



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Optoelectrónica
Optoelectronics

1.1. Código / Course number

32294

1.2. Materia / Content area

Fotónica / Photonics

1.3. Tipo / Course type

Obligatoria / Compulsory subject

1.4. Nivel / Course level

Master / Master

1.5. Curso / Year

1º / 1st

1.6. Semestre / Semester

Primero / First

1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Licenciatura en ciencias, Grado en ciencias o Ingeniería. Conocimientos de mecánica cuántica y física del estado sólido. / Science undergraduate studies. Knowledge about quantum mechanics and solid state physics.



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es obligatoria / [Attendance is mandatory](#)

1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Coordinador:

Docente(s) / [Lecturer\(s\)](#): Luis Viña Liste

Departamento de Física de Materiales/ [Department of Physics of Materials](#)

Facultad de Ciencias/ [Faculty of Sciences](#)

Despacho 507- Módulo C-04/ [Office 507 - Module C-04](#)

Teléfono / [Phone](#): +34914974782

Correo electrónico/[Email](#): luis.vina@uam.es

Página web/[Website](#): [Página institucional del profesor /Institutional page of the professor.](#)

Horario de atención al alumnado: Se establecerán de acuerdo con la programación docente. / [Tutorials: they will be established in accordance with the regular lectures](#)

1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo del curso es que el alumno adquiera los conceptos básicos, los conocimientos teóricos de las bases de funcionamiento y prácticos sobre dispositivos electrónicos que interactúan con la luz. Estos dispositivos, esencialmente basados en semiconductores, incluyen transductores de señales eléctricas a ópticas, o viceversa, e instrumentos que usan esos dispositivos en su operación.

El estudiante aprenderá:

Cuáles son las propiedades ópticas y electrónicas más importantes de los materiales para su utilización como fuentes y detectores de luz.

Cuáles son los efectos del confinamiento cuántico en las propiedades electrónicas de los semiconductores.

Cuáles son los efectos mecano-cuánticos de la luz sobre materiales semiconductores.

Como se genera, controla y detecta la luz con dispositivos semiconductores.

Como se pueden modificar y modular las propiedades optoelectrónicas mediante la aplicación de campos externos.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

BÁSICAS Y GENERALES

CB6 - 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



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

1 - Desarrollar destrezas teóricas y experimentales que permitan aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares), los conceptos, principios, teorías o modelos adquiridos y relacionados con los retos que actualmente plantea la sociedad en lo referente a materiales avanzados con especial interés en Nanotecnología y Fotónica.

2- Saber trabajar en equipo y comunicarse con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de los materiales de nueva generación y sus implicaciones académicas, productivas o sociales.

3- Manejar las principales fuentes de información científica, siendo capaces de buscar información relevante a través de internet, de las bases de datos bibliográficas y de la lectura crítica de trabajos científicos, conociendo la bibliografía especializada en Nanotecnología y Fotónica.

4- Elaborar un trabajo escrito con datos bibliográficos, teóricos y experimentales, escribiendo un resumen o articulado en extenso, tal y como se realizan los artículos científicos, formulando hipótesis razonables, composiciones originales y conclusiones motivadas.

5- Presentar públicamente los resultados de una investigación o un informe técnico, comunicar las conclusiones a un tribunal especializado, personas u organizaciones interesadas, y debatir con sus miembros cualquier aspecto relativo a los mismos.

ESPECÍFICAS:

6- Ampliar los conocimientos de los principios fundamentales de la Física del Estado Sólido y la Física de Materiales, siendo capaz de aplicar estos a los materiales avanzados ya sea en forma de volumen o de nanoestructuras, para aplicaciones en fotónica y en Nanotecnología

7- Conocer los últimos avances en el campo de los materiales avanzados.

8- Conocer, manejar e interpretar las técnicas de fabricación y caracterización en las áreas de la Nanotecnología y la Fotónica

9- Demostrar la capacidad necesaria para realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el campo de la Fotónica y la Nanotecnología

10- Desarrollar la capacidad de síntesis y transferencia de los conocimientos adquiridos en el campo de la Fotónica y la Nanotecnología para fomentar la integración multidisciplinar en áreas tales como la medicina, el medioambiente, la biomedicina, la química y la biología.



