

Métodos y técnicas de detección en física de partículas

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA DE PARTÍCULAS Y DEL COSMOS

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO

Este documento puede utilizarse como documentación de referencia de esta asignatura para la solicitud de reconocimiento de créditos en otros estudios. Para su plena validez debe estar sellado por la Secretaría de Estudiantes UIMP.



DATOS GENERALES

Breve descripción

Introducción teórica y práctica de las tecnologías de detección usadas en física de partículas elementales con especial énfasis en las nuevas técnicas emergentes basadas en la combinación de los métodos planares para fabricación de semiconductores, micromecanizado y CMOS.

Título asignatura

Métodos y técnicas de detección en física de partículas

Código asignatura

102446

Curso académico

2024-25

Planes donde se imparte

[MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA DE PARTÍCULAS Y DEL COSMOS](#)

Créditos ECTS

6

Carácter de la asignatura

OPTATIVA

Duración

Cuatrimestral

Idioma

Castellano e Inglés

CONTENIDOS

Contenidos

- Tipos de radiaciones (partículas) ionizantes detectables en los experimentos de física de partículas elementales. Introducción al detector canónico de propósito general empleado en física de partículas.
- Detectores semiconductores: la cámara de ionización, física de semiconductores, unión p-n, unión óhmica, derivación características eléctricas ideales.
- Tecnologías de fabricación de detectores semiconductores: fotolitografía, transferencia de patrones, grabado, dopado, oxidación y metalización.
- Caracterización experimental de dispositivos semiconductores para la detección de radiaciones ionizantes: diodos, microbandas, diodos avalancha (LGAD) y fotomultiplicadores de Silicio (SiPM).
- Efectos de la radiación en dispositivos semiconductores: daño por desplazamiento y dosis acumulada.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y DE FORMACIÓN

Generales

CG1 - Capacidad para integrarse eficazmente en un grupo de trabajo y trabajar en equipo, compartir la información disponible e integrar su actividad en la del grupo colaborando de forma activa en la consecución de objetivos comunes

CG2 - Capacidad de estudio, síntesis y autonomía suficientes para, una vez finalizado este programa formativo, iniciar una Tesis Doctoral

CG3 - Capacidad para redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos

CG4 - Saber preparar y conducir presentaciones, ante públicos especializado, sobre una investigación o proyecto científico

CG7 - Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos avanzados

CG8 - Capacidad de actualización de los conocimientos expuestos en el ámbito de la comunidad científica

Transversales

CT1 - Capacidad para buscar, obtener, seleccionar, tratar, analizar y comunicar información utilizando diferentes fuentes

Específicas

CE2 - Capacidad para preparar y presentar el trabajo dentro del grupo de trabajo de grandes colaboraciones de Física de Partículas, Astrofísica y Cosmología

CE9 - Capacidad para manejar los instrumentos y métodos experimentales utilizados en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos

CE10 - Conocer las limitaciones de la distinta instrumentación utilizada en el ámbito de la Física de Partículas y del Cosmos

PLAN DE APRENDIZAJE

Actividades formativas

AF1 - Participación y asistencia a lecciones magistrales en el aula (23 horas)

AF2 - Participación y asistencia en seminarios dirigidos por un profesor (4 horas)

AF3 - Realización de experiencias de laboratorio (18 horas)

AF6 - Realización y presentación oral de trabajos (10 horas)

AF9 - Tutorías con un profesor que se desarrollarán tanto personalmente como por medio de recursos en red (por ejemplo, correo electrónico, gestor de contenidos en entorno web. e.g. Moodle) (2 horas)

A10 - Elaboración de informes de laboratorio y de campo (24 horas)

A12 - Estudio individual de contenidos de la asignatura (51 horas)

A16 - Presentaciones orales (2 horas)

Metodologías docentes

MD1 - Clases magistrales en el aula

MD2 - Resolución de casos en el aula

MD3 - Experiencias de laboratorio

MD5 - Exposiciones orales de trabajos

MD6 - Trabajos escritos

MD8 - Seminarios

MD9 - Tutorías

Resultados de aprendizaje

- Conocimiento de los diferentes tipos de radiaciones ionizantes, su detección y su uso en la investigación y en la industria.
- Conocimiento de los métodos de calibración de los detectores de radiación.
- Conocimiento de los diferentes tipos y las propiedades generales de un detector de

radiación de estado sólido.

