

Guía académica

Máster Universitario en:

# Física y Tecnología de los Láseres



VNiVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

guías académicas 2019-2020

**“TÍTULO”**  
**MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA Y TECNOLOGÍA DE LOS LÁSERES**

<http://optica.usal.es/posgrado>

**CURSO 2019– 2020**

**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

CRÉDITOS: 60

DURACIÓN: 1 año NÚMERO DE PAZAS:

Mínimo: 1

Máximo: 10

**ÓRGANO ACADÉMICO RESPONSABLE**

Departamento de Física Aplicada, Universidad de Salamanca Plaza de la Merced s/n 37008 - Salamanca  
Tel.: (34) 923 294439 dpto.fa@usal.es

**CENTRO RESPONSABLE ADMINISTRATIVO**

Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca Plaza de la Merced s/n 37008 - Salamanca  
Tel.: (34) 923 294452 dec.fc@usal.es

**UNIVERSIDADES PARTICIPANTES**

Universidad de Salamanca

- Departamento de Física Aplicada
- Departamento de Ingeniería Mecánica
- Departamento de Física Fundamental

Universidad de Valladolid

- Departamento de Física Teórica, Atómica y Óptica
- Departamento de Física de la Materia Condensada, ETSII
- Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática

**COORDINADOR Y RESPONSABLE ACADÉMICO**

Julio San Román Álvarez de Lara – Universidad de Salamanca  
Facultad de Ciencias (Departamento de Física Aplicada)  
Coordinador General del máster  
Plaza de la Merced s/n, 37008 Salamanca  
Tel.: (34) 923294400 Ext. 1337 master.laser@usal.es

Noemí Merayo Álvarez - Universidad de Valladolid

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática)  
Paseo Belén 15, 47011 Valladolid  
Tel.: (34) 983423000 Ext. 5549 noemer@tel.uva.es

TIPO DE		CAMPOS CIENTÍFICOS			
Académica	•	Ciencias Experimentales	<input checked="" type="checkbox"/>	Enseñanzas	<input checked="" type="checkbox"/>
Profesional	•	Ciencias de la Salud	•	Técnicas	•
Investigador	<input checked="" type="checkbox"/>	Ciencias Sociales y	•	Humanidades	
		Jurídicas			

## OBJETIVOS

La finalidad del Máster es la adquisición por parte del estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado y multidisciplinar, tanto teórica como aplicada, en el ámbito de los láseres. Los objetivos que se persiguen son formar investigadores y profesionales (técnicos superiores) que posean un buen conocimiento de las bases de funcionamiento de dispositivos láser, que tengan experiencia práctica en la caracterización espacial y temporal de haces láser y en el mantenimiento de estos dispositivos. Los egresados conocerán las principales aplicaciones de los láseres en los campos científico, biosanitario, industrial, comunicaciones, etc. Además de conocimientos generales sobre láseres, los estudiantes adquirirán una formación específica sobre láseres de pulsos ultracortos y ultraintensos.

## COMPETENCIAS

### Competencias 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Competencias específicas

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser. CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE3. Familiarizarse con el mantenimiento de equipos láser y ser capaz de caracterizar haces láser espacial y temporalmente.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## PERFIL DE INGRESO Y REQUISITOS DE FORMACIÓN PREVIA

Los estudios están dirigidos a graduados de las titulaciones de Física e Ingeniería Física, así como graduados en Química, en Optometría y diversas ramas de ingeniería (de telecomunicaciones, electrónica, de materiales) y otras titulaciones afines, con conocimientos previos de óptica. A la vista del curriculum de los candidatos, la Comisión Académica requerirá la obligatoriedad de cursar los Complementos de formación del título.

Además, se requerirá un conocimiento previo de inglés científico y, en el caso de estudiantes procedentes de países no hispanohablantes, de español.

## CRITERIOS DE ADMISIÓN Y SELECCIÓN

Serán valorados los currículos académicos de los alumnos, tanto por el contenido (titulación de grado) como por su expediente (calificaciones en titulaciones previas). También se valorará la posible experiencia laboral o investigadora en el ámbito de la óptica y los láseres y/o otros méritos relevantes. Asimismo se considerará la motivación para realizar el máster para lo cual se requerirá una carta a los estudiantes preinscritos.

