Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Astrofísica

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

Espectropolarimetría en Astrofísica
(2023 - 2024)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Espectropolarimetría en Astrofísica	Código: 275462123

- 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: **2**
- Carácter: **Optativo**
- Duración: **Primer cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **3,0**
- 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: **JOSÉ ALBERTO RUBIÑO MARTÍN**

- Grupo: **G1 (único)**

General
- Nombre: **JOSÉ ALBERTO**
- Apellido: **RUBIÑO MARTÍN**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

Contacto
- Teléfono 1: **922605276**
- Teléfono 2: **Skype: josealbertorubinomartin**
- Correo electrónico: **jrubinma@ull.edu.es**
- Correo alternativo: **jalberto@iac.es**
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	17:00	18:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	17:00	19:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Jueves	16:30	18:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Viernes	16:00	17:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Observaciones:						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	**Hasta**	**Día**	**Hora inicial**	**Hora final**	**Localización**	**Despacho**
Todo el cuatrimestre		Lunes	17:00	18:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	17:00	19:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Jueves	16:30	18:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Viernes	16:00	17:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Observaciones:						

Profesor/a: **TANAUSÚ DEL PINO ALEMÁN**
- Grupo: **G1 (único)**

General
- Nombre: **TANAUSÚ**
- Apellido: **DEL PINO ALEMÁN**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

Contacto
- Teléfono 1:
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **tanausu@ull.es**
- Correo alternativo: **tanausu@iac.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507
Todo el cuatrimestre		Martes	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507
Todo el cuatrimestre		Viernes	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507

Observaciones:

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507

Todo el cuatrimestre		Martes	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507
Todo el cuatrimestre		Viernes	11:30	13:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	3.507
Observaciones:						

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
CE7 - Saber encontrar por sí mismos soluciones a problemas astrofísicos concretos utilizando bibliografía específica con una mínima supervisión. Saber desenvolverse de forma independiente en un proyecto de investigación novedoso
CE9 - Comprender la instrumentación utilizada para observar el Universo en los diferentes rangos de frecuencia
CE10 - Utilizar la instrumentación científica actual (tanto la basada en Tierra como en el Espacio) y conocer sus tecnologías innovadoras.

Competencias Generales

CG1 - Conocer las técnicas matemáticas y numéricas avanzadas que permitan la aplicación de la Física y de la Astrofísica a la solución de problemas complejos mediante modelos sencillos
CG2 - Comprender las tecnologías asociadas a la observación en Astrofísica y al diseño de instrumentación
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

Exclusiva de la Especialidad de Teoría y Computación

CX3 - Comprender el origen de la radiación polarizada y los métodos para obtener información cobre campos magnéticos en el Cosmos

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Profesor: Dr. José Alberto Rubiño Martín

- Temas:

1. INTRODUCCIÓN. Observación de luz polarizada en astrofísica. Ejemplos: Sol, estrellas, Vía Láctea, otras galaxias, fondo cósmico de microondas. Revisión de las ecuaciones de Maxwell. Descripción de la luz polarizada. Parámetros de Stokes.

2. ESPECTROPOLARÍMETROS: Prototipo de polarímetro. Retardadores y polarizadores. Matrices de Jones. Matrices de Mueller. Ejemplos de dispositivos en el óptico y en radio. Descripción de errores sistemáticos en dispositivos reales.

3. POLARIZACIÓN EN EL CONTINUO: Ecuaciones de Fresnel: Reflexión y refracción. Cargas aceleradas. Bremsstrahlung. Polarización por scattering Rayleigh, Thomson. Radiación ciclotrón y sincrotrón. Efectos de propagación (rotación de Faraday). Otros efectos de interés astrofísico: ejemplos y aplicaciones.

- Profesor: Dr. Tanausú del Pino Alemán

- Temas:

4. POLARIZACIÓN EN LÍNEAS ATÓMICAS: Modelo cuántico de una transición atómica. Reglas de selección. Emisión Zeeman. Límites de campo fuerte y campo débil. Polarización atómica. Scattering en líneas atómicas. Ecuaciones de equilibrio estadístico. Efecto Hanle. Caso microturbulento. Aplicaciones al magnetismo solar y estelar.

