Análisis espectral

Actividades a desarrollar en otro idioma

Parte del material se entregará en inglés. Algunas explicaciones y actividades podrán ser también en ese idioma, dependiendo de la composición del alumnado.

El alumnado podrá entregar los trabajos escritos en inglés o realizar las exposiciones en ese idioma.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado

Aplica el Modelo de Enseñanza Centrada en el Alumnado (MECA - ULL)
Aprendizaje basado en el juego - Gamificación, Aprendizaje basado en Proyectos (ABP), Aprendizaje basado en Problemas (PBL), Aprendizaje cooperativo

Descripción

Los temas estarán disponibles anticipadamente y serán expuestos en clase por el profesor, con preguntas y discusiones que deberán ser trabajadas individualmente o en pequeños grupos (2-4 personas) y expuestas en conjunto como modo de asentar los conceptos y estimular la interacción.

Los temas y problemas podrán encontrarse en el Aula Virtual de la asignatura con antelación, por lo que se espera que el alumnado los haya revisado antes de asistir a las exposiciones y comenzar las discusiones.

A lo largo del curso el alumnado deberá realizar dos trabajos prácticos en pareja. Estos trabajos tendrán carácter **obligatorio**.

En caso de situaciones de riesgo declaradas oficialmente, para la programación y realización de las actividades docentes se estará a lo previsto en el plan específico del centro.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	38,00	0,00	38,0	[CB6]
Clases prácticas (aula/laboratorio/centro de calculo/observatorio)	16,00	0,00	16,0	[CE1], [CE9], [CG4], [CB7], [CB8]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	6,00	0,00	6,0	[CB10]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	40,00	40,0	[CE1], [CE6], [CE9], [CG4], [CB6], [CB7], [CB10]
Estudio/preparación de Clases	0,00	50,00	50,0	[CE1], [CE6], [CE9], [CG4], [CB6], [CB7], [CB8], [CB10]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

D. F. Gray (2002): Observations and analysis of stellar photospheres (John Wiley & Sons). Excelente libro sobre las atmósferas estelares, especialmente en aspectos prácticos, pero con buena base teórica. Constituirá la base del curso, aunque está limitado a condiciones de Equilibrio Termodinámico Local, por lo que habrá aspectos que será necesario ampliar.

I. Hubeny & D. Mihalas (2014): Theory of Stellar Atmospheres: An Introduction to Astrophysical Non-Equilibrium Quantitative Spectroscopic Analysis (Princeton University Press). Edición actualizada del libro clásico de Mihalas (1978; ver bibliografía complementaria), con las nuevas técnicas y resultados. Nivel avanzado. Cubre toda la parte teórica de la asignatura en mayor profundidad.

R. O. Gray & C. J. Corbally (2009): Stellar Spectral Classification (Princeton University Press). Libro detallado sobre clasificación de espectros estelares

Bibliografía Complementaria

Allen's Astrophysical Quantities (A. N. Cox, editor, 2002, Springer Verlag). Actualización (ya algo antigua) del libro clásico de C. W. Allen. Colección de datos y tablas utilizados en astrofísica.

Bowers & Deeming (1984): Astrophysics I. Libro de astrofísica general en el que se encuentran muchos de los conceptos utilizados en el curso de manera básica.

Carroll & Ostlie (1996): Modern Astrophysics. Mismo tipo de libro que el Bowers & Deeming

C. Jaschek & M. Jaschek: The Classification of Stars (CUP, 2011). Libro de clasificación de espectros estelares. Algo antiguo, pero conserva las bases principales y es adecuado en la mayoría de los casos.

D. Mihalas (1978): Stellar Atmospheres (W. H. Freeman). Libro de muy buen nivel sobre el transporte radiativo y sus principios físicos, con tratamiento riguroso. Ha quedado algo obsoleto en las técnicas numéricas de modelos de atmósfera, aunque su base permanece válida y se describe con detalle.

E. Novotny (1973): Introduction to stellar atmospheres and interiors. Algo antiguo, pero contiene las bases de las atmósferas y el transporte de radiación.

