

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Astrofísica**

### **GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (ESCENARIO 1):**

#### **Atmósferas Estelares (2021 - 2022)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

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

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

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

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	15:00	16:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	2506
Todo el cuatrimestre		Martes	15:00	17:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	2506
Todo el cuatrimestre		Miércoles	15:00	16:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	2506
Todo el cuatrimestre		Jueves	15:00	16:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	2506

Observaciones: Las tutorías serán preferentemente on-line a través de los medios institucionales al efecto. Se podrá tener tutorías presenciales o 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	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	15:00	16:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	2506
Todo el cuatrimestre		Martes	15:00	17:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	2506
Todo el cuatrimestre		Miércoles	15:00	16:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	2506
Todo el cuatrimestre		Jueves	15:00	16:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	2506

Observaciones: Las tutorías serán preferentemente on-line a través de los medios institucionales al efecto. Se podrá tener tutorías presenciales o 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/a: ARTEMIO HERRERO
- 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

### Descripción

Lecciones magistrales: exposición de los temas, propuesta de problemas o cuestiones aclaratorias, propuesta de trabajos sencillos para que el alumnado los realice de forma autónoma.

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.

Tras la exposición de los temas habrá clases de discusión de los conceptos, donde el alumnado deberá trabajar en pequeños grupos (2-4 personas) o individualmente.

Habrán también clases de problemas que el alumnado deberá resolver individualmente.

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

Al finalizar el curso habrá un examen final de carácter obligatorio.

### 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	36,00	0,00	36,0	[CB6], [CG4], [CE9], [CE6], [CE1]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	12,00	0,00	12,0	[CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE6], [CE1]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	4,00	4,00	8,0	[CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE9]

Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	35,00	35,0	[CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE6]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	18,00	18,0	[CB6], [CG4], [CE9], [CE6], [CE1]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	9,00	9,0	[CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE6], [CE1]
Preparación de exámenes	0,00	24,00	24,0	[CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE9], [CE6], [CE1]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[CB10], [CB8], [CB7], [CB6]
Asistencia a tutorías	4,00	0,00	4,0	[CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE9], [CE6], [CE1]
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.

R.O. Gray & C.J. Corbally (2009): Stellar Spectral Classification (Princeton University Press)

Libro detallado sobre clasificación de espectros estelares

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 todo el temario y aspectos relacionados.

### Bibliografía Complementaria

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

Jascheck & Jascheck:

libro de clasificación de espectros estelares. Algo antiguo, pero conserva las bases principales y es adecuado en la mayor parte 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. J.H.K.L.M. Lamers & J.P. Casinelli (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.  
E. Novotny (1973): Introduction to stellar atmospheres and interiors  
Algo antiguo, pero contiene las bases de las atmósferas y el transporte de radiación.  
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.  
Allen (1976): Astrophysical Quantities  
Colección de datos y tablas utilizados en astrofísica.  
M. Harwit (1988): Astrophysical Concepts (Springer Verlag)  
Repaso de conceptos físicos utilizados en astrofísica, pero agrupados por su tema físico y no por objetos astrofísicos (estrellas, galaxias, etc.) a los que se aplican.  
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.

#### 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: <http://www.astro.uu.nl/~rutten/> siguiendo los enlaces Astronomy course material --> Course notes. Además, la página contiene mucho material adicional relacionado.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La evaluación contemplará dos partes:

a) Una evaluación continua, que a su vez consistirá en:

- La participación del alumnado en las discusiones, tareas y cuestiones planteadas en clase.
- Dos trabajos prácticos a realizar con sus correspondientes informes. El primero sobre espectros estelares observados y el segundo sobre el cálculo de poblaciones y opacidades atómicas en condiciones representativas de una atmósfera estelar.

b) Un examen final.

Las notas de ambas partes podrán compensarse siempre que se alcance al menos un 3 sobre 10 en cada una de ellas y se hayan presentado los trabajos prácticos.

Los trabajos prácticos deberán ser presentados antes del examen, pudiendo conservarse para convocatorias posteriores de examen, manteniendo la nota y la ponderación.

### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE9], [CE6], [CE1]	Examen escrito	50,00 %
Trabajos y proyectos	[CB10], [CB7], [CE6]	Cálculo de poblaciones y opacidades	25,00 %
Informes memorias de prácticas	[CB10], [CB8], [CB7], [CE9], [CE6]	Clasificación de espectros	20,00 %
Escalas de actitudes	[CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CE9], [CE6], [CE1]	Discusiones y tareas en en clase	5,00 %

## 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 17 semanas, donde se distribuyen las clases teóricas y prácticas de acuerdo con el desarrollo esperado de la asignatura.

Sólo las 13 primeras son lectivas.

El cronograma es estimativo. 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 y prácticas	4.00	4.00	8.00
Semana 2:	1	Clases teóricas y prácticas, realización de trabajos	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	1, 2	Discusiones, seminarios, clases teóricas y prácticas	4.00	4.00	8.00

Semana 4:	2	Clases teóricas, realización de trabajos	4.00	6.00	10.00
Semana 5:	2, 3	Clases teóricas y prácticas, discusiones	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, realización de trabajos	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	3, 4	Clases teóricas y prácticas, discusiones	4.00	4.00	8.00
Semana 9:	4	Clases teóricas	4.00	4.00	8.00
Semana 10:	4, 5	Clases teóricas y prácticas, realización de trabajos	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	5	Clases teóricas y prácticas, realización de trabajos	4.00	6.00	10.00
Semana 12:	5, 6	Clases teóricas y prácticas, discusiones	4.00	4.00	8.00
Semana 13:	6	Clases teóricas y prácticas	4.00	4.00	8.00
Semana 14:	6	Clases teóricas y prácticas, discusiones	2.00	6.00	8.00
Semana 15:	Estudio	Realización trabajos, seminarios	2.00	8.00	10.00
Semana 16 a 18:	Todos los temas	Preparación de exámenes, exámenes y realización de trabajos	4.00	10.00	14.00
Total			60.00	90.00	150.00