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 :

### Astrofísica de altas Energías y Astropartículas
### (2020 - 2021)

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

| Asignatura: Astrofísica de altas Energías y Astropartículas | Código: 275461215 |
|---|---|

- 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: **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 para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

**Profesor/a Coordinador/a: PABLO RODRIGUEZ GIL**

- Grupo: **G1 (único) para las clases teóricas. Primera parte de la asignatura.**

**General**
- Nombre: **PABLO**
- Apellido: **RODRIGUEZ GIL**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

**Contacto**
- Teléfono 1: **922318136**
- Teléfono 2: **922605200 (ext. 5506)**
- Correo electrónico: **prodrigu@ull.es**
- Correo alternativo: **prguez@iac.es**
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

| Desde | Hasta | Día | Hora inicial | Hora final | Localización | Despacho |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 12:00 | 14:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 12 |
| Todo el cuatrimestre | | Miércoles | 12:00 | 14:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 12 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 12:00 | 14:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 12 |
| Observaciones: Las tutorías podrán ser presenciales o no presenciales, dependiendo de la situación sanitaria y la situación de riesgo del alumno o de la alumna. | | | | | | |
| **Tutorías segundo cuatrimestre:** | | | | | | |
| **Desde** | **Hasta** | **Día** | **Hora inicial** | **Hora final** | **Localización** | **Despacho** |
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 12:00 | 14:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 12 |
| Todo el cuatrimestre | | Miércoles | 12:00 | 14:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 12 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 12:00 | 14:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 12 |
| Observaciones: Las tutorías podrán ser presenciales o no presenciales, dependiendo de la situación sanitaria y la situación de riesgo del alumno o de la alumna. | | | | | | |

**Profesor/a:** **RAMON JESUS GARCIA LOPEZ**

- Grupo: **G1 (único) para las clases teóricas. Segunda parte de la asignatura.**

**General**
- Nombre: **RAMON JESUS**
- Apellido: **GARCIA LOPEZ**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

**Contacto**
- Teléfono 1: **922318131**
- Teléfono 2: **922605386**
- Correo electrónico: **rjgarcia@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

| Desde | Hasta | Día | Hora inicial | Hora final | Localización | Despacho |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Todo el cuatrimestre | | Lunes | 17:00 | 19:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 7 |
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 17:00 | 19:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 7 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 17:00 | 19:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 7 |

Observaciones: Se ruega concertar día y hora a través del correo electrónico o teléfono, para que sea más eficiente.

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

| Desde | Hasta | Día | Hora inicial | Hora final | Localización | Despacho |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Todo el cuatrimestre | | Lunes | 17:00 | 19:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 7 |
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 17:00 | 19:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 7 |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 17:00 | 19:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | 7 |

Observaciones: Se ruega concertar día y hora en clase, o a través del correo electrónico o teléfono, para que sea más eficiente.

**Profesor/a:** **JOSEFA BECERRA GONZÁLEZ**

- Grupo: **G1 (único) para las clases teóricas. Segunda parte de la asignatura.**

**General**
- Nombre: **JOSEFA**
- Apellido: **BECERRA GONZÁLEZ**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

**Contacto**
- Teléfono 1:
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **jbecerra@ull.es**
- Correo alternativo: **jbecerra@iac.es**
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

| Desde | Hasta | Día | Hora inicial | Hora final | Localización | Despacho |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Todo el cuatrimestre | | Martes | 11:00 | 14:30 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 11:00 | 12:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | |
| Todo el cuatrimestre | | Jueves | 13:00 | 14:30 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | |

Observaciones: Las tutorías son flexibles, lo ideal es contactar conmigo (jbecerragonzalez@gmail.com, jbecerra@iac.es) y acordar una fecha/hora (no necesariamente dentro del horario propuesto).