## FECHAS, CENTRO Y AULAS

De Septiembre a Junio en las aulas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca y de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid. La mayor parte de las clases se desarrollarán en horario de tarde, pero algunas clases teóricas, casi todos los seminarios y parte de las prácticas de laboratorio y aula de informática tienen horario de mañana.

**PRÁCTICAS EXTERNAS Y ACTIVIDADES FORMATIVAS EN ORGANISMOS COLABORADORES**

Visitas a centros de investigación relacionados con el mundo de los láseres.

**DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS**

<b>ASIGNATURAS</b>	<b>Créditos ECTS</b>	<b>Semestre</b>
<b>Complementos de formación<sup>(1)</sup></b>	<b>6</b>	
Bases de óptica	4	1
Bases de física cuántica	2	1
<b>Asignaturas obligatorias</b>	<b>33</b>	
Introducción a la interacción láser-materia	3	1
Fundamentos de los láseres	3	1
Métodos computacionales en óptica	6	1
Laboratorio de láseres	3	1
Transferencia y comunicación de los resultados de la investigación	3	1
Láseres de semiconductor y optoelectrónica	3	1
Instrumentación y técnicas de análisis del haz láser	3	1
Pulsos ultracortos	3	2
Láseres de fibra	3	2
Temas avanzados en la interacción láser-materia	3	1 y 2
<b>Asignaturas optativas<sup>(2)</sup></b>	<b>15</b>	
Láseres en biomedicina	3	1
Óptica cuántica	3	1
Laboratorio de láseres intensos	3	2
Aplicaciones de los láseres al procesado y caracterización de materiales	3	2
Radiación fuera del rango óptico	3	2
Física de campos intensos	3	2
Interacción láser-plasma	3	2
Comunicaciones ópticas	3	2
<b>Trabajo de Fin de Máster</b>	<b>12</b>	
<b>Total ECTS</b>	<b>60 (+6)</b>	

(1) Los Complementos formativos deberán ser cursados por algunos estudiantes en función de lo que decida la Comisión Académica durante el proceso de admisión. Esta decisión estará basada en la formación previa de los estudiantes.

(2) Cada estudiante deberá elegir un total de 15 créditos de asignaturas optativas (5 asignaturas de 3 créditos cada una).

## Bases de óptica

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304316	Plan		ECTS	4
Carácter	Complementos de formación	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ana García González	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe 2309		
Horario de tutorías	Lunes y miércoles 17-18h		
URL Web			
E-mail	agg@usal.es	Teléfono	Ext. 1312

Profesor	Enrique Conejero Jarque	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Trilingüe 2309		
Horario de tutorías	Consultar con el profesor		
URL Web			
E-mail	enrikecj@usal.es	Teléfono	Ext. 1337

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Esta materia se cursará por decisión de la Comisión Académica del máster. Servirá para establecer un punto de partida común a los estudiantes con carencias en su formación previa respecto a óptica. Se cursará antes del inicio de las actividades del resto de materias.

## 3.- Recomendaciones previas

## 4.- Objetivos de la asignatura

Describir los diferentes fenómenos de la óptica clásica. Resolver problemas de óptica fundamental. Familiarizarse con un laboratorio de óptica.

## 5.- Contenidos

### **Teoría**

- 1) Ondas electromagnéticas: Polarización
- 2) Interferencias y coherencia
- 3) Teoría escalar de la difracción
- 4) Formación de imagen

### **Laboratorio**

Práctica 1: Alineamiento de componentes ópticas y manejo de haces láser

- Alineamiento de componentes ópticas
- Expansores de haz láser con lente convergente y con lente divergente
- Filtrado espacial
- Manejo de medidores de potencia: aplicación a la determinación de densidades de filtros neutros

Práctica 2: Polarización

- Polarizadores lineales. Determinación del eje de transmisión
- Láminas retardadoras. Determinación de los ejes de las láminas
- Preparación de diferentes estados de luz polarizada, determinación de parámetros de Stokes
- Atenuación de un haz de luz

Práctica 3: Interferencias y Coherencia

- Interferómetros de división del frente de onda. Franjas de Young. Coherencia espacial
- Interferómetros de división de amplitud. Interferómetro de Michelson. Coherencia temporal
- Interferómetros de muchas ondas. Interferómetro Fabry-Perot

Práctica 4: Difracción

- Registro de una red de difracción
- Determinación del paso de red
- Medida de una longitud de onda desconocida
- Espectrómetro comercial

## 6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

Específicas.

