Escuela de Doctorado
y Estudios de Posgrado
Universidad de La Laguna

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Astrofísica

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

Radioastronomía
(2022 - 2023)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Radioastronomía	Código: 275461225

- 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: **Optativo**
- Duración: **Segundo 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 para cursar la asignatura

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: RICARDO GÉNOVA SANTOS

- Grupo: **G1 (Único)**

General
- Nombre: **RICARDO**
- Apellido: **GÉNOVA SANTOS**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

Contacto
- Teléfono 1: **922605200 (5439)**
- Teléfono 2: **skype: rtgenova**
- Correo electrónico: **rgs@iac.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Observaciones:						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	**Hasta**	**Día**	**Hora inicial**	**Hora final**	**Localización**	**Despacho**
Todo el cuatrimestre		Lunes	16:45	18:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	16:45	18:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Observaciones: Si fuera necesario se podrían organizar las tutorías de forma virutal, utilizando Zoom o cualquier otra plataforma similar.						

Profesor/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	17:15	18:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	18:00	19:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	

Todo el cuatrimestre		Jueves	17:15	18:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Viernes	17:15	18:30	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	17:15	18:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	18:00	19:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Jueves	17:15	18:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Viernes	17:15	18:30	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
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
CE2 - Comprender la estructura y evolución de las estrellas

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

Competencias Generales

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 en Observación e Instrumentación

CX11 - Comprender las técnicas usadas por la radioastronomía

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Introducción y conceptos básicos (6 horas)

- Perspectiva histórica. Principales descubrimientos.
- La ventana atmosférica de ondas de radio. Principales procesos astrofísicos de emisión en radio.
- Definiciones básicas. Intensidad específica. Densidad de flujo. Intensidad total. Flujo total. Luminosidad espectral. Luminosidad bolométrica.
- Emisión de cuerpo negro. Ley de Planck. Aproximación RJ. Temperatura de brillo.
- Ecuación de transporte radiativo.
- Absorción y emisión atmosféricas.

Radiotelescopios y radiómetros (8 horas)

- Diseño general de un radiotelescopio. Montura, óptica, front-end, back-end.
- Diagrama de recepción. Lóbulo principal, lóbulos laterales. Resolución angular. Ángulo sólido de la antena, del lóbulo principal, y eficiencia del haz.
- Teorema de reciprocidad.
- Ganancia y directividad. Apertura eficaz y eficiencia de apertura.
- Temperatura de antena y temperatura de sistema. Flujo medido por la antena. Sensibilidad de la antena.
- Ruido disipado en un radiómetro. Ruido blanco y ruido 1/f. Fluctuaciones de ganancia. Teorema de Nyquist. Temperatura de ruido.
- Ecuación del radiómetro ideal. Ecuación del radiómetro real. Sensibilidad y señal a ruido.

Procesos de emisión en el radio-continuo (8 horas)

- Emisión térmica de cuerpo negro. Temperatura de equilibrio. Aplicaciones astrofísicas: emisión en radio del Sol en calma, planetas, Luna.
- Emisión pseudotérmica del polvo interestelar.
- Emisión libre-libre. Emisión producida por una carga acelerada (ecuación de Larmor). Régimen ópticamente delgado y ópticamente grueso. Aplicaciones astrofísicas: regiones H II.
- Emisión sincrotrón. Potencia total emitida. Espectro. Aplicaciones astrofísicas: remanentes de supernova.
- Fondo Cósmico de Microondas. Efecto Sunyaev-Zel'dovich en cúmulos de galaxias.
- Otras aplicaciones astrofísicas generales. Emisión de continuo de nuestra galaxia. Emisión global de galaxias. Población de fuentes extragalácticas.

Líneas espectrales (8 horas)

- Transporte radiativo en líneas. Coeficientes de Einstein. Temperatura de excitación.
- Líneas atómicas. Línea de 21cm del H I. Líneas de recombinación en radio. Aplicaciones astrofísicas: curvas de rotación, interacciones, tomografía de la reionización, *line intensity mapping*, determinación de abundancias relativas.
- Líneas moleculares. Procesos de emisión. Línea de CO e isótopos. H2, H2O y otras líneas moleculares. Aplicaciones astrofísicas: estudio de nubes moleculares, cartografiados de la Vía Láctea con el H2 y con el CO.

Actividades a desarrollar en otro idioma

A petición del alumnado las clases se pueden dar en inglés; también los exámenes pueden realizarse en inglés.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

La asignatura se imparte en 30 horas teóricas. El alumnado debe dedicar una fracción importante de su tiempo al estudio de las materias impartidas. Además, debe desarrollar una serie de entregables, principalmente algunos problemas teórico-prácticos y algún resumen de un artículo del campo, que junto con el examen constituyen la base de la evaluación de la asignatura.

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	30,00	0,00	30,0	[CG4], [CG2], [CE9], [CE1]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	4,00	4,0	[CX11], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE9], [CE2], [CE1]
Asistencia a tutorías	2,00	0,00	2,0	[CX11], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE9], [CE2], [CE1]
Estudio/preparación de Clases	0,00	39,00	39,0	[CX11], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE9], [CE2], [CE1]
Total horas	32,00	43,00	75,00	
		Total ECTS	3,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

Essential Radio Astronomy. https://science.nrao.edu/opportunities/courses/era

Rybicki and Lightman (1979), "Radiative processes in Astrophysics". John Wiley and Sons
Estalella R., Anglada G., 2008, "Introduccio■n a la fi■sica del medio interestelar", Ediciones Universitad de Barcelona

Bibliografía Complementaria

Rohlfs and Wilson.Tools of Radio Astronomy. Springer, A&A Library. Versión actualizada: Wilson, T. L, Rohlfs, K, Huttemeister, S, 2013, “Tools of Radio Astronomy”, Springer