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

| Desde | Hasta | Día | Hora inicial | Hora final | Localización | Despacho |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Todo el cuatrimestre | | Miércoles | 14:00 | 20:00 | Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B | |

Observaciones: Las tutorías son flexibles, lo ideal es contactar conmigo (jbecerragonzalez@gmail.com, jbecerra@iac.es) y acordar una fecha/hora (no necesariamente dentro del horario propuesto).

## 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Especialidad en Observación e Instrumentación**
Perfil profesional:

## 5. Competencias

### Competencia Específicas

**CE1** - Comprender los esquemas conceptuales básicos de la Astrofísica

### 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

**CX12** - Comprender el origen de las partículas de alta energía y de las astropartículas y su potencial de diagnóstico

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Profesor: Dr. Pablo Rodríguez Gil

Temas:
1. PROCESOS DE RADIACIÓN. FUENTES CÓSMICAS: Acreción. Fuentes acretantes. Fuentes no acretantes. Otras fuentes de rayos X. Otras fuentes de rayos gamma.

2. SISTEMAS DE DETECCIÓN: Naturaleza de la detección de rayos gamma. Interacción de la materia con los rayos gamma. Detectores (semiconductores, contadores de centelleo, etc). Apantallamiento y colimación. Limitaciones prácticas.

3. TÉCNICAS DE IMAGEN: Cuasi-imágenes. Detectores colimados. Métodos de imagen directa. Detectores capaces de formar una imagen. Moduladores de imágenes.

4. SENSIBILIDAD EN EL CONTINUO Y EN LÍNEAS DE EMISIÓN: Cálculo de la sensibilidad. Sensibilidad del continuo. Parámetros asociados a la sensibilidad del telescopio. Sensibilidad en líneas.

5. MISIONES ESPACIALES: Selección de la órbita. Vida de la misión. Capacidad de la lanzadera. Otros factores técnicos.

6. PROYECTO PRÁCTICO EN EQUIPO INTERNACIONAL: Definición de la misión. El detector. Estimaciones de la sensibilidad. Eficiencia. Optimización del diseño.

Profesores: Dr. Ramón J. García López y Dra. Josefa Becerra González

Temas

1. El Universo violento.

2. Rayos cósmicos.

3. Rayos gamma de muy alta energía.

4. Objetos astrofísicos con muy altas energías.

5. Técnicas de observación de rayos cósmicos y rayos gamma.

6. Telescopios e instrumentos.

7. Proyecto práctico usando datos de rayos gamma de muy alta energía.

**Actividades a desarrollar en otro idioma**

– Las clases se impartirán apoyándose en proyección de diapositivas cuyo contenido está escrito en inglés. Estas contienen multitud de referencias y enlaces a artículos científicos escritos en ese idioma.

– Actividad a desarrollar en inglés, supervisada por los profesores de la asignatura y profesores de la University of Southampton y la University College Dublin.

Tema:

PROYECTO PRÁCTICO EN EQUIPO INTERNACIONAL SOBRE UNA MISIÓN ESPACIAL EN ALTAS ENERGÍAS: Definición de la misión. El detector. Estimaciones de la sensibilidad. Eficiencia. Optimización del diseño.

Este proyecto internacional está descrito en la publicación: Dean y Pérez Fournon, 2003, European Journal of Physics, 24, S25, “Design course in space astronomy”.

En el caso de que el alumnado de Southampton y Dublín no pueda desplazarse a Tenerife, se realizará el mismo proyecto práctico dividiendo al alumnado de la ULL en grupos.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

**Descripción**

Las clases se impartirán de forma presencial por turnos diarios en el horario oficial establecido. Los turnos se establecerán mediante la confección de grupos utilizando el aula virtual de la asignatura. Además, las clases presenciales se transmitirán simultáneamente de forma audiovisual. De esta manera, los alumnos a los que no les toque asistir ese día, o bien decidan no hacerlo, podrán seguir las clases de forma remota. Dichas clases no se grabarán.

En las clases teóricas los profesores exponen los contenidos de los temas.