G.W. Collins II (2003): The Fundamentals of Stellar Astrophysics.

Libro sobre estructura, evolución y atmósferas estelares. Se ajusta bien al curso.

Puede descargarse online en: <https://ads.harvard.edu/books/1989fsa..book/>

J. P. Cassinelli & J. H. K. L. M. Lamers (2000): Introduction to stellar winds. Este libro se utiliza para introducir aspectos de desviación del equilibrio hidrostático en las atmósferas estelares. Contiene más material del que será utilizado en el curso.

K. R. Lang (1999, impresión de 2006): Astrophysical Formulae (Springer Verlag). Colección de fórmulas utilizadas en todas las áreas de la astrofísica, con una breve introducción previa de su contexto físico.

Los siguientes libros pueden servir de complemento o sustituto a los anteriores en diversos aspectos:

M. Harwit (1988): Astrophysical Concepts (Springer Verlag). Repaso de conceptos físicos utilizados en astrofísica, pero agrupados por su tema físico y no por objetos astronómicos (estrellas, galaxias, etc.) a los que se aplican.

Otros Recursos

R. J. Rutten (2003): Radiative transfer in stellar atmospheres, lecture notes.

Se trata de unos apuntes de clase, pero con el detalle de un libro. El nivel de dificultad es intermedio entre el de Gray y el de Hubeny & Mihalas, pero incluye aspectos de No Equilibrio Termodinámico Local. Se encuentra en la página web del autor:

<https://robrutten.nl/Courses.html>

, siguiendo el enlace a "course notes". Además, la página contiene mucho material adicional relacionado.

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

Habrà una modalidad de evaluación continua y otra de evaluación única.

La **evaluación continua** constará de:

- (a) La participación del alumnado en las discusiones, tareas y cuestiones planteadas en clase, y la realización de un video corto, con una ponderación conjunta del 10%.
- (b) Dos trabajos prácticos a realizar con sus correspondientes informes: el primero sobre clasificación espectral, y el segundo un cálculo sobre algún aspecto de los modelos de atmósfera (cálculo de opacidades, integración de la ecuación del equilibrio hidrostático, aplicación a espectros observados, o tarea equivalente), ambos con una ponderación del 20%.
- (c) un control sobre el cálculo de poblaciones y opacidades, con una ponderación del 10%
- (d) Un examen final, con una ponderación del 40%.

Será necesario alcanzar al menos una nota de 4.0 sobre 10 en cada una de las tareas indicadas en los apartados (b), (c) y (d) para poder realizar la compensación entre ellos. Si no se obtuviera la nota mínima en las tareas del apartado (b) y (c), deberán corregirse antes de la finalización de la primera convocatoria del examen final. Si aún así no se alcanzase el mínimo, la nota que constará en acta será de Suspenso 4.0.

En segunda convocatoria se mantendrá la evaluación continua para aquel alumnado que la tuviera en primera convocatoria, con la misma ponderación que en la primera.

La **evaluación única** deberá ser solicitada conforme a las instrucciones del Reglamento de Evaluación y Calificación de la ULL. En su caso, la evaluación única consistirá en:

- (a) Dos trabajos prácticos a realizar con sus correspondientes informes: el primero sobre clasificación espectral, y el segundo un cálculo sobre algún aspecto de los modelos de atmósfera (cálculo de opacidades, integración de la ecuación del equilibrio hidrostático, o tarea equivalente), ambos con una ponderación del 20%.
- (b) Un examen final con una ponderación del 60%.

No obstante, el estudiante podrá presentarse a evaluación única sin presentar los trabajos del apartado (a). En tal caso, la evaluación única consistirá de un solo examen dividido en dos partes. La primera será del tipo examen final, y la segunda incluirá cuestiones teóricas y/o prácticas sobre dichos trabajos y el control de poblaciones y opacidades comprendido en la evaluación continua. En este caso la ponderación será del 50%-50%.

Será necesario alcanzar al menos una nota de 4.0 sobre 10 en cada una de las tareas indicadas en los apartados (a) y (b) (o en cada una de las dos partes de la evaluación única, si no se realizaron trabajos prácticos) para poder compensar entre ellos.

