

Curso Académico: 2022/23

68361 - Física de astropartículas I: rayos gamma, neutrinos y rayos cósmicos

Información del Plan Docente

Año académico: 2022/23

Asignatura: 68361 - Física de astropartículas I: rayos gamma, neutrinos y rayos cósmicos

Centro académico: 100 - Facultad de Ciencias

Titulación: 628 - Máster Universitario en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas

Créditos: 6.0

Curso: 01

Periodo de impartición: Primer semestre

Clase de asignatura: Optativa

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Esta asignatura dará a los estudiantes una visión actualizada del estado de las investigaciones desarrolladas para entender el origen, la naturaleza, y métodos de detección de los distintos tipos de astropartículas: rayos gamma, rayos cósmicos y neutrinos.

El enfoque de la asignatura será fenomenológico, complementando el enfoque más teórico que seguirán otras asignaturas del máster. Se centrará en entender el origen, la naturaleza, y la propagación de estas astropartículas, así como sus interacciones en la atmósfera, su espectro y flujo sobre la superficie terrestre y los diferentes experimentos para su detección. Un segundo bloque está dedicado específicamente a los neutrinos, su naturaleza, oscilaciones y experimentos tanto para el cálculo de parámetros de oscilación como para la determinación de su masa. Finalmente, se hablará de todas estas partículas dentro de un enfoque de multimensajeros del Universo.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia para contribuir en cierta medida a su logro: Objetivo 4: Educación de calidad; Objetivo 5: Igualdad de género; Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras;

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura conforma, junto con la de *Física de astropartículas II: el universo oscuro*, la materia de *Física de astropartículas*. Esta primera parte ofrece a los estudiantes una revisión profunda de las teorías y de los experimentos en el campo de los rayos gamma, los rayos cósmicos, los neutrinos y de la astronomía multimensajera. Estos temas serán de interés no solo para estudiantes que quieran seguir líneas de investigación en Física de Astropartículas sino también para aquellos interesados en Física de Partículas o en Astrofísica.

Así, la materia de *Física de Astropartículas*, junto con las tres asignaturas de la materia de *Técnicas instrumentales* y asignaturas de otras materias como *Cosmología y relatividad*, *Física de Partículas*, o *Astrofísica*, pueden formar parte de un currículo orientado hacia la vertiente experimental de Física de Astropartículas. Por otra parte, también puede formar parte de currículos orientados hacia la fenomenología de Física de partículas, o hacia la Astrofísica.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para poder seguir el curso son necesarios conceptos de Física nuclear y de partículas, así como nociones de estadística. Son aconsejables conocimientos básicos de algunas técnicas experimentales en el campo.

Es aconsejable estudiar junto con esta asignatura las de *Cosmología I* y *Física de Partículas I*, además de la asignatura experimental de *Técnicas de bajo fondo*.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:

- Integrarse como investigadores o técnico cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.

- Utilizar técnicas y herramientas informáticas de modelización, simulación y análisis de datos más comunes en los ámbitos del Título.
- Analizar, tratar e interpretar datos experimentales obtenidos en experimentos de los ámbitos del Título.
- Enfrentarse a problemas y desarrollos teóricos en los ámbitos del Título.
- Profundizar en un tema de investigación y conocer los avances más recientes y las actuales líneas de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.
- Reconocer la naturaleza de los rayos cósmicos, su naturaleza y métodos de detección.
- Comprender la relevancia del neutrino en la física solar y en cosmología.
- Entender la importancia de la astronomía multimensajera.

2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados:

- Conocer las técnicas de detección de rayos gamma, rayos cósmicos y neutrinos de alta energía.
- Conocer los tipos de fuentes y los mecanismos de producción de astropartículas.
- Saber analizar los procesos que tienen lugar en la propagación de las astropartículas, tanto convencionales como posibles nuevos procesos en extensiones del Modelo Estándar.
- Tener una visión global de los resultados teóricos y experimentales sobre oscilaciones de neutrinos.
- Conocer el papel del neutrino en astrofísica y cosmología.
- Describir, en una astronomía de multimensajeros, las diferentes observaciones de un mismo evento cósmico.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La Física de Astropartículas es un campo de la Física en expansión donde coinciden el desarrollo de detectores, la Física de Partículas, la Cosmología, la Astronomía y la Física Nuclear. Debido a esto, los temas cubiertos requieren una aproximación multidisciplinar que enriquece fuertemente la educación de los estudiantes. En España, el Laboratorio Subterráneo de Canfranc ha permitido tener una amplia experiencia en este campo y su existencia junto con el trabajo de grupo nacionales van a impulsar la Física de Astropartículas y la demanda de profesionales formados en la ciencia y tecnología de este tipo de estudios. En esta primera parte, se entrará en contacto, además, con investigaciones sobre rayos cósmicos realizadas en otras grandes instalaciones.