En la primera parte de la asignatura se organizan los grupos de trabajo para el proyecto práctico en equipo internacional que tendrá lugar en periodo docente en una semana cercana a las vacaciones de Semana Santa, durante la visita a la ULL de los grupos de estudiantes y profesores de la University of Southampton y la University College Dublin.

En la semana del proyecto práctico internacional los estudiantes de la ULL trabajan con los estudiantes de la University of Southampton y la University College Dublin en grupos de 6-8 estudiantes supervisados por los profesores responsables de la asignatura y los profesores visitantes. Los resultados de los trabajos de cada grupo son presentados en inglés en una sesión conjunta de todos los grupos.

**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 | 40,00 | 0,00 | 40,0 | [CX12], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE1] |
| Realización de trabajos (individual/grupal) | 14,00 | 0,00 | 14,0 | [CX12], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE1] |
| Estudio/preparación de clases teóricas | 0,00 | 45,00 | 45,0 | [CX12], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE1] |
| Estudio/preparación de clases prácticas | 0,00 | 45,00 | 45,0 | [CX12], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE1] |
| Asistencia a tutorías | 6,00 | 0,00 | 6,0 | [CX12], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE1] |
| Total horas | 60,00 | 90,00 | 150,00 | |
| | | Total ECTS | 6,00 | |

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

Longair, M. S. (1992):
High Energy Astrophysics
(segunda edición). Cambridge University Press (
Enlace a Biblioteca ULL
)
Lena, P. (2012):
Observational Astrophysics
. Springer (
Enlace a libro on-line ULL
)
Bird, A. J., Pérez Fournon, I., & Knigge, C. (2014):
Design Course in Gamma Ray Astronomy
, Dept. of Physics and Astronomy, University of Southampton
Charles, P. & Seward, F. (1995):
Exploring the X-ray Universe
. Cambridge University Press (
Enlace a Biblioteca ULL
)
Kidger, M. R., Pérez-Fournon, I., & Sánchez, F. (1999):
Internet Resources for Professional Astronomy
. Cambridge University Press (
Enlace a Biblioteca ULL
)

### Bibliografía Complementaria

Rybicki, G. B. & Lightman, A. P. (1983):
Radiative Processes in Astrophysics
. Wiley (
Enlace a Biblioteca ULL
)
Frank, J., King, A. R., & Raine, D. J. (1992):
Accretion Power in Astrophysics
. Cambridge University Press (
Enlace a Biblioteca ULL
)

### Otros Recursos

Recursos en internet sobre astrofísica de altas anergías y astropartículas proporcionados por el profesorado de la asignatura y disponibles también en los ordenadores del Centro de Cálculo de Alumnos del Departamento de Astrofísica. Las diapositivas en las que se apoyan las clases magistrales estarán disponibles en el Aula Virtual o en un repositorio con antelación a las clases correspondientes.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

**Descripción**

La evaluación de la primera parte de la asignatura, *Astrofísica de Altas Energías*, tendrá en cuenta la evaluación continua (50%; participación activa en clase y durante el proyecto internacional), y la presentación individual de los resultados de dicho proyecto (50%).

La evaluación de la segunda parte de la asignatura, *Astropartículas*, estará basada en un informe de un trabajo práctico en grupo (75%), y la evaluación continua (25%; participación activa en clase).

El 70% de la nota final vendrá de la primera parte de la asignatura, y el 30% de la segunda parte. Esto ha sido tenido en cuenta para la ponderación presentada en la siguiente tabla de estrategia evaluativa.