5. TRANSPORTE DE LUZ POLARIZADA EN ATMÓSFERAS ESTELARES: Estructura de la ecuación de transporte radiativo para luz polarizada. Acoplamiento con las ecuaciones de equilibrio estadístico. Casos particulares. Inferencia de las propiedades termodinámicas y magnéticas de una atmósfera estelar.

Actividades a desarrollar en otro idioma

La bibliografía (libros y artículos científicos) que se propone para lectura al alumnado están escritos en inglés.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

En las clases teóricas el profesorado expone los contenidos de los temas y propone problemas aclaratorios. Además, propone algunos trabajos sencillos para que el alumnado los realice de forma autónoma. En la modalidad de evaluación continua se proponen dos entregables, que corresponden a una lista de problemas asociados a los temas correspondientes.

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	22,00	0,00	22,0	[CE1], [CE6], [CE7], [CE9], [CE10], [CG1], [CG2], [CG4], [CB6], [CB7], [CB8], [CB10], [CX3]
Clases prácticas (aula/ laboratorio/centro de calculo/observatorio)	8,00	0,00	8,0	[CE1], [CE6], [CE7], [CE9], [CE10], [CG1], [CG2], [CG4], [CB7], [CX3]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	12,00	12,0	[CE1], [CE6], [CE7], [CE9], [CE10], [CG1], [CG2], [CG4], [CB6], [CB7], [CB8], [CB10], [CX3]
Estudio/preparación de Clases	0,00	33,00	33,0	[CE1], [CE6], [CE7], [CE9], [CE10], [CG1], [CG2], [CG4], [CB6], [CB7], [CB8], [CB10], [CX3]
Total horas	30,00	45,00	75,00	
		Total ECTS	3,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

* “Astrophysical Spectropolarimetry" J. Trujillo Bueno, F. Moreno Insertis & F. Sánchez, CU Press, 2001

* “Radiative Processes in Astrophysics”, G.B. Rybicki & A.P. Lightman, Wiley-VCH, 2004
* "Polarization in Spectral Lines". E. Landi Degl'innocenti & M. Landolfi, University of Firenze, Italy; Arcetri Observatory, Firenze, Italy. ASTROPHYSICS AND SPACE LIBERARY Volume 307 Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2004.

Bibliografía Complementaria

- "Introduction to Spectropolarimetry". J.C. del Toro Iniesta. Cambridge University Press. 2003.
- “Solar Observations: Techniques and interpretation”, F. Sánchez, M. Collados and M. Vázquez, CU Press, 1992

Artículos especializados suministrados durante las lecciones.

Otros Recursos

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

Para la primera convocatoria, las modalidades de evaluación son:
A) Modalidad de evaluación continua (obligatoria en la primera convocatoria salvo para el alumnado que opte por la evaluación única comunicándolo al profesor coordinador de la asignatura a través del procedimiento habilitado en el aula virtual en el plazo de un mes a partir del inicio del cuatrimestre).

- Semana 5. Entregable. 25% de nota final.
- Semana 9. Entregable. 25% de nota final.
- Examen - prueba objetiva (primera convocatoria oficial). 50% de la nota final.

B) Modalidad de evaluación única.

- Examen - prueba objetiva (primera convocatoria oficial). 100% de la nota final.

En la segunda convocatoria, la modalidad de evaluación será continua.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CE1], [CE6], [CE7], [CE9], [CE10], [CG1], [CG2], [CG4], [CB6], [CB7], [CB8], [CB10], [CX3]	Estas pruebas se concretan en un examen al final de la asignatura que contiene parte de teoría y un problema a desarrollar. La parte de teoría puede contener tanto preguntas de desarrollo como preguntas de respuesta corta.	50,00 %

Trabajos y proyectos	[CE1], [CE6], [CE7], [CE9], [CE10], [CG1], [CG2], [CG4], [CB6], [CB7], [CB8], [CB10], [CX3]	En evaluacion continua, dos entregables asociados a problemas del temario visto en clase. Cada entregable supone el 25% de la nota en evaluación continua.	50,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