Los trabajos prácticos deberán ser presentados en las fechas que se indiquen durante el desarrollo de la asignatura (las fechas previstas en el cronograma sirven de referencia).

En segunda convocatoria se mantendrá la evaluación única para aquel alumnado que la tuviera en primera convocatoria, con la misma ponderación que en la primera.

Las notas de los trabajos prácticos podrán conservarse en sucesivas convocatorias y años académicos, si así se desea.

--

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CB8], [CG4], [CE6], [CB7], [CE1], [CB6], [CE9]	Examen escrito. Deberá alcanzarse una nota de 3.5 sobre 10 para compensar.	40,00 %
Pruebas de respuesta corta	[CB8], [CG4], [CE6], [CB7], [CE1], [CB6], [CE9]	Participación en tareas de clase y realización de video corto	6,00 %
Trabajos y proyectos	[CB7], [CB10], [CE6]	Cálculo sobre un tema relacionado con los modelos de atmósfera. Deberá alcanzarse una nota de 3.5 sobre 10 para compensar.	20,00 %
Informes memorias de prácticas	[CB7], [CE9], [CE6], [CB8], [CB10]	Clasificación de espectros. Deberá alcanzarse una nota de 3.5 sobre 10 para compensar.	20,00 %
Pruebas de ejecuciones de tareas reales y/o simuladas	[CB7], [CB10], [CG4], [CE6]	Control de cálculo de poblaciones y opacidades	10,00 %
Escalas de actitudes	[CB8], [CB10], [CG4], [CE6], [CB7], [CE1], [CB6], [CE9]	Participación en discusiones en clase	4,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

El alumno deberá ser capaz de distinguir los rasgos principales de diferentes espectros estelares y señalar el tipo de estrella que los origina, así como desarrollar los conceptos para el análisis de los espectros estelares, en especial la interacción entre radiación y materia, como herramienta para conocer los parámetros físicos de las estrellas y su impacto sobre el medio circundante.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

El cronograma comprende 18 semanas, donde se distribuyen las clases teóricas y prácticas de acuerdo al desarrollo esperado de la asignatura, seguidas del periodo de exámenes, donde se supone que una parte del tiempo se dedicará a preparar el examen de la asignatura. Solo 15 semanas son lectivas.

El cronograma es estimativo, especialmente en las horas de trabajo autónomo. El profesor podrá modificarlo si así lo aconseja el desarrollo de la asignatura.

Primer cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Clases teóricas	4.00	1.00	5.00
Semana 2:	1	Clases teóricas y prácticas, realización de trabajos	4.00	5.00	9.00
Semana 3:	1, 2	Clases teóricas y prácticas, seminarios y discusiones, realización de trabajos	4.00	5.00	9.00
Semana 4:	2	Clases teóricas y prácticas, realización de trabajos	4.00	5.00	9.00
Semana 5:	2, 3	Clases teóricas y prácticas, realización de trabajos	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	3	Clases teóricas, realización de trabajos	4.00	6.00	10.00
Semana 7:	3	Clases teóricas y prácticas, entrega de trabajos	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	3	Clases teóricas	4.00	2.00	6.00
Semana 9:	3, 4	Clases teóricas, realización de control	2.00	6.00	8.00
Semana 10:	4	Clases teóricas, realización de trabajos	4.00	4.00	8.00
Semana 11:	4	Clases prácticas, discusiones, realización de trabajos	4.00	3.00	7.00
Semana 12:	5	Clases teóricas, realización de trabajos	4.00	5.00	9.00
Semana 13:	5	Clases teóricas y prácticas, realización de trabajos	4.00	8.00	12.00
Semana 14:	6	Clases teóricas y prácticas, realización de trabajos	4.00	8.00	12.00
Semana 15:	6	Clases teóricas y prácticas, entrega de trabajos	2.00	10.00	12.00
Semana 16 a 18:	1-6	Preparación y realización de exámenes	4.00	10.00	14.00
Total			60.00	90.00	150.00