

Guía docente de la asignatura

## Astropartículas (M44/56/2/20)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 18/07/2023

### Máster

Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica

### MÓDULO

Física de Partículas y Astrofísica

### RAMA

Ciencias

### CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO

Escuela Internacional de Posgrado

### Semestre

Segundo

### Créditos

6

### Tipo

Optativa

### Tipo de enseñanza

Presencial

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Se requieren conocimientos básicos de teoría de campos y partículas, mecánica cuántica, astrofísica y métodos matemáticos para la física

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Física de astropartículas: neutrinos, rayos cósmicos cargados, rayos gamma, materia oscura.

### COMPETENCIAS

#### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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 (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- 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.

- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- 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.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)



El alumno sabrá/comprenderá:

- Los resultados experimentales de vanguardia y las nuevas oportunidades de investigación en Astropartículas.
- La fenomenología y las técnicas de detección de neutrinos, rayos cósmicos cargados y materia oscura.
- Los principios básicos de la detección y análisis de los rayos cósmicos.

El alumno será capaz de:

- Comprender e interpretar los resultados de medidas experimentales y simulaciones numéricas.
- Desarrollar modelos simples capaces de responder cuestiones en el campo de la física de astropartículas.
- Diseñar experimentos que midan los parámetros de esos modelos.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

**Tema 1. Introducción.** Partículas y radiación en el Universo.

**Tema 2. Rayos cósmicos neutros.** Neutrinos y sus propiedades básicas (masas, oscilaciones, fuentes, detección).

**Tema 3. Rayos cósmicos cargados.** Espectro de energía. Composición química. Fuentes. Radiación de energía ultra-alta.

**Tema 4. Materia oscura.** Evidencia de su existencia y potenciales candidatos. Métodos de detección directa e indirecta.

**Tema 5. Rayos gamma.** Producción y detección de rayos gamma.

### PRÁCTICO

- Seminarios/Talleres
- Resolución en clase de problemas asociados a los contenidos teóricos.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- T. Stanev, "High Energy Cosmic Rays". Springer; ISBN: 978-3540851486.
- M. Spurio, "Particles & Astrophysics". Springer; ISBN: 978-3-319-08050-5.
- C. Grupen, "Astroparticle Physics". Springer; ISBN: 978-3-642-06455-5.
- D.H. Perkins, "Particle Astrophysics". Oxford University Press; ISBN: 978-0198509523.
- A. De Angelis & M. Pimenta, "Introduction to Particle and Astroparticle Physics". Springer; ISBN: 978-3-319-78180-8
- L. Bergstrom & A. Goobar, "Cosmology and Particle Astrophysics". Springer; ISBN:



978-3540329244.

- M. Thomson, "Modern Particle Physics". Cambridge University Press; ISBN: 9781139525367.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- R. Mohapatra & P. Pal, "Massive Neutrinos in Physics and Astrophysics". World Scientific, ISBN:978-9812380708.
- E. Kolb & M.S. Turner, "The Early Universe". Addison-Wesley; ISBN: 978-0201626742.
- Rubbia, A. (2022). Phenomenology of Particle Physics. Cambridge: Cambridge University. ISBN:978-1316519349

### ENLACES RECOMENDADOS

- Noticias sobre física de partículas y astropartículas: <http://www.particlephysics.ac.uk/>  
<http://www.interactions.org/>
- Red nacional de física de astropartículas: <http://www.renata.es/es/>
- Red europea de física de astropartículas: <http://www.aspera-eu.org/>  
<http://www.astroparticle.org/>
- SPIRES (base de datos del campo): <http://www.slac.stanford.edu/spires/hep/>
- R.K.Bock & W. Krischer, The Particle Detector Briefbook: <http://rd11.web.cern.ch/RD11/rkb/titleD.html>
- R.K. Bock & A. Vasilescu, The Data Analysis Briefbook: <http://rkb.home.cern.ch/rkb/titleA.html>

### METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral (Clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- MD02 Actividades prácticas (Clases prácticas). Para desarrollar en el alumnado las habilidades instrumentales de la materia.
- MD03 Seminarios. Para desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- MD04 Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.
- MD05 Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- MD06 Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

### EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)



### EVALUACIÓN ORDINARIA

- Examen escrito (20%)
- Entrega de ejercicios resueltos fuera de las horas lectivas (40%)
- Presentaciones en clase (40%)

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Examen escrito (100%)

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Examen escrito (100%)

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