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

- 12- Desarrollar la capacidad de decidir la técnica ó técnicas de caracterización adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a los nanomateriales y materiales fotónicos
- 13- Manejar e interpretar los fundamentos y los aspectos más innovadores y algunas aplicaciones de última generación de materiales semiconductores y magnéticos y dispositivos electrónicos y opto-electrónicos de elevadas prestaciones.

The goal of the course is that the students acquire the basic concepts, the theoretical fundamentals about the operational basis as well as practical ones about electronic devices that interact with light. These devices essentially based on semiconductors, including transducers of electrical signals to optical signals, or vice versa, and instruments that use these devices in their operation.

The student will learn:

Which are the most important optical and electronic properties of materials for their use as light sources and detectors.

Which are the effects of quantum confinement on the electronic properties of semiconductors.

Which are the quantum mechanical effects of light on semiconductor materials.

How light is generated, controlled and detected by means of semiconductor devices.

How the optoelectronic properties can be modified and modulated by applying external fields.

These results of the learning process will contribute to the acquisition of the following competences:

BASIC AND GENERAL

CB6 - To obtain and to understand knowledge that provides a basis or opportunity for originality in developing and / or applying ideas, often in a research context.

CB7 - That the students can apply their knowledge and their ability to solve problems in new or unfamiliar environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their field of study

CB8 - That the students are able to integrate knowledge and handle complexity, and formulate judgments based on information that, being incomplete or limited, includes considerations on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgments.

CB9 - That the students can communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning them, to specialists and non-specialists in a clear and unambiguous manner.

CB10 - That the students acquire the learning skills that enable them to continue learning in a largely self-directed or autonomous manner.

1 - To develop theoretical and experimental skills necessary to apply to new or unfamiliar environments, within broader (or multidisciplinary) contexts, concepts, principles, theories or learnt models, related to the challenges currently facing society in terms of advanced materials with special interest in Nanotechnology and Photonics.

2- Ability to work in teams and communicate with the academic community as a whole and with the society in general about the new generation materials and their academic, productive or social implications.



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

- 3- To manage the main sources of scientific information, being able to find relevant information via the Internet, from bibliographic databases and from critical reading of scientific papers, knowing specialized literature in Nanotechnology and Photonics.
- 4- To develop a written report, including theoretical, experimental and bibliographic data, writing a summary or a full article, in the way scientific papers are written, formulating reasonable hypothesis, original content and reasoned conclusions.
- 5- To present the results of a research or a technical report, communicate findings to a specialized panel, individuals or interested organizations, and to discuss with their members any aspect thereof.

SPECIFIC:

- 6- To increase their knowledge about the fundamental principles of Solid State Physics and Materials Physics, being able to apply it to advanced materials, either bulk or nanostructures, for applications in photonics and nanotechnology.
- 7- To know the latest developments in the field of advanced materials.
- 8- To understand, manage and interpret the fabrication and characterization techniques in the areas of Nanotechnology and Photonics.
9. To demonstrate the capacity to make a critical analysis, evaluation and synthesis of new and complex ideas in the field of Photonics and Nanotechnology.
- 10- To developing the capacity of synthesis and transfer of the acquired knowledge in the field of Photonics and Nanotechnology to promote multidisciplinary integration in areas such as medicine, environment, biomedicine, chemistry and biology.
- 12- To develop the ability to decide the appropriate characterization techniques to solve a specific problem with particular emphasis on those associated with nanomaterials and photonic materials.
- 13- To manage and interpret the fundamentals and the most innovative aspects, and some applications of last-generation semiconductors, magnetic materials, electronic and optoelectronic high-performance devices.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

PROGRAMA SINTÉTICO

- Tema 1.- Estructura electrónica de semiconductores.
- Tema 2.- Sistemas de baja dimensionalidad. Efectos de campos eléctricos y magnéticos.
- Tema 3.- Aplicaciones.

SYNTHESIZED PROGRAMM

- Chapter 1.- Electronic structure of semiconductors.
- Chapter 2.- Low dimensionality systems: Electric- and magnetic-field effects.
- Chapter 3.- Applications.

PROGRAMA DETALLADO



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

Tema 1.- Estructura electrónica de semiconductores.

- Constantes ópticas.
- Propiedades básicas de semiconductores. Bandas de energía: puntos críticos y propiedades ópticas.
- Absorción y emisión de luz.
- Efectos excitónicos.
- Coeficientes de Einstein.
- Absorción por portadores libres y otros procesos.
- Técnicas de caracterización de la estructura de bandas.