Además, el curso permitirá a los estudiantes desarrollar habilidades de crítica y análisis, muy útiles para enfrentar muchos de los problemas en Física y áreas relacionadas. Por otra parte, como los estudios de Máster son un puente al lugar de trabajo o a futuros estudios de doctorado, su instrucción se verá complementada en formas que van más allá de las puramente académicas al estar en contacto con investigadores que trabajan en estas líneas.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- Valoración de informes y trabajos escritos 20%
- Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades 30%
- Valoración de exposiciones orales de trabajos 10%
- Valoración de las pruebas de evaluación 30%
- Evaluación del trabajo computacional 10%

La nota final se obtendrá según el porcentaje asignado a cada actividad de evaluación. Para superar la asignatura esta nota final debe no ser inferior a 5.0 y no inferior a 4.0 en cada una de las actividades.

Superación de la asignatura mediante una prueba global única

La asignatura ha sido diseñada para estudiantes que asistan a las clases presenciales en el aula, y realicen las actividades de evaluación anteriormente expuestas. Sin embargo, habrá también una prueba de evaluación para aquellos estudiantes que no hayan realizado las actividades de evaluación o no las hayan superado.

Esta prueba de evaluación global se realizará en las fechas establecidas por la Facultad de Ciencias y consistirá en una evaluación de los mismos resultados de aprendizaje que en las pruebas de evaluación continua.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

- Clases magistrales participativas
- Aprendizaje basado en problema
- Resolución de casos
- Prácticas computacionales
- Exposiciones orales de trabajos
- Trabajos escritos
- Tutorías
- Trabajo en pequeños grupos
- Trabajo y estudio personal
- Pruebas de evaluación

4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades:

1. Participación y asistencia a lecciones magistrales de forma presencial o telemática: 30 horas presenciales.
2. Análisis de casos, puesta en común y debate sobre los contenidos de la asignatura: 10 horas, 7 presenciales.
3. Resolución de problemas relacionados con los contenidos de la asignatura: 10 horas, 7 presenciales.
4. Realización de prácticas de computación: 10 horas, 7 presenciales.
5. Realización y presentación escrita de trabajos: 20 horas no presenciales.
6. Realización y presentación oral de trabajos: 10 horas, 1 presencial.
7. Tutorías de forma presencial o telemática: 10 horas, 5 presenciales.
8. Estudio individual: 40 horas no presenciales.
9. Pruebas de evaluación escrita u oral: 3 horas presenciales.
10. Debates en foro de discusión: 7 horas no presenciales.

Las actividades docentes y de evaluación se llevarán a cabo de modo presencial salvo que, debido a la situación sanitaria, las disposiciones emitidas por las autoridades competentes y por la Universidad de Zaragoza obliguen a realizarlas de forma telemática o semi-telemática con aforos reducidos rotatorios

4.3. Programa

1. Historia de los rayos cósmicos. Origen galáctico y extragaláctico de los rayos cósmicos y rango de energías.
2. Fuentes de rayos cósmicos, mecanismos de aceleración y propagación en el espacio.
3. Fuentes galácticas y extragalácticas de rayos gamma.
4. Técnicas de detección de rayos gamma y rayos cósmicos.
5. Rayos cósmicos sobre la superficie terrestre y en laboratorios subterráneos.
6. Neutrinos en astrofísica y cosmología.
7. Detectores y telescopios de neutrinos.
8. Astronomía multimensajera.
9. Tests de simetrías fundamentales en física de astropartículas.

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las fechas serán establecidas y anunciadas por los profesores al inicio del curso.

Las clases comenzarán y finalizarán en las fechas indicadas por la Facultad de Ciencias.

- Clases de teoría y problemas: 2/3 sesiones por semana.
- Clases de prácticas de computación: serán anunciadas por los profesores a comienzo del curso
- Sesiones de evaluación: fechas a decidir.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=68361>