## 7.- Metodologías docentes

Sesiones magistrales

Prácticas en el aula: Resolución de ejercicios y problemas relacionados con los contenidos vistos en las sesiones de contenido teórico.

Prácticas de laboratorio



## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		22		33	55
Prácticas	- En aula	6		12	18
	- En el laboratorio	15		12	27
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>43</b>		<b>57</b>	<b>100</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- E. Hecht, Óptica, Addison Wesley Iberoamericana (Madrid, 2000).
- J. M. Cabrera, F. J. López, F. Agulló López, Óptica electromagnética. Volumen I: Fundamentos, Addison-Wesley / Universidad Autónoma de Madrid (Madrid, 1998).
- G. R. Fowles, Introduction to Modern Optics, Dover (1990).
- M. Born and E. Wolf, Principles of Optics, Cambridge University Press (Cambridge, 1999).
- B. E. A. Saleh and M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, Second Edition 2007

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

<http://optics.byu.edu/>

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/lightandcolor/index.html>

<http://frog.gatech.edu/talks.html>

<http://www.ub.edu/javaoptics/>

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

Se valorará la participación en la asignatura, la resolución de problemas y el cuaderno de laboratorio.

### Criterios de evaluación

### Instrumentos de evaluación

### Recomendaciones para la evaluación.

### Recomendaciones para la recuperación.

## Bases de física cuántica

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304315	Plan		ECTS	2
Carácter	Complementos de formación	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor coordinador	Luis Plaja Rustein	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Planta 1. T2310		
Horario de tutorías	Mañanas, previa cita		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:lpaja@usal.es">lpaja@usal.es</a>	Teléfono	923 294678

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Se trata de una asignatura de preparación para los estudiantes cuyo perfil académico no incluya formación elemental en física cuántica. La física cuántica se encuentra en la base del funcionamiento de los láseres, por lo que es necesario estar familiarizado con algunos de sus conceptos básicos. Esta materia se cursará por decisión de la Comisión Académica del máster.

## 3.- Recomendaciones previas

## 4.- Objetivos de la asignatura

Familiarizarse con las bases de la física cuántica.

## 5.- Contenidos

La realidad cuántica. Formalismo vectorial. Ecuación de Schrödinger. Estados estacionarios. Dinámica libre de los sistemas cuánticos. Sistemas a dos niveles en interacción con un campo electromagnético clásico.

## 6.- Competencias a adquirir


## 7.- Metodologías docentes

Sesiones magistrales: Exposición de contenidos teóricos en el aula. Se utilizará como material docente las presentaciones elaboradas por los profesores, que se facilitan a los alumnos para su mejor aprovechamiento. También se hará uso de programas de simulación y experiencias virtuales.

Actividades de seguimiento online: los alumnos realizan cuestionarios a través de la plataforma Studium como actividad de evaluación.

Preparación de trabajos: Los alumnos resuelven individualmente problemas propuestos que deben entregar para su posterior corrección y evaluación.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		15		25	40
Prácticas	- En aula	5		5	10
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					5
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>		<b>30</b>	<b>50</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

A.C. Phillips, Introduction to Quantum Mechanics, (Wiley, 2003)

C.L. Tang, Fundamentals of Quantum Mechanics for Solid State Electronics and Optics, (Cambridge 2005)

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

Dado que los perfiles de ingreso son variados, se valorará la dedicación del estudiante y su trabajo preferentemente. El alumno no aprobará la asignatura si no demuestra un nivel mínimo de conocimiento, pero la nota final valorará el incremento de conocimiento relativo al del inicio del curso con preferencia a criterios absolutos.

### Criterios de evaluación

Se valora: Asistencia y participación en clase (hasta un 50%), realización y presentación de trabajos, y pruebas de seguimiento (entre un 40% y un 80%)

### Instrumentos de evaluación

Cuestionarios de Studium. Seguimiento de la actividad de los alumnos. Examen.

### Recomendaciones para la evaluación.

Asistencia a las tutorías. Realizar el trabajo de forma continuada.

### Recomendaciones para la recuperación.

Contactar con el profesor con anterioridad para evaluar los puntos débiles y fuertes de la formación adquirida por el alumno.

