Curso Académico: 2022/23

68368 - Instrumentación avanzada para experimentos de astronomía y física de partículas

Información del Plan Docente

Año académico: 2022/23
Asignatura: 68368 - Instrumentación avanzada para experimentos de astronomía y física de partículas
Centro académico: 100 - Facultad de Ciencias
Titulación: 628 - Máster Universitario en Física del Universo: Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astroparticulas
Créditos: 6.0
Curso: 01
Periodo de impartición: Segundo 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:

La asignatura de *Instrumentación avanzada para experimentos de astronomía y física de partículas* está recomendada para aquellos estudiantes que deseen proseguir su actividad profesional o desarrollar su Tesis Doctoral en cualquiera de los ámbitos más experimentales de la física de partículas y en la astronomía observacional. Se plantea como un curso en el que los alumnos se familiarizarán con las técnicas de adquisición y procesamiento de las señales procedentes de detectores de radiación y partículas, especialmente aquellas que requieren de instrumentación específica o técnicas de procesamiento y acondicionado tanto analógicas como digitales de alto rendimiento, diseñadas para su aplicación a medidas en el límite físico de resolución. Asimismo, adquirirán las habilidades necesarias para el diseño óptico de un telescopio y de su instrumentación, desde cámaras más sencillas hasta espectrógrafos ?echelle?. Aunque en este ámbito el enfoque sea principalmente en la astronomía óptica e infrarroja, se ofrecerán también bases para instrumentación en otros rangos de longitud de onda, como rayos X y radio.

El objetivo de la asignatura es que el alumno sea capaz de analizar y determinar los requisitos de medida para un proceso experimental concreto, de conocer y comprender sus limitaciones, y ser capaz de diseñar y poner en práctica un sistema de instrumentación automatizado con posibilidad de control remoto.

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 8: Igualdad de género; Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras;

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Los detectores empleados en física de partículas, así como los instrumentos instalados en los telescopios (y los mismos telescopios) utilizados en astronomía, han ido evolucionando en las últimas décadas hacia sistemas extremadamente complejos cuya comprensión es necesaria para un aprovechamiento científico completo.

Estos avances, asociados tanto en el incremento en rangos de medida como en resolución, han conllevado la correspondiente adaptación de la instrumentación necesaria para la adquisición, acondicionado y sincronización de las medidas obtenidas. La asignatura de Instrumentación avanzada para experimentos de astronomía y física de partículas proporciona al alumno conocimientos y capacidades necesarias para, a partir de las especificaciones del sistema de detección, realizar con éxito un proceso de medida y caracterización de un sistema en estudio en todas sus fases, desde el análisis y diseño de un sistema de acondicionado y medida, automatización del proceso de adquisición de datos y procesamiento de medidas.

Entender el funcionamiento de estos sistemas permite no solo su uso sino también entender sus limitaciones a la hora de preparar observaciones o analizar los datos obtenidos.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

En esta asignatura se presentan en detalle las principales técnicas de adquisición y medida empleadas en un laboratorio avanzado haciendo uso de sistemas de instrumentación inteligente, así como los conocimientos básicos de tratamiento y procesado de medidas necesarios para su adecuada interpretación. Para obtener el máximo aprovechamiento de esta asignatura es recomendable aunque no imprescindible haber cursado asignaturas relacionadas con las técnicas experimentales en la Física y la óptica, que incluyan contenidos de principios básicos de transducción física de sensores, óptica básica, procesado analógico de señales eléctricas, instrumentación electrónica, técnicas específicas de instrumentación automatizada para la física experimental, adquisición de señales y principios de conversión analógico-digital.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

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

- Integrarse como investigadores o técnicos cualificados en equipos de investigación en los ámbitos de Cosmología, Astrofísica, Partículas y Astropartículas.
- Analizar, tratar e interpretar datos experimentales obtenidos en experimentos de los ámbitos del Título.
- Manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de Título.

2.2. Resultados de aprendizaje

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

- Conocer los fundamentos ópticos de la instrumentación en astronomía.
- Saber utilizar los instrumentos ópticos utilizados en astronomía.
- Ser capaz de desarrollar y aplicar interfaces electrónicos específicos de precisión (bajo ruido, alta sensibilidad, etc.).
- Ser capaz de diseñar un circuito de acondicionamiento de señal para las especificaciones de un dispositivo de detección determinado.
- Ser capaz de programar un entorno multi-instrumento de adquisición de medidas.
- Ser capaz de diseñar un sistema automático y remoto de control sencillo

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Los procesos de medida requieren en muchas ocasiones el diseño e implementación de sistemas electrónicos de acondicionado específicos, el empleo de una instrumentación adecuada y un protocolo de medida concreto, determinado por factores relacionados con las magnitudes a medir y las técnicas de detección asociadas: espectro de la señal procedente del sistema detector, amplitud, su rango de frecuencias, el nivel de ruido asociado al proceso de detección o la velocidad y frecuencia de las adquisiciones, son algunos de ellos. El uso y el desarrollo de instrumentación astronómica, cuya complejidad aumenta cada vez más, requiere de forma imprescindible el conocimiento de las bases de óptica, electrónica y software detrás de su funcionamiento.

Disponer de los conocimientos y capacitación adecuados para abordar todas esas cuestiones es un valor añadido en un currículo científico-técnico, que permite tener una perspectiva general del problema que se pretende abordar, dando una visión crítica de los resultados obtenidos El adecuado acondicionado, pre- y post-procesado de las magnitudes procedentes del detector, así como la selección de la instrumentación correcta y el preciso diseño del protocolo de automatización de las medidas resulta particularmente importante en aquellos procesos de medida de larga duración o grandes dimensiones, como pueden ser los asociados a los ámbitos de la astronomía o la física de partículas.

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:

- Evaluación del trabajo en el laboratorio (40%)
- Valoración de informes y trabajos escritos (40%)
- Valoración de análisis de casos, resolución de problemas, cuestiones y otras actividades (10%)
- Valoración de las pruebas de evaluación (10%)

Para aquellos alumnos que no hayan superado la asignatura con las actividades propuestas, el profesor podrá optar por proponer el desarrollo de trabajos compensatorios de dedicación equivalente o por la realización de una prueba teórico-práctica en el laboratorio, en fecha establecida por el calendario oficial de exámenes.

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 problemas
- Resolución de casos
- Prácticas en el laboratorio
- Trabajos escritos
- Informes de prácticas
- 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: 20 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 laboratorio: 20 horas presenciales.
5. Realización y presentación escrita de trabajos: 20 horas no presenciales.
6. Elaboración de informes de prácticas: 18 horas no presenciales.
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: 2 horas 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. Transducción en detectores de física de partículas y astronomía
2. Fundamentos ópticos e instrumentación en astronomía: telescopios, espectrógrafos, interferómetros y polarímetros. Óptica adaptativa. CCDs para astronomía
3. Instrumentación astronómica para el espacio. Instrumentación para rayos X y gamma.
4. Radiotelescopios.
5. Observatorios astronómicos modernos, observatorios robóticos, sistemas de control y sistemas de reducción de datos
6. Instrumentación electrónica y procesado en el límite de detección
    - Nanovoltímetro, picoamperímetro, medida de resistencias
    - Ruido eléctrico. Fuentes y cancelación
7. Fundamentos de control automático de procesos y laboratorios remotos.
8. Calibración de instrumentos.

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

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 sesiones por semana.
- Clases de laboratorio: serán anunciadas por los profesores al comienzo del curso.
- Sesiones de evaluación: fechas a decidir

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=68368