



Asignatura: Láseres y Aplicaciones
Código: 32301
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 5 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Láseres y Aplicaciones
Lasers and applications

1.1. Código / Course number

32301

1.2. Materia / Content area

Fotónica / Photonics

1.3. Tipo / Course type

Optativa / Optional

1.4. Nivel / Course level

Máster / Master

1.5. Curso / Year

1º / 1º

1.6. Semestre / Semester

Segundo / Second

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, Grado o Ingeniería. / Degree, engineering



Asignatura: Láseres y Aplicaciones
Código: 32301
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
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**

Docente(s) / **Lecturer(s)**: María de la O Ramírez Herrero
Departamento de Física de Materiales/ **Department of Physics of Materials**
Facultad de Ciencias/ **Faculty of Sciences**
Despacho 514- Módulo C-04/ **Office 514 - Module C-04**
Teléfono / **Phone**: +34 91 497 6428
Correo electrónico/**Email**: mariola.ramirez@uam.es
Página web/**Website**: None
Horario de atención al alumnado: A determinar **Office hours**: To be determined

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

El objetivo de este curso es que el alumno adquiera los conocimientos y conceptos básicos necesarios para entender y dominar los principios de funcionamiento de las fuentes de luz comúnmente utilizadas en Tecnología Fotónica: LED's, láseres de estado sólido, osciladores paramétricos, etc.

A través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, el estudiante, al finalizar el mismo, será capaz de:

- Alcanzar las competencias generales y específicas de la materia y adquirir los conocimientos teóricos y prácticos descritos en sus contenidos.
- Desarrollar las competencias de carácter personal, interpersonal y vinculado al desarrollo ético y responsable de la profesión.

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

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.



Asignatura: Láseres y Aplicaciones
Código: 32301
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 5 ECTS

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 fuentes de luz 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.

11- Dominar los fundamentos teóricos y prácticos de técnicas con las que se pueda realizar la caracterización de materiales tanto química y de la estructura electrónica, como morfológica, composicional y estructural.

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.



Asignatura: Láseres y Aplicaciones
Código: 32301
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 5 ECTS

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.

Competencias Específicas / **Specific Competences**

CONCEPTUALES / **Knowledge**

- Entender y conocer las propiedades de la radiación estimulada, y sus principales rangos de operación.
- Comprender los fundamentos físicos y los principios de operación de la oscilación láser en régimen continuo.
- Entender y conocer las distintas técnicas utilizadas en la generación de acción láser en régimen pulsado
- Conocer las principales características de los distintos tipos de láseres utilizados en tecnología fotónica
- Adquirir una visión global de las múltiples aplicaciones de la generación de acción laser en distintas ramas tales como fotónica, industria, medicina, comunicaciones...

1.12. Contenidos del programa / **Course contents**

PROGRAMA SINTÉTICO

0. INTRODUCCION
1. FUNDAMENTOS. INTERACCION RADIACION-MATERIA
2. OSCILACION LASER
3. RESONADORES LASER
4. GENERACION DE PULSOS LASER.
5. TIPOS DE LASERES
6. APLICACIONES

PROGRAMA DETALLADO

CAP 0. INTRODUCCION

Historia del Laser. Tipos de Láseres. Rangos espectrales. Regímenes de operación. Precauciones y medidas de seguridad

CAP.I.- FUNDAMENTOS. INTERACCION RADIACION-MATERIA

Introducción. Absorción, Emisión espontánea y Emisión estimulada. El láser. Propiedades de la radiación láser. Probabilidades de absorción, emisión estimulada y emisión espontánea. Mecanismos de ensanchamiento de línea. Ganancia óptica; saturación.



Asignatura: Láseres y Aplicaciones
 Código: 32301
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica
 Nivel: Máster
 Tipo: Optativa
 Nº de créditos: 5 ECTS

CAP. II.- OSCILACION LASER

Introducción. Umbral de oscilación láser; inversión de población. Intensidad de saturación. Longitud de saturación: Necesidad de espejos. Láseres de tres y cuatro niveles. Potencia de salida de un láser; eficiencia energética. Oscilaciones en la potencia de salida Optimización de la potencia láser. Mecanismos de bombeo.

CAP.III.- RESONADORES LASER

Introducción. Modos en una cavidad láser. Cavidades láser; criterios de estabilidad. Haces Gaussianos; propiedades y propagación. Pérdidas en una cavidad. Frecuencia de salida de un láser; ancho mínimo láser. Técnicas para operación monofrecuencia. Sintonizabilidad de la radiación láser. Cavidades en anillo. Microcavidades. Whispering gallery modes.

CAP. IV.- GENERACION DE PULSOS LASER.

Introducción. Conmutación Q. Métodos de generación de pulsos por conmutación Q. Ajuste de modos. Técnicas de generación de pulsos mediante ajuste de modos. Efecto Kerr. Dispersion velocidad de grupo. Generación de pulsos ultra-cortos (attosegundos). Láseres autopulsados. Detección de pulsos cortos y ultra-cortos. Aplicaciones

CAP.V.- TIPOS DE LASERES

Introducción. Láseres de gas; el láser de He-Ne; el láser de CO₂. Otros láseres de gas. Láseres de colorantes. Láseres de estado sólido: Materiales y su crecimiento. El láser de Nd-YAG. Láseres de Er³⁺. Láseres de Yb³⁺. Láseres sintonizables; Láseres en guía. Láseres en fibra. Láseres de semiconductor: VCSEL. Electrones Libres. Láseres cerámicos. Conversores Raman. Láseres auto-conversores de frecuencia. Láseres aleatorios. Láseres multifuncionales Caracterización de un material láser. Selección de materiales.

