

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

Código	43304
Nombre	Fundamentos de optoelectrónica
Ciclo	Máster
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2023 - 2024

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	Facultad de Física	1	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Carácter
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	5 - Optoelectrónica	Optativa

Coordinación

Nombre	Departamento
MORAIS DE LIMA MARQUES, MAURICIO	175 - Física Aplicada y Electromagnetismo

RESUMEN

En este curso se estudian los procesos físicos involucrados en la interacción luz-materia que constituyen la base del funcionamiento de los dispositivos optoelectrónicos. Siguiendo varios formalismos, clásico y mecano-cuántico, se estudian los procesos de transmisión, reflexión, absorción y emisión de luz en materiales sólidos con aplicaciones fotónicas, restringiéndonos a procesos ópticos lineales. Se incide especialmente en los metales y en los semiconductores, explorándose también el efecto de la disminución de la dimensionalidad en las respuesta óptica de los mismos. Por otra parte, se analizará los fundamentos y las aplicaciones de las tecnologías cuánticas basadas en estos materiales semiconductores de baja dimensionalidad. En la parte final del curso, se introducen los procesos de emisión estimulada y ganancia tanto en materiales masivos como en nanoestructuras semiconductoras.

Desde el punto de vista metodológico, se busca que el alumnado se introduzca en el mundo de la investigación científica. Para ello se resuelven y discuten, a lo largo de los distintos temas, problemas no académicos. Los conocimientos teóricos también se acompañan de demostraciones prácticas y sesiones de laboratorio, en las que el alumnado aprende las principales técnicas experimentales (medidas de absorción y de emisión), así como el tratamiento y la presentación de los datos experimentales. Se incide también en el uso de bibliografía avanzada, como libros y artículos científicos, y en las técnicas de



escritura científica.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

2150 - Máster Universitario en Física Avanzada

- Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
- 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.
- Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.
?
?
- Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.
?
?
- Comprender de una forma sistemática el campo de estudio de la Física y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.
- Concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.
- Realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el área de la Física.
- Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.
- Evaluar la validez de un modelo o teoría propuesto por otros miembros de la comunidad científica.
- Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.
- Elaborar una memoria clara y concisa de los resultados de su trabajo y de las conclusiones obtenidas en el área de la Física.



- Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo en el área de la Física.
- Comprender las bases físicas de las propiedades de los materiales que determinan sus aplicaciones optoelectrónicas.
- Comprender cómo se modifican las propiedades optoelectrónicas de los materiales en medios nanoestructurados y su influencia en dispositivos optoelectrónicos/fotónicos.
- Comprender las técnicas más habituales de preparación, crecimiento y caracterización de materiales optoelectrónicos en monocristal, capa delgada o nanoestructura.
- Comprender el funcionamiento de los dispositivos optoelectrónicos a partir de las propiedades de los materiales y la estructura del dispositivo, así como conocer los avances recientes en el campo.
- Ser capaz de seleccionar los materiales y diseñar (aspectos más básicos) un dispositivo optoelectrónico que permita abordar una aplicación o problema planteado.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)

Al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje el estudiante habrá aprendido:

1. Comprender las bases físicas de las propiedades de los materiales que determinan sus aplicaciones optoelectrónicas.
2. Comprender cómo se modifican las propiedades optoelectrónicas de los materiales en medios nanoestructurados.
3. Comprender las técnicas más habituales de preparación y crecimiento de materiales optoelectrónicos en monocristal, capa delgada o nanoestructura, así como las técnicas de caracterización pertinentes para aplicaciones optoelectrónicas y fotónicas.
4. Comprender el funcionamiento de los dispositivos optoelectrónicos de emisión, modulación y detección de luz a partir de las propiedades básicas y la estructura del dispositivo.
5. Ser capaz de seleccionar o diseñar dispositivos optoelectrónicos que permitan abordar una aplicación o problema planteado, tanto en laboratorios de investigación básica, como de I+D+i en un entorno industrial (sensores y bio-sensores ópticos, técnicas de espectroscopía para análisis físico-químicos, control de procesos, comunicaciones ópticas, ...).

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Tema 1

Procesos y coeficientes ópticos. Función dieléctrica. Medidas ópticas. Materiales ópticos.

**2. Tema 2**

Propiedades ópticas de los metales: el modelo de Drude, plasmones, plasmones-polaritones superficiales.

3. Tema 3

Absorción y emisión en semiconductores: aproximación clásica, procesos de absorción y densidad de estados, puntos críticos de distinta dimensión, efectos excitónicos y de impurezas, procesos de emisión.

4. Tema 4

Heteroestructuras cuánticas: aproximación de la función envolvente, confinamiento de los portadores en heteroestructuras (pozos, hilos y puntos cuánticos), absorción y emisión en heteroestructuras.

5. Tema 5

Tecnologías cuánticas con semiconductores. Fundamentos y aplicaciones. Puntos cuánticos semiconductores aislados.

6. Tema 6

Emisión espontánea y estimulada en semiconductores y nanoestructuras semiconductoras: relaciones de Einstein, ecuaciones de balance, ganancia. Polaritones de excitones y condensados.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	32,00	100
Prácticas en laboratorio	4,00	100
Otras actividades	4,00	100
Seminarios	3,00	100
Elaboración de trabajos en grupo	8,00	0
Elaboración de trabajos individuales	8,00	0
Preparación de clases de teoría	45,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	46,00	0
TOTAL	150,00	



METODOLOGÍA DOCENTE

MD1 - Clases teóricas lección magistral participativa.

MD2 - Sesiones prácticas de laboratorio.

MD3 – Resolución de problemas.

MD4 – Problemas y simulaciones

MD5 – Seminarios.

MD6 – Visita a instalaciones científicas y demostraciones experimentales.

MD7 – Debate o discusión dirigida.

EVALUACIÓN

Cada estudiante será evaluado mediante evaluación continua de los trabajos realizados en clase (SE1) y otras actividades no presenciales (SE2).

SE1 – Evaluación continua del estudiante en las clases de teoría y prácticas: asistencia participativa y realización de ejercicios en el aula.

SE2 – Evaluación de las actividades no presenciales relacionadas con las clases de teoría y prácticas: memorias o informes de las prácticas entregados, presentaciones orales.

REFERENCIAS

Básicas

- J. Singh, Electronic and Optoelectronic Properties of Semiconductor Structures, Cambridge University Press (2003).
- M. Fox, Optical Properties of Solids. Oxford University Press (2001).
- H. Ibach and H. Lüth, Solid State Physics, Springer (2009).
- C. F. Klingshirn, Semiconductor Optics. Springer (1997).
- John H. Davies, The Physics of Low-Dimensional Semiconductors. Cambridge University Press (1998).
- John Wilson & John Hawkes, Optoelectronics: an introduction,
- E. C. Le Ru, P. G. Etchegoin, Principles of surface-enhanced Raman scattering, Elsevier (2009).
- R. Feynman, The Feynman Lectures Vol I (2010).



- S.M. Sze, M.K. Lee "Semiconductor devices. Physics and technology" John Wiley & Sons.
- B.H. Bransden, C.J. Joachain. Quantum Mechanics. Prentice Hall.
- Serge Haroche, Jean Michael Raimond, "Exploring the Quantum: Atoms, Cavities and photons". Oxford Graduate Texts.
- Olivier Ezratty "Understanding quantum technologies" Le lab quantique.
- Christopher Gerry, Peter Knight. "Introductory Quantum Optics" Cambridge University Press.