Esta asignatura proporciona al estudiantado conocimientos introductorios y avanzados sobre el papel de la espectropolarimetría en astrofísica. En primer lugar, se estudian los dispositivos capaces de realizar medidas de polarización (espectro-polarímetros), y el formalismo para su descripción (matrices de Jones y Mueller). Se estudian a continuación procesos físicos de emisión polarizada en el continuo, y su aplicación a casos astrofísicos en varias ramas (física solar, sistema solar, estrellas, medio interestellar, galaxias, cosmología). Finalmente, se estudia el papel de los campos magnéticos en la dinámica de los plasmas en astrofísica y en su diagnóstico mediante el análisis de la polarización de la luz que recibimos de ellos. Se pretende que el estudiante entienda los diferentes fenómenos en que el campo magnético juega un papel primordial, así como los mecanismos por los que se genera y su evolución. Luego deberá entender cómo la medida, la interpretación física y la simulación numérica de la polarización de la radiación electromagnética, permiten obtener información empírica sobre el magnetismo y los efectos de la actividad magnética en Astrofísica, desde el Sol hasta los núcleos activos de galaxias.
Algunos de conceptos fundamentales que han sido introducidos de manera general y estudiados en diferentes asignaturas, son unificados, considerados conjuntamente, y aplicados a un contexto astrofísico, contribuyendo a llenar algunos de los vacíos conceptuales y prácticos existentes en la formación de los alumnos.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

1. INTRODUCCIÓN. Observación de luz polarizada en astrofísica. Ejemplos: Sol, estrellas, Vía Láctea, otras galaxias, fondo cósmico de microondas. Revisión de las ecuaciones de Maxwell. Descripción de la luz polarizada. Parámetros de Stokes.
2. ESPECTROPOLARÍMETROS: Prototipo de polarímetro. Retardadores y polarizadores. Matrices de Jones. Matrices de Mueller. Ejemplos de dispositivos en el óptico y en radio. Descripción de errores sistemáticos en dispositivos reales.
3. POLARIZACIÓN EN EL CONTINUO: Ecuaciones de Fresnel: Reflexión y refracción. Cargas aceleradas. Bremstrahlung. Polarización por *scattering* Rayleigh, Thomson. Radiación ciclotrón y sincrotrón. Efectos de propagación (rotación de Faraday). Otros efectos de interés astrofísico: ejemplos y aplicaciones.
4. POLARIZACIÓN EN LÍNEAS ATÓMICAS: Modelo cuántico de una transición atómica. Reglas de selección. Emisión Zeeman. Límites de campo fuerte y campo débil. Polarización atómica. *Scattering* en líneas atómicas. Ecuaciones de equilibrio estadístico. Efecto Hanle. Caso microturbulento. Aplicaciones al magnetismo solar y estelar.
5. TRANSPORTE DE LUZ POLARIZADA EN ATMÓSFERAS ESTELARES: Estructura de la ecuación de transporte radiativo para luz polarizada. Acoplamiento con las ecuaciones de equilibrio estadístico. Casos particulares. Inferencia de las propiedades termodinámicas y magnéticas de una atmósfera estelar.

Primer cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Clases teóricas	4.00	4.00	8.00
Semana 2:	2	Clases teóricas.	4.00	5.00	9.00
Semana 3:	2,3	Clases teóricas.	4.00	5.00	9.00
Semana 4:	3,4	Clases teóricas.	4.00	5.00	9.00
Semana 5:	4	Clases teóricas. Realización de problemas y/o trabajos	4.00	7.00	11.00
Semana 6:	4,5	Clases teóricas.	4.00	5.00	9.00
Semana 7:	5	Clases teóricas.	2.00	4.00	6.00
Semana 8:	Entregables	Repaso general de la asignatura. Realización de problemas y/o trabajos	2.50	5.00	7.50
Semana 9:	Tutorías	Tutorías	1.50	2.00	3.50
Semana 10:	Examenes	Examenes	0.00	3.00	3.00
		Total	30.00	45.00	75.00