## Introducción a la interacción láser-materia

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304317	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Javier Rodríguez Vázquez de Aldana	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2312 (Trilingüe, 1ª planta)		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/jrval/">http://diarium.usal.es/jrval/</a>		
E-mail	<a href="mailto:jrval@usal.es">jrval@usal.es</a>	Teléfono	923 294678



Profesor	Carlos Hernández García	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica. T2312		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/carloshergar">http://diarium.usal.es/carloshergar</a>		
E-mail	carloshergar@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 4678)

Profesor	Carolina Romero	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica. T2312		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web			
E-mail	cromero@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

En esta asignatura se pretende sentar los conocimientos mínimos sobre la propagación de luz y láseres en medios materiales. Es una asignatura de carácter básico que facilita el seguimiento del resto de asignaturas. Se incluyen también nociones sobre materiales ópticos y sus aplicaciones.

## 3.- Recomendaciones previas

Conocimientos básicos de física y óptica. Seguimiento de la asignatura Bases de Óptica

## 4.- Objetivos de la asignatura

Distinguir los distintos fenómenos en la interacción de un láser con los materiales; resolver problemas relacionados con la propagación de un láser en la materia.

## 5.- Contenidos

1. Reflexión y refracción en superficies de discontinuidad
2. Multicapas
3. Teoría clásica de la dispersión
4. Medios anisótropos
5. Materiales ópticos y aplicaciones
6. Introducción a la óptica no lineal

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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.

CB10. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

## 7.- Metodologías docentes

En cada sesión se emplearán diferentes metodologías en función de los objetivos de la misma. Las principales metodologías que se utilizarán son las siguientes:

Exposiciones magistrales: Exposición de los principales contenidos teóricos sobre la interacción de la luz con la materia. Se utilizará como material docente las presentaciones elaboradas por los profesores, que se facilitan a los alumnos previamente para su mejor aprovechamiento. También se hará uso de programas de simulación y experiencias virtuales.

Prácticas en el aula: Resolución de ejercicios y problemas relacionados con los contenidos vistos en las sesiones de contenido teórico.

Actividades de seguimiento online: los alumnos realizan cuestionarios a través de la plataforma Studium como actividad de evaluación.

Preparación de trabajos: Los alumnos resuelven individualmente o por grupos problemas propuestos que deben entregar para su posterior corrección y evaluación. La preparación de trabajos puede ser tutorizada.

Aula inversa: los estudiantes preparan y exponen un pequeño bloque de contenidos

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		17		31	48
Prácticas	- En aula	6		10	16
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)	1			1
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online				2	2
Preparación de trabajos				5	5
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>27</b>		<b>48</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

#### Obras de carácter general

- E. Hecht, *Óptica*, Addison Wesley Iberoamericana (Madrid, 2000).
- J. M. Cabrera, F. J. López, F. Agulló López, *Óptica electromagnética. Volumen I: Fundamentos*, Addison-Wesley / Universidad Autónoma de Madrid (Madrid, 1998).
- J. M. Cabrera, F. Agulló López, F. J. López, *Óptica electromagnética. Volumen II: Materiales y aplicaciones*, Addison-Wesley / Universidad Autónoma de Madrid (Madrid, 2000).
- I. Kenyon, *The light fantastic*, Oxford University Press (Oxford, 2011).

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

#### Otras referencias bibliográficas

- M. Born and E. Wolf, *Principles of Optics*, Cambridge University Press (Cambridge, 1999).
- B. E. A. Saleh and M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics*, John Wiley & Sons, (New York, 2007)
- M. Fox, *Optical properties of solids*, Oxford University Press (Oxford, 2010)
- P. Powers, *Fundamentals of nonlinear optics*, Taylor & Francis (2011)

#### Recursos en internet

- Web del "Grupo de innovación docente en óptica física y fotónica" de la Universidad de Barcelona: <http://www.ub.edu/javaoptics/index-es.html>
- RpPhotonics.com, tutorial on line con numerosas entradas de láseres y óptica: <http://www.rp-photonics.com>
- Canal de Youtube OSAL Student Chapter, con numerosos videos divulgativos de láseres y óptica.

Otros recursos pueden encontrarse en la web de la asignatura

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de la asignatura se realizará a través de diversas pruebas de evaluación continua. Se recomienda el seguimiento de todas ellas y la participación activa en clase.

### Criterios de evaluación

El estudiante tendrá que demostrar el dominio de los principales efectos en la interacción láser-materia. El conjunto de actividades de evaluación propuestas permitirá valorar la adquisición de contenidos y competencias de la asignatura, y la calificación final se compondrá con la contribución de cada una de ellas (cuestionarios, ejercicios, exposiciones...). Es necesario para superar la asignatura obtener una calificación de más de 40% en los cuestionarios de Studium. La participación activa en clase podrá suponer un incremento de hasta un 20% de la calificación final.