Burke and Graham-Smith. "An Introduction to Radio Astronomy"

Kraus (1966) . Radioastronomy. McGraw-Hill Thompson, Moran and Swenson. "Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy"

Otros Recursos

"Synthesis Imaging", course notes from the NRAO summer school held in Socorro, New Mexico

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

En la modalidad de **evaluación continua**, la calificación de la asignatura se basará en dos entregables y en la realización de un examen, que se realizará en cualquiera de las convocatorias a las que la/el alumna/o desida presentarse, siguiendo el siguiente esquema:

- **Primer entregable**. Problemas, ejercicios, casos prácticos, lectura y resumen de artículos. Estará disponible al terminar el Tema 2 de la asignatura, aproximadamente al finalizar la cuarta semana de clase, y las/os alumnas/os deberán entregarlo 3 semanas después. **25% de la nota final**.
- **Segundo entregable**. Problemas, ejercicios, casos prácticos, lectura y resumen de artículos. Estará disponible al terminar el Tema 4 de la asignatura, al final del curso, y las/os alumas/os deberán entregarlo 3 semanas después. **25% de la nota final**.
- **Examen.** A realizar en cualquier de las convocatorias, y que estará formado por preguntas de carácter teórico para desarrollar y cuestiones o problemas de carácter práctico para resolver. **50% de la nota final**.

La modalidad de evaluación por defecto es la de evaluación continua. Sin embargo, la/el alumna/o puede acogerse a la modalidad de **evaluación única**, en cuyo caso deberá notificarlo al profesor coordinador de la asignatura en un plazo máximo de un mes tras el inicio del segundo cuatrimestre. En este caso, la nota final de la asignatura será la nota del examen, que se realizará en cualquiera de las convocatorias. Por lo tanto, la nota del examen en la modalidad de evaluación única constituirá el **100% de la nota final**.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de respuesta corta	[CX11], [CB7], [CG4], [CG2], [CE9], [CE2], [CE1]	Parte de teoría del examen. Preguntas de respuesta corta de carácter más bien teórico.	50,00 %
Pruebas de desarrollo	[CX11], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE9], [CE1]	Parte práctica del examen. Resolución de problemas.	30,00 %
Trabajos y proyectos	[CX11], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE9], [CE1]	Resolución de los entregables.	20,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

Tras cursar esta asignatura el estudiante tendrá unos conocimientos básicos de Radioastronomía, de los conceptos y magnitudes que se manejan, de las técnicas observacionales, y de los procesos astrofísicos que emiten en este rango de longitudes de onda. Estos conocimientos, si bien son generales, le servirán como punto de partida si en algún momento de su carrera necesita trabajar con datos en radio, centimétricas o milimétricas.

- Tras cursar esta asignatura la/el estudiante debe tener los conocimientos suficientes que le permitan elaborar una propuesta de observación para un radiotelescopio, y elaborar un procesado y análisis básico de los datos.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	1	Introducción general a la asignatura. Comienzo del estudio autónomo del alumnado.	3.74	3.00	6.74
Semana 2:	1	Conceptos básicos. Familiarización con los conceptos básicos, parámetros de medida del brillo y densidad de flujo. Ley de Planck. Realización de cálculos sencillos. Estudio autónomo.	3.71	3.00	6.71
Semana 3:	2	Telescopios de antena simple. Diseño general de un radiotelescopio y principales componentes. Conceptos básicos relacionados con teoría de antenas: patrón de recepción, lóbulo principal, lóbulos laterales, superficie colectora, eficiencia de apertura, apertura eficaz, apertura del haz. Estudio autónomo y consolidación de estos conceptos.	3.71	4.00	7.71
Semana 4:	2	Continuación del aprendizaje relacionado con teoría de antenas. Directividad y ganancia. Temperatura de brillo y temperatura de antena. Temperatura de sistema. Ecuación del radiómetro ideal y del radiómetro real. Fluctuaciones de ganancia y ruido 1/f. Estudio autónomo y comienzo de la resolución del primer entregable.	3.71	4.00	7.71
Semana 5:	3	Radio-continuo. Emisión térmica de cuerpo negro. Emisión del polvo térmico. Emisión libre-libre. Estudio autónomo. Resolución del primer entregable.	3.71	5.00	8.71
Semana 6:	3	Radio-continuo. Emisión sincrotrón. Fondo Cósmico de Microondas y efecto Sunyaev-Zel'dovich. Otras aplicaciones astrofísicas. Estudio autónomo. Resolución del primer entregable.	3.71	6.00	9.71

Semana 7:	4	Líneas espectrales. Transporte radiativo, coeficientes de Einstein y temperatura de excitación. Líneas atómicas (21 cm, líneas de recombinación) y aplicaciones. Estudio autónomo, realización de casos prácticos. Entrega del primer entregable.	3.71	6.00	9.71
Semana 8:	4	Líneas espectrales. Líneas moleculares (CO e isótopos, H2, H2O). Aplicaciones astrofísicas. Estudio autónomo. Repaso general de la asignatura. Realización de problemas. Consultar con el profesorado aquello en lo que aún se tengan dudas. Comienzo de la resolución del segundo entregable de la asignatura.	4.00	6.00	10.00
Semana 9:		Estudio autónomo. Resolución del segundo entregable.	0.00	2.00	2.00
Semana 10:		Estudio autónomo. Resolución del segundo entregable.	0.00	2.00	2.00
Semana 11:		Estudio autónomo. Entrega del segundo entregable.	0.00	2.00	2.00
Semana 12:		Examen de la asignatura.	2.00	0.00	2.00
		Total	32.00	43.00	75.00