

SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER	TIPO DE ENSEÑANZA	IDIOMA DE IMPARTICIÓN
2º	6	Optativa	Presencial / Semipresencial / Virtual	Español
MÓDULO		Física de partículas y astrofísica		
MATERIA		Física de partículas y astropartículas		
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO		Escuela Internacional de Posgrado		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE		Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica		
CENTRO EN EL QUE SE IMPARTE LA DOCENCIA		Facultad de Ciencias		
PROFESORES⁽¹⁾				
Antonio Bueno Villar				
DIRECCIÓN		Dpto. de Física Teórica y del Cosmos, planta baja (Edificio Mecenas), Facultad de Ciencias. Despacho nº 27. Correo electrónico: a.bueno@ugr.es		
TUTORÍAS		L 16:00 - 18:00, V 10:00 - 14:00		
Diego García Gámez				
DIRECCIÓN		Dpto. de Física Teórica y del Cosmos, planta baja (Edificio Mecenas), Facultad de Ciencias. Despacho A06. Correo electrónico: dgarcia@ugr.es		
TUTORÍAS		L 10:00 -13:00, X 10:00 - 13:00		
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS				
COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES				
CG1 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.				
CG2 - 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				

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))

foco de interés y atención.

CG3 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

CB4 - 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

CB5 - 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

CB6 - 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

CB7 - 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

CB8 - 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 ESPECÍFICAS

CE1 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.

CE2 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.

CE3 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.

CE4 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

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.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN LA MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO)

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

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO 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.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

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

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

PRÁCTICAS DE CAMPO:

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. Gruppen, "Astroparticle Physics". Springer; ISBN: 978-3-642-06455-5.
- D.H. Perkins, "Particle Astrophysics". Oxford University Press; ISBN: 978-0198509523.
- 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.

ENLACES RECOMENDADOS (OPCIONAL)

- 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



- **Clases:** para transmitir los contenidos del curso, discutir conceptos y aclarar dudas a los alumnos.
- **Seminarios al final de cada bloque temático:** para que el alumno asimile conocimientos y procedimientos.
- **Tutorías:** para facilitar el trabajo autónomo y en grupo de los alumnos.
- **Trabajo individual de alumnos:** para que el alumno adquiriera hábitos como la planificación del trabajo, diseño de estrategias y resolución de problemas.
- **Páginas Web:** se utilizarán numerosos materiales que complementen los contenidos discutidos en las clases.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

CONVOCATORIA ORDINARIA

- Examen escrito (30%)
- Entrega de ejercicios resueltos fuera de las horas lectivas (50%)
- Presentaciones en clase (20%)

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- Examen escrito (100%)

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA *NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA*

- Examen escrito

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.

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Antonio Bueno: L 16:00 - 18:00, V 10:00 - 14:00 Diego García: L 10:00 - 13:00, X 10:00 - 13:00	Si no se pudieran llevar a cabo en persona: Sesiones de teleconferencia (grupal o personalizada); atención por email.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Si fuera necesario: video tutoriales con herramientas como Zoom, Google Meet.
- Lectura de artículos recientes (fuente: arxiv.org) que compendian los conocimientos de los temas propios de la asignatura. Trabajo individual en casa de los alumnos.
- Proveer a los estudiantes con enlaces a vídeos grabados en las escuelas de verano internacionales más prestigiosas donde se tratan los temas que son objetos de esta asignatura.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria



Si no se pudiera llevar a cabo presencialmente, estas son las modificaciones previstas:

• **Entrega por email de ejercicios resueltos de manera individual.**

Descripción: Problemas relacionados con la parte de teoría de la asignatura.

Criterios de evaluación: los habituales para este tipo de prueba

Porcentaje sobre calificación final: 50%

• **Responder a preguntas asociadas a la lectura de artículos donde se describen los experimentos más relevantes del campo (entrega por email).**

Descripción: Responder a un cuestionario que versa sobre los aspectos clave del artículo objeto de estudio.

Criterios de evaluación: los habituales para este tipo de prueba

Porcentaje sobre calificación final: 30%

• **Trabajo individual: memoria resumen explicando cómo diseñar un experimento capaz de dar respuesta a alguno de los problemas abiertos que se discuten en la asignatura. (Presentación y defensa por videoconferencia)**

Descripción: Responder a un cuestionario que versa sobre los aspectos clave del artículo objeto de estudio.

Criterios de evaluación: se valorará la originalidad en la resolución y grado de comprensión del problema planteado

Porcentaje sobre calificación final: 20%

Convocatoria Extraordinaria

• **Examen con cuestionario tipo test con las herramientas disponibles en PRADO.**

Descripción; relación de preguntas tipo test relacionadas con la materia de la asignatura.

Criterios de evaluación: los habituales para este tipo de prueba.

Porcentaje sobre calificación final: 100%.

Evaluación Única Final

• **Examen con cuestionario tipo test con las herramientas disponibles en PRADO.**

Descripción; relación de preguntas tipo test relacionadas con la materia de la asignatura.

Criterios de evaluación: los habituales para este tipo de prueba.

ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Antonio Bueno: L 16:00 - 18:00, V 10:00 - 14:00 Diego García: L 10:00 - 13:00, X 10:00 - 13:00	Sesiones de teleconferencia (grupal o personalizada); atención por email.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases retransmitidas con herramientas como Zoom, Google Meet.
- Lectura de artículos recientes (fuente: arxiv.org) que compendian los conocimientos de los temas propios de la asignatura. Trabajo individual en casa de los alumnos.
- Proveer a los estudiantes con enlaces a vídeos grabados en las escuelas de verano internacionales más prestigiosas donde se tratan los temas que son objetos de esta asignatura.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

Convocatoria Ordinaria

• **Entrega por email de ejercicios resueltos de manera individual.**

Descripción: Problemas relacionados con la parte de teoría de la asignatura.

Criterios de evaluación: los habituales para este tipo de prueba

Porcentaje sobre calificación final: 50%



• **Responder a preguntas asociadas a la lectura de artículos donde se describen los experimentos más relevantes del campo (entrega por email).**

Descripción: Responder a un cuestionario que versa sobre los aspectos clave del artículo objeto de estudio.

Criterios de evaluación: los habituales para este tipo de prueba

Porcentaje sobre calificación final: 30%

• **Trabajo individual: memoria resumen explicando cómo diseñar un experimento capaz de dar respuesta a alguno de los problemas abiertos que se discuten en la asignatura. (Presentación y defensa por videoconferencia)**

Descripción: Responder a un cuestionario que versa sobre los aspectos clave del artículo objeto de estudio.

Criterios de evaluación: se valorará la originalidad en la resolución y grado de comprensión del problema planteado.

Porcentaje sobre calificación final: 20%.

Convocatoria Extraordinaria

• **Examen con cuestionario tipo test con las herramientas disponibles en PRADO.**

Descripción; relación de preguntas tipo test relacionadas con la materia de la asignatura.

Criterios de evaluación: los habituales para este tipo de prueba.

Porcentaje sobre calificación final: 100%.

Evaluación Única Final

• **Examen con cuestionario tipo test con las herramientas disponibles en PRADO.**

Descripción; relación de preguntas tipo test relacionadas con la materia de la asignatura.

Criterios de evaluación: los habituales para este tipo de prueba.