### Instrumentos de evaluación

- Resolución de problemas y casos prácticos relacionados con los contenidos de la asignatura.
- Realización de cuestionarios on-line (plataforma Studium).
- Exposición en clase de alguno de los bloques temáticos o casos prácticos.

### Recomendaciones para la evaluación.

La adquisición de los conocimientos y competencias en esta materia exige que el estudiante participe de forma activa en las actividades propuestas. Se recomienda una amplia utilización de las tutorías.

### Recomendaciones para la recuperación.

Existirá la posibilidad de recuperar la parte de cuestionarios STUDIUM realizando de nuevo dichos test. El resto de actividades no son recuperables.

## Fundamentos de los láseres

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304318	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor	Enrique Conejero Jarque	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	EPS Zamora		
Despacho	Edificio Trilingüe, Planta 1. T2309		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:enrikecj@usal.es">enrikecj@usal.es</a>	Teléfono	923 294678

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Esta materia aporta los conocimientos teóricos básicos sobre la emisión láser y los dispositivos láser. Estos conocimientos son necesarios para la mayor parte de las asignaturas del máster.

## 3.- Recomendaciones previas

Es conveniente tener conocimientos previos de óptica y física cuántica.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Resolver la dinámica de sistemas láser con modelos sencillos. Describir los elementos de un láser. Diferenciar los distintos tipos de láser y sus aplicaciones más importantes.

## 5.- Contenidos

1. Introducción a los láseres.
2. Parámetros de un láser.
3. Curva de ganancia y bombeo.
4. Bases de la teoría del láser
5. Dinámica del láser.
6. Cavidades y haces láser
7. Control temporal.
8. Tipos de láser.
9. El mercado de láseres.



## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

Esta asignatura es eminentemente teórica. Se emplearán las siguientes metodologías: Clases magistrales, resolución de problemas, cuestionarios online, elaboración y exposición de trabajos.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		16		22	38
Prácticas	- En aula	4		8	12
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías					
Actividades de seguimiento online				5	5
Preparación de trabajos		2		10	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>		<b>51</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- K. F. Renk, Basics of Laser Physics, Springer (2012).
- S. Hooker and C. Webb, Laser Physics, Oxford University Press (2010).
- O. Svelto, Principles of Lasers, Springer (2010).
- A. K. Maini, Lasers and Optoelectronics, Wiley (2013).
- W. T. Silfvast, Laser Fundamentals, Cambridge University Press (2008).
- M. Eichhorn, Laser Physics, Springer (2014).
- C. Breck Hitz, J. Ewing, J. Hecht, Introduction to Laser Technology, IEEE Press (2012).
- W. Koechner, Solid-State Laser Engineering, Springer (2006)
- J. Hecht, Understanding Lasers, IEEE Press (2008).
- E. Siegman, Lasers, University Science Books (1986).
- P. W. Milonni and J. H. Eberly, Laser Physics, Wiley (2010).
- M. S. Csele, Laser Modeling, CRC Press (2014).
- J. M. Guerra Pérez, Física del láser, [http://forja.rediris.es/frs/download.php/1914/FdL-1\\_0\\_0.7f.pdf](http://forja.rediris.es/frs/download.php/1914/FdL-1_0_0.7f.pdf)
- VV.AA., El láser, la luz de nuestro tiempo, Universidad de Salamanca (2010).

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Artículos científicos de revistas relacionadas con los láseres.

## 10.- Evaluación

#### Consideraciones Generales

Las actividades de evaluación incluirán pruebas periódicas de evaluación rápida y la presentación de un trabajo.

#### Criterios de evaluación

Pruebas periódicas de evaluación rápida (resolución de problemas, cuestionarios online)  
70% de la calificación final.

Presentación de un trabajo 30% de la calificación final.

#### Instrumentos de evaluación

Resolución de problemas; respuestas a cuestionarios online; exposición de un artículo sobre láseres.

#### Recomendaciones para la evaluación.

La adquisición de los conocimientos y competencias en esta materia exige que el estudiante participe de forma activa en las actividades propuestas.

#### Recomendaciones para la recuperación.

Para recuperar la asignatura será necesario repetir o realizar tareas similares a las que no hayan sido superadas siguiendo las recomendaciones de los profesores.