- Conocimiento básico del procesado y acondicionamiento electrónico de señales rápidas (1GHz).
- Conocimiento del estado actual de la técnica de los detectores de estados sólido y una perspectiva de los futuros desarrollos de la misma.
- Conocimiento de los usos industriales de los detectores de radiación para tareas de vigilancia y protección radiológica.
- Destreza en el uso de láseres semiconductores para la caracterización de detectores de radiación fabricados en silicio.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Descripción del sistema de evaluación

SE4 - Valoración de informes y trabajos escritos (hasta 85%)

SE5 - Valoración de exposiciones orales de trabajos (hasta 10%)

SE6 - Seguimiento de actividades presenciales (hasta 40%)

PROFESORADO

Profesor responsable

Vila Álvarez, Iván

Doctor en Ciencias Físicas.

Investigador científico de Organismos Públicos de Investigación.

Instituto de Física de Cantabria, IFCA (CSIC-UC).

Profesorado

Hidalgo Villena, Salvador

Doctor en Ciencias Físicas.

Investigador científico de Organismos Públicos de Investigación.

Instituto de Microelectrónica de Barcelona

(IMB-CNM-CSIC).

Fernández García, Marcos

Doctor en Ciencias, sección Físicas.

Profesor Contratado Doctor I3.

Universidad de Cantabria / Instituto de Física de Cantabria (IFCA) / IFCA-Santander.

HORARIO

Horario

01/10/2024

11:30 - 12:30

Motivación y Alcance del curso - Motivation and Scope of the Course

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

02/10/2024

11:30 - 12:30

Detector de radiación ionizante - Ionizing Radiation Detector

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

03/10/2024

12:30 - 13:30

Sistema binario - asunción fundamental física estadística - Binary System - Fundamental Assumption of Statistical Physics

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

07/10/2024

11:30 - 12:30

Equilibrio térmico, factor de Boltzmann, función de partición - Thermal Equilibrium, Boltzmann Factor, Partition Function

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

08/10/2024

11:30 - 12:30

Equilibrio difusivo, potencial químico, Factor de Gibbs, función de Gibbs - Diffusive Equilibrium, Chemical Potential, Gibbs Factor, Gibbs Function

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

09/10/2024

11:30 - 12:30

Bandas en cristales - Bands in Crystals

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

10/10/2024

12:30 - 13:30

Sesión de ejercicios: Gas ideal, función de partición - Exercise Session: Ideal Gas, Partition Function

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

14/10/2024

11:30 - 12:30

Semiconductores intrínsecos y extrínsecos no degenerados - Intrinsic and Extrinsic Non-Degenerate Semiconductors

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

15/10/2024

11:30 - 12:30

Generación y Recombinación 1 - Generation and Recombination 1

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

16/10/2024

11:30 - 12:30

Generación y Recombinación 2 - Generation and Recombination 2

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

17/10/2024

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios: Generación y Recombinación - Exercise Session: Generation and Recombination

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

21/10/2024

11:30 - 12:30

Transporte de portadores: Corriente de deriva y difusión - Carrier Transport: Drift and Diffusion Current

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

22/10/2024

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios: Corrientes de deriva y difusión - Exercise Session: Drift and Diffusion Currents

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

23/10/2024

11:30 - 12:30

Ecuación de continuidad - Continuity Equation

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

24/10/2024

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios: Ecuación de continuidad - Exercise Session: Continuity Equation

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

28/10/2024

11:30 - 12:30

PN junction: electrostatics - PN Junction: Electrostatics

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

29/10/2024

11:30 - 12:30

PN junction: IV Characteristics - PN Junction: IV Characteristics

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

30/10/2024

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios PN Junction - Exercise Session: PN Junction

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

31/10/2024

11:30 - 12:30

Detectores basados en uniones PN: PIN, LGAD, MAPS, DMAPS, SiPM - Detectors Based on PN Junctions: PIN, LGAD, MAPS, DMAPS, SiPM

