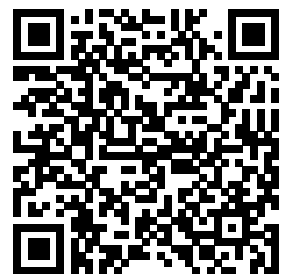


# Métodos y técnicas de detección en física de partículas

**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

2023-24

### 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.

## COMPETENCIAS

### 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**

*Investigador Científico del CSIC.  
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)*

**Duarte Campderrós, Jordi**

*Doctor en Física  
Instituto de Física de Cantabria (IFCA) CSIC-UC*



## HORARIO

### Horario

02/10/2023

11:30 - 12:30

Motivación y Alcance del curso

Iván Vila Álvarez

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

03/10/2023

11:30 - 12:30

Detector de radiación ionizante ' Sistema binario - asunción fundamental física estadística

Iván Vila Álvarez

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

04/10/2023

11:30 - 12:30

Equilibrio térmico, factor de Boltzmann función de partición

Iván Vila Álvarez

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

05/10/2023

11:30 - 12:30

Equilibrio difusivo, potencial químico Factor de Gibbs, función de Gibbs

Iván Vila Álvarez

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

09/10/2023

11:30 - 12:30

Bandas en cristales

Iván Vila Álvarez

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

10/10/2023

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios: Gas ideal, función de partición.

Iván Vila Álvarez

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

11/10/2023

11:30 - 12:30

Semiconductores intrínsecos y extrínsecos no degenerados.

Iván Vila Álvarez

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

16/10/2023

11:30 - 12:30

Generación y Recombinación 1

Iván Vila Álvarez

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

17/10/2023

11:30 - 12:30

Generación y Recombinación 2

Iván Vila Álvarez

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

18/10/2023

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios: Generación y Recombinación

Iván Vila Álvarez

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

19/10/2023

11:30 - 12:30

Transporte de portadores: Corriente de deriva y difusión

Iván Vila Álvarez

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

23/10/2023

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios: Corrientes de deriva y difusión.

Iván Vila Álvarez

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

24/10/2023

11:30 - 12:30

Ecuación de continuidad.

Iván Vila Álvarez

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

25/10/2023

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios: Ecuación de continuidad

Iván Vila Álvarez

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

26/10/2023

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios: Ecuación de continuidad

Iván Vila Álvarez

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

30/10/2023

11:30 - 12:30

PN junction: electrostatics.

Iván Vila Álvarez

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

31/10/2023

11:30 - 12:30

PN junction: IV Characteristics

Iván Vila Álvarez

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

02/11/2023

11:30 - 12:30

Sesión de ejercicios PN Junction

Iván Vila Álvarez

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

06/11/2023

11:30 - 12:30

Detectores basados en uniones PN: híbridos y CMOS

Iván Vila Álvarez

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

07/11/2023

11:30 - 12:30

MOS

Iván Vila Álvarez

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

08/11/2023

11:30 - 12:30

Detectores basados en uniones MOS: fully depleted CCD

Iván Vila Álvarez

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

01/12/2023

16:00 - 18:00

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)

02/12/2023

16:00 - 18:00

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)

03/12/2023

16:00 - 18:00

Pattern transfer

Salvador Hidalgo Villena

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

04/12/2023

16:00 - 18:00

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)

05/12/2023

16:00 - 18:00

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)

18/12/2023



17:00 - 19:00

Caracterización eléctrica de diodos: características IV/CV

Jordi Duarte Campderrós

Doctor en Física  
Instituto de Física de Cantabria (IFCA) CSIC-UC

19/12/2023

16:30 - 19:30

Introducción a TCT: eficiencia de colección de carga: red bottom&IR

Jordi Duarte Campderrós

Doctor en Física  
Instituto de Física de Cantabria (IFCA) CSIC-UC

20/12/2023

16:30 - 19:30

Simulación de TCT en diodos: TRACS. Comparación con medidas experimentales.

Jordi Duarte Campderrós

Doctor en Física  
Instituto de Física de Cantabria (IFCA) CSIC-UC

21/12/2023

16:30 - 19:30

LGAD: Dispositivos con ganancia interna. Calculo experimental de la ganacia

Jordi Duarte Campderrós

Doctor en Física  
Instituto de Física de Cantabria (IFCA) CSIC-UC

22/12/2023

16:30 - 19:30

LGAD: Dispositivos con ganancia interna. Calculo experimental de la ganacia

Jordi Duarte Campderrós

Doctor en Física  
Instituto de Física de Cantabria (IFCA) CSIC-UC

## 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.