CAP.VI.- APLICACIONES

Introducción. Aplicaciones Industriales. Aplicaciones Científicas; Enfriamiento de átomos por luz láser. Aplicaciones Médicas. Láseres para Comunicaciones. Aplicaciones medioambientales; El Lidar. Microscopia láser confocal. Otras aplicaciones.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

- *Optoelectronics. An introduction*, J. Wilson and J.F.B. Hawkes, Prentice Hall, (1989).
- *Láseres Sintonizables de Estado Sólido y Aplicaciones*, J. Fernandez, F. Cussó, R. Gonzalez y J. García Solé. Colección Estudios Vol. 43. Ediciones de la UAM.(1989).
- *Principles of Lasers* , O. Svelto. Plenum Press.
- *Laser fundamentals*, W.T. Silfvast, Cambridge University Press, (1996).
- *Lasers. Theory and Practice* , J. Hawkes and I. Latimer, Prentice Hall, (1995).
- *Lasers. Theory and Applications*, K. Thyagarajan and A.K. Ghatak, Plenum Press, (1981).
- *Encyclopedia of Optical Engineering*, Edited by R.G. Driggers.
- *Solid State Lase Engineering*, W. Koechner, Springer (1999).
- *Understanding Lasers*, Jeff Hecht, Wiley Interscience (2001).
- *Laser Technology*, Breck Hitz, J.J. Ewing and Jeff Hecht IEEE Press (2001).
- *An Introduction to the Optical Spectroscopy of Solids*, J. García Solé, L.E. Bausá and D. Jaque, Wiley (2005).



Asignatura: Láseres y Aplicaciones
 Código: 32301
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica
 Nivel: Máster
 Tipo: Optativa
 Nº de créditos: 5 ECTS

2. Métodos docentes / Teaching methodology

La asignatura está estructurada en 4 horas de clases semanales durante el segundo semestre. La docencia incluye clases teóricas, prácticas en aula, presentación de trabajos y tutorías.

Clases de teoría: Se desarrollarán en forma de “lección magistral”, de 50 minutos de duración, impartida al conjunto de alumnos. Durante el desarrollo de las clases de teoría se explicarán los contenidos del programa, fomentando la participación activa de los estudiantes. En algunos casos, se complementarán con conferencias presentadas por profesores invitados punteros en su área. Competencias 1, 6, 8, 10, 11, 12, 13.

Prácticas en aula: Se incluirán buen número de ejemplos, aplicaciones prácticas y problemas a resolver, destinados a acortar la brecha que pueda existir entre el desarrollo formal del tema y los aspectos prácticos de la asignatura. Se propondrán problemas de cada bloque temático que serán bien resueltos por el profesor, bien resueltos por los alumnos.

Trabajos individuales o en grupo

Se propondrán trabajos a los estudiantes, que estos realizarán individualmente o en grupo. 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. 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

Tutorías: Atención personalizada, para resolución de dudas sobre los contenidos de las clases presenciales.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas
Presencial	Clases teóricas	32 h
	Clases prácticas; Presentación trabajos	8 h
	Tutorías	5 h
No presencial	Estudio semanal	65 h
	Realización de informes	15 h
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 5 ECTS		125 h



Asignatura: Láseres y Aplicaciones
Código: 32301
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 5 ECTS

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

EVALUACION ORDINARIA

Los contenidos de la asignatura serán evaluados a través de un trabajo escrito sobre los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura así como de la redacción y exposición de trabajos propuestos en clase.

- *Resúmenes sobre temas de la asignatura. (30% de la nota final)*
- *Presentación de un trabajo relativo a los contenidos de la asignatura. El trabajo se presentará por escrito (50 % de la nota final)*
- *Exposición pública de los trabajos. (20% de la nota final).*

La calificación 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.

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

- En la prueba escrita relativa a resúmenes de la asignatura se evaluarán los resultados de aprendizaje relacionados con la aplicación de los contenidos teóricos.
- En la presentación y puesta en común del trabajo se evaluará la capacidad de análisis y síntesis, de búsqueda bibliográfica y selección de información, presentación e interpretación de resultados. Se valorará especialmente el espíritu crítico. Se evaluarán las competencias 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 9.
- En la redacción del trabajo se evaluarán los resultados del aprendizaje relacionados con la adquisición de contenidos teóricos y su aplicación a la resolución de problemas, así como el análisis crítico, la formulación de hipótesis razonables, la capacidad de síntesis y las conclusiones motivadas. Se evaluarán las competencias 1, 3, 4, 6,7 y 9.

EVALUACION EXTRAORDINARIA

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



Asignatura: Láseres y Aplicaciones
 Código: 32301
 Centro: Facultad de Ciencias
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica
 Nivel: Máster
 Tipo: Optativa
 N° de créditos: 5 ECTS

5. Cronograma* / Course calendar

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1-2	Capítulos 0 y 1	7	2
3-4	Capítulo 3	7	2
5-6	Capítulo 4	7	2
7-8	Capítulo 5	6	2
8-9	Capítulo 6	5	2
10	Presentaciones	6	10

*Este cronograma tiene carácter orientativo