**Estrategia Evaluativa**

| Tipo de prueba | Competencias | Criterios | Ponderación |
|---|---|---|---|
| Trabajos y proyectos | [CX12], [CB10], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE1] | Participación activa en el proyecto internacional. Realización de las tareas concretas asignadas en el grupo de prácticas. Capacidad de liderazgo y de trabajo en grupo. | 42,50 % |
| Informes memorias de prácticas | [CX12], [CB8], [CB7], [CB6], [CG4], [CG2], [CE1] | A) Proyecto internacional<br><br>Contenido científico de la presentación.<br>Calidad de la presentación.<br>Corrección y precisión de las respuestas a las preguntas en las reuniones de supervisión y en la presentación final en inglés.<br><br>B) Práctica sobre astropartículas<br><br>Conocimientos teóricos y prácticos presentados en el trabajo en grupo sobre astropartículas. | 57,50 % |

## 10. Resultados de Aprendizaje

Esta asignatura está diseñada para introducir a los estudiantes en los conceptos básicos de la astrofísica de muy altas energías. Los primeros temas hacen un repaso de los fenómenos astrofísicos que configuran el “universo violento”, es decir, aquellos en los que se genera una ingente cantidad de energía que sólo puede ser observada mediante técnicas muy especializadas. Una parte importante del desarrollo de la asignatura se da en el marco de una colaboración docente con la University of Southampton (Reino Unido) y la University College Dublin (Irlanda). Los estudiantes aprenderán los principales procesos de emisión en rayos X y gamma, los detectores y sistemas de formación de imagen en satélites espaciales y aplicarán dichos conocimientos a un trabajo práctico de diseño de una nueva misión espacial de altas energías en grupos internacionales de estudiantes (La Laguna, Southampton y Dublín), supervisados por los profesores de la asignatura de la ULL y profesores de Southampton y Dublín. Los objetivos de la colaboración internacional en la que se encuadra parte de esta asignatura están descritos en la publicación: Dean y Pérez Fournon, 2003, European European Journal of Physics, 24, S25, “Design course in space astronomy”.

La última parte de la asignatura proporciona una descripción de la fenomenología básica de las astrofísica de muy altas energías. En ella se trata la relación entre partículas cargadas muy energéticas (rayos cósmicos) y fotones de muy alta energía (rayos gamma) para discutir cómo algunas partículas pueden ser aceleradas hasta grandes energías. Por último, se hace un recorrido por las tres grandes colaboraciones internacionales en este campo en las que están involucrados la ULL y el Instituto de Astrofísica de Canarias.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

**Descripción**

– Semanas 1 a 6

Temas 1 a 5 de Astrofísica de Altas Energías.

Clases teóricas de Astrofísica de Altas Energías.

Preparación del proyecto práctico en equipo internacional.

- Semana 7

Aplicación práctica de los temas 1 a 5 de Astrofísica de Altas Energías.

Proyecto práctico en equipo internacional de Astrofísica de Altas Energías.

- Semanas 8 a 12

Temas 1 a 6 de Astropartículas.

Clases teóricas de Astropartículas.

-Semanas 13 a 14

Trabajo práctico usando datos de rayos gamma de muy alta energía.

| Segundo cuatrimestre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Semana | Temas | Actividades de enseñanza aprendizaje | Horas de trabajo presencial | Horas de trabajo autónomo | Total |
| Semana 1: | 1 (Astrofísica de Altas Energías) | | 2.00 | 5.00 | 7.00 |
| Semana 2: | 1 (Astrofísica de Altas Energías) | | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 3: | 2 (Astrofísica de Altas Energías) | | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 4: | 3 (Astrofísica de Altas Energías) | | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 5: | 4 (Astrofísica de Altas Energías) | | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 6: | 5 (Astrofísica de Altas Energías) | | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 7: | 6 (Astrofísica de Altas Energías) | | 8.00 | 15.00 | 23.00 |
| Semana 8: | 1 (Astropartículas) | | 2.00 | 5.00 | 7.00 |
| Semana 9: | 2 (Astropartículas) | | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 10: | 3 (Astropartículas) | | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 11: | 4 (Astropartículas) | | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 12: | 5, 6 (Astropartículas) | | 4.00 | 5.00 | 9.00 |
| Semana 13: | 7 (Astropartículas) | | 6.00 | 10.00 | 16.00 |
| Semana 14: | 7 (Astropartículas) | | 6.00 | 10.00 | 16.00 |
| | | Total | 60.00 | 90.00 | 150.00 |