Tema 2.- Sistemas de baja dimensionalidad. Efectos de campos eléctricos y magnéticos.

- Confinamiento cuántico.
- Pozos cuánticos y superredes.
- Absorción y emisión de luz: reglas de selección.
- Efectos excitónicos.
- Hilos cuánticos y puntos cuánticos.
- Efectos electro-ópticos en sistemas semiconductores de baja dimensionalidad: influencia en las propiedades de emisión y absorción de luz.
- Efectos magneto-ópticos en sistemas semiconductores de baja dimensionalidad

Tema 3.- Aplicaciones.

- Diodos Emisores de Luz (LEDs): Recombinación radiativa. Cavidades ópticas. Tipos y aplicaciones de LEDs.
- Láseres de Semiconductor y Amplificadores: Fundamentos. Láseres de pozos, hilos y puntos cuánticos.
- Moduladores y fotodetectores y su dependencia espectral.
- Dispositivos cuánticos: Emisores de fotones individuales y de pares de fotones entrelazados.

DETAILED PROGRAMM

Chapter 1.- Electronic structure of semiconductors.

- Optical constants.
- Basic properties of semiconductors. Energy bands: critical points and optical properties.
- Absorption and emission of light.
- Excitonic effects.
- Einstein coefficients.
- Free carrier absorption and other processes.
- Characterization techniques of band structure.

Chapter 2.- Low dimensionality systems: Electric- and magnetic-field effects.



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

- Quantum confinement.
- Quantum Wells and superlattices.
- Absorption and emission of light: selection rules.
- Excitonic effects.
- Quantum wires and quantum dots.
- Electrooptic effects in low dimensional semiconductor systems: influence on the light-emission and .absorption properties.
- Magneto optic effects in low dimensional semiconductor systems.

Chapter 3.- Applications.

- Light emitting diodes (LEDs): Radiative recombination. Optical cavities. Different types of LEDs and of their applications.
- Semiconductor lasers and amplifiers: Fundaments. Quantum well, quantum wire and quantum dot lasers.
- Modulators and photodetectors and their spectral dependence.
- Quantum devices: Single and entangled-pair photon emitters.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Bibliografía.

[1] *Fundamentals of Semiconductors*. P.Y. Yu and M. Cardona, Springer. Heidelberg. 1996.

[2] *Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures*. G. Bastard, Academic Press. NY, 1991.

[3] *Quantum semiconductor structures*. C. Weisbuch and B. Vinter, Academic Press. NY, 1991.

[4] *Semiconductor Optoelectronic Devices*. Pallab Bhattacharya, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997

[5] *Optoelectronics an introduction*. J. Wilson & J. Hawkes., Prentice Hall, London 1998

[6] *The essence of Optoelectronics*. K. Booth and S. Hill. Prentice Hall.1998

[7] *Physics of Semiconductor Devices*. M. Sze, John Willey & sons. Hoboken, NJ, 1981.

Página Web de la Asignatura: ver página web de los distintos profesores. / [Web page: see web pages of the different lectures.](#)

2. Métodos docentes / Teaching methodology

La enseñanza y el aprendizaje de la asignatura se estructurarán por medio de clases teóricas, resolución de problemas y presentación de trabajos. Se considerarán así mismo las visitas a laboratorios especializados y seminarios avanzados de expertos.



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

Teaching and learning in the course is structured through lectures, problem solving and presentation of papers. Visits to specialized laboratories and advanced seminars of experts will be also considered

- **Actividades Presenciales**

- Clases teóricas

En las clases teóricas el profesor explicará los conceptos esenciales contenidos en el programa de la asignatura. Se desarrollarán en forma de “lección magistral”, de 50 minutos de duración, impartida al conjunto de alumnos. Se fomentará la participación activa de los estudiantes.

- Clases prácticas

Las clases prácticas estarán orientadas hacia la resolución de problemas específicos derivados de la aplicación del contenido de las clases teóricas. Los problemas se propondrán previamente a los alumnos para que intenten resolverlos con anterioridad.