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

04/11/2024

11:30 - 12:30

Electronica de primera etapa ("Front-end") - Front-End Electronics

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

05/11/2024

11:30 - 12:30

Tolerancia a radiación de sensores semiconductores - Radiation Tolerance of Semiconductor Sensors

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

06/11/2024

11:30 - 12:30

Estructura MOS - MOS Structure

Iván Vila Álvarez

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física de Cantabria (IFCA), CSIC-UC

02/12/2024

16:30 - 19:30

Caracterización eléctrica de diodos: características IV/CV - Electrical Characterization of Diodes: IV/CV Characteristics

Marcos Fernández García

Doctor en Ciencias, seccion Fisicas
Científico Titular del CSIC
Instituto de Fisica de Cantabria (IFCA-CSIC UC), Santander

03/12/2024

16:30 - 19:30

Introduccion a TCT: eficiencia de coleccion de carga: red bottom&IR - Introduction to TCT:
Charge Collection Efficiency: Red Bottom & IR

Marcos Fernández García

Doctor en Ciencias, seccion Fisicas
Científico Titular del CSIC
Instituto de Fisica de Cantabria (IFCA-CSIC UC), Santander

04/12/2024

16:30 - 19:30

Simulacion de TCT en diodos: TRACS. Comparacion con medidas experimentales. - TCT
Simulation in Diodes: TRACS. Comparison with Experimental Measurements

Marcos Fernández García

Doctor en Ciencias, seccion Fisicas
Científico Titular del CSIC
Instituto de Fisica de Cantabria (IFCA-CSIC UC), Santander

05/12/2024

16:30 - 19:30

LGAD: Dispositivos con ganancia interna. Calculo experimental de la ganacia - LGAD: Devices
with Internal Gain. Experimental Calculation of Gain

Marcos Fernández García

Doctor en Ciencias, sección Físicas
Científico Titular del CSIC
Instituto de Física de Cantabria (IFCA-CSIC UC), Santander

09/12/2024

16:00 - 18:00

Técnicas de fabricación de dispositivos semiconductores: Introducción - Manufacturing techniques of semiconductor devices: Introduction

Salvador Hidalgo Villena

Doctor en Ciencias Físicas
Investigador Científico de Organismos Públicos de Investigación
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

10/12/2024

16:00 - 18:00

Fabricación de obleas de silicio y preparación de películas delgadas - Silicon wafer manufacturing and thin film preparation

Salvador Hidalgo Villena

Doctor en Ciencias Físicas
Investigador Científico de Organismos Públicos de Investigación
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

11/12/2024

16:00 - 18:00

Transferencia de patrones - Pattern transfer

Salvador Hidalgo Villena

Doctor en Ciencias Físicas
Investigador Científico de Organismos Públicos de Investigación
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

12/12/2024

16:00 - 18:00

Grabado, implantación y procesos térmicos - Etching, implantation and thermal processes

Salvador Hidalgo Villena

Doctor en Ciencias Físicas
Investigador Científico de Organismos Públicos de Investigación
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

13/12/2024

16:00 - 18:00

Simulación de tecnología y dispositivos, ejemplos de procesos de fabricación - Technology and Device simulation, examples of manufacturing processes

Salvador Hidalgo Villena

Doctor en Ciencias Físicas
Investigador Científico de Organismos Públicos de Investigación
Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC)

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RELACIONADOS

Bibliografía

Frank Hartmann, *Evolution of Silicon Sensor Technology in Particle Physics*, Springer 2017.

Gerhard Lutz, *Semiconductor Radiation Detectors: Device Physics*, Springer, 2007.

Helmuth Spieler, *Semiconductor Detector Systems*, Ed. Oxford University Press, 2005.

Glenn F. Knoll, *Radiation Detection and Measurement*, Third edition, Wiley, 2000.

C. Kittel, *Thermal physics*, W. H. Freeman, 1995.

D. A. Neamen, *Semiconductor physics and devices*, Mc Graw Hill, 4th Edition, 2012.

S. M. Sze, M. K. Lee, *Semiconductor Devices. Physics and Technology* (3rd edition), John Wiley & Sons, 2012.

Richard C. Jaeger, *Introduction to Microelectronic Fabrication* (second edition), Modular Series on Solid State Devices Volume V, Prentice Hall, 2002.