- **Actividades Dirigidas**

- Trabajos individuales o en grupo

Se propondrán trabajos a los estudiantes, que estos realizarán individualmente o en grupo. Los estudiantes deberán desarrollar un tema a partir de referencias bibliográficas. Los temas propuestos serán siempre de profundización y/o ampliación de los conceptos básicos de las clases teóricas y se expondrán, a modo de seminario, ante los compañeros.

- Tutorías

Durante las tutorías, se atenderán las dudas de los alumnos y se darán, si es preciso, indicaciones sobre cómo preparar los trabajos propuestos.

- **Classroom activities**

- Theory lectures

In the lectures the teacher will explain the different concepts listed in 1.12. The lectures will be 50 minutes long and attendance is compulsory. Active student participation will be encouraged

- Practical lectures

The practical classes will be oriented towards solving specific problems related to the concepts explained in the theory lectures. The students must try to solve the exercises by themselves in advance to the practical lectures and therefore they will be handed to the students in advance.

- **Guided activities**

- Individual or made-in-a-group homework.

Different subjects will be proposed to students so that they can elaborate them either individually or in groups, mainly developing the work from basic



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

bibliographic references given to them. The topics will provide further training and / or extension of the basic concepts presented in the theory lectures. The students will expose their work as a seminar.

- Tutorials

During the tutorials, the students will have the opportunity to solve their queries about the subject dealt with in the lectures and receive guidance, if needed, on how to prepare the homework.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

		Nº de horas
Presencial	Clases teóricas	34 h
	Clases prácticas	6 h
	Tutorías	5 h
No presencial	Estudio semanal	65 h
	Realización de informes	15 h
Carga total de horas de trabajo: 125 horas x 5 ECTS		125 h

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

- Descripción detallada del procedimiento para la evaluación.

Los contenidos de la asignatura serán evaluados a través de los trabajos propuestos en clase, tanto oralmente como por escrito.

La calificación mínima final para superar la asignatura debe ser de 5 sobre 10.

El alumno habrá consumido la convocatoria ordinaria en cuanto participe de cualquier actividad evaluable.

La evaluación en convocatoria extraordinaria se llevará a cabo mediante examen escrito sobre los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

Serán evaluados todos los alumnos que participen de cualquier actividad evaluable.

Los resultados de aprendizaje serán evaluados a lo largo del curso mediante los métodos de evaluación arriba expuestos.

Los alumnos (bien individualmente o en grupos) expondrán un trabajo relativo a temas actuales relativos al desarrollo y aplicaciones de materiales avanzados. Los estudiantes elaborarán un pequeño informe escrito y presentado/defendido en clase ante el profesor y el resto de los estudiantes. Se valorará especialmente el espíritu crítico. Competencias 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.



Asignatura: Optoelectrónica
Código: 32294
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 5 ECTS

En sesiones de seminarios prácticos y de resolución de problemas el alumno aplicará los conocimientos teóricos impartidos. Además, obtendrá una visión actualizada del estado y retos en el área de la Optoelectrónica mediante a la asistencia a seminarios impartidos por expertos en el campo. Competencias 2, 3 y 7.

- **Detailed description of the evaluation procedure.**

The contents of the course will be evaluated through the proposed homework, rating the written report and the oral presentation.

The minimal final score to pass the course is 5 out of 10.

The participation in any evaluable activity implies the use of one of the possible assessments of the course.

When needed, a final extra evaluation will be performed through a written exam about the theoretical and practical contents of the course.

All students who participate in any assessable activity will be evaluated.

The learning outcome will be assessed throughout the course by the evaluation methods outlined above.

The students (either individually or in groups) will present a work related to current issues dealing with the development and applications of advanced materials. Students will elaborate a concise written report that will be presented/defended in class to the teacher and the other students. The critical thinking will be particularly valued. Competences 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7.

The student will apply the acquired theoretical knowledge during practical seminars and problem-solving sessions. In addition, they will obtain an updated image of the state of the art and challenges in the area of Optoelectronics attending seminars imparted by experts in the field. Competences 2, 3 and 7.

5. Cronograma* / Course calendar

Tema	Tipología	Horas Presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Clases Teóricas	11	3
	Clases Prácticas	2	
2	Clases Teóricas	12	4
	Clases Prácticas	2	
3	Clases Teóricas	11	3
	Clases Prácticas	2	
10	Presentaciones	4	10

*Este cronograma tiene carácter orientativo. / This chronogram must be considered only as a guide.