## Métodos computacionales en óptica

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304319	Plan		ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	STUDIUM			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Javier Rodríguez Vázquez de Aldana	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online.		
URL Web	<a href="http://diarium.usla.es/jrval">http://diarium.usla.es/jrval</a>		
E-mail	jrval@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

Profesor Coordinador	Julio San Román Álvarez de Lara	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es/GIOE">http://optica.usal.es/GIOE</a>		
E-mail	jsr@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

Profesor Coordinador	Luis Plaja	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Mañanas, previa cita.		
URL Web			
E-mail	lplaja@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

Profesor Coordinador	Carlos Hernández García	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/carloshergar">http://diarium.usal.es/carloshergar</a>		
E-mail	carloshergar@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 4678)

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

El manejo de herramientas de cálculo es una capacidad indispensable para una eficiente formación de posgrado. A lo largo de este Máster los alumnos van a tener que tratar y presentar datos experimentales, necesitarán idear y programar modelos que les ayuden a entender sistemas complejos, entre otras cosas. Esta asignatura está pensada para que todos los alumnos adquieran durante el primer semestre las habilidades mínimas necesarias para realizar todas esas actividades, y así poder comprender mejor y profundizar en los conceptos del Máster. Las herramientas y técnicas abordadas forman parte, a su vez, del marco de trabajo en investigación.

### 3.- Recomendaciones previas

Conocimientos básicos de informática a nivel de usuario de aplicaciones de ofimática.

### 4.- Objetivos de la asignatura

Manejar el software científico más habitual en el campo de la óptica. Adquirir y consolidar los fundamentos de programación para aplicaciones de cálculo científico. Utilizar algoritmos fundamentales para la resolución numérica de problemas de la óptica.

### 5.- Contenidos

BLOQUE I: Herramientas de cálculo en el contexto de la óptica

Tema 1: Mathematica.

Tema 2: Matlab.

Tema 3: Programación en C.

Tema 4: Python.

BLOQUE II: Métodos numéricos útiles en el contexto de la óptica

Tema 1: Métodos espectrales.

Tema 2: Sistemas de autovalores y autovectores.

Tema 3: Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Tema 4: Resolución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.



## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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

CB10. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE1: Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

## 7.- Metodologías docentes

### Clases prácticas

La metodología de esta asignatura consiste en un aprendizaje basado en pequeños proyectos. Cada bloque temático de la asignatura se desarrolla mediante una breve introducción y la realización de ejercicios cortos en los que los alumnos han de utilizar las herramientas numéricas que se estén estudiando en el bloque. Toda la asignatura

se realiza en el aula de informática.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		4		6	10
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	43		94	137
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		1			1
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		<b>50</b>		<b>100</b>	<b>150</b>

## 9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Numerical Recipes in C o Fortran (<http://www.nr.com>)

Manuales y ayudas propias de las herramientas de cálculo numérico utilizadas.

Apuntes elaborados por los profesores.

Manuales de Matlab (<http://www.mathworks.com>)

V. Lakshminarayanan, H. Ghalila, A. Ammar, L. S. Varadharajan,  
"Understanding Optics with Python", Taylor & Francis (Boca Raton, 2018)

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La adquisición de las competencias de esta asignatura se evaluará de manera continua.

### Criterios de evaluación

La evaluación continua de la asignatura se concreta en dos aspectos complementarios: el primero es la actitud, aprovechamiento y participación en las sesiones prácticas (20% de la nota) y el segundo consiste en la entrega de diferentes ejercicios sobre los distintos temas que se vayan trabajando en clase (80% de la nota).

### Instrumentos de evaluación

En este caso los instrumentos de evaluación serán:

- 1.- Actitud, aprovechamiento y participación en el aula.
- 2.- Entrega de los ejercicios propuestos para la profundización de algunos de los temas de la asignatura.

### Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la

asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

Recomendaciones para la recuperación.

En la recuperación se utilizarán los mismos instrumentos de evaluación anteriormente citados.

## Laboratorio de láseres

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304322	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica				
Departamento	Física aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Íñigo Sola Larrañaga	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online.		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es/GIOE">http://optica.usal.es/GIOE</a>		
E-mail	<a href="mailto:jsola@usal.es">jsola@usal.es</a>	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

Profesor Coordinador	Benjamín Alonso Fernández	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Contactar por correo electrónico.		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/balonso/">http://diarium.usal.es/balonso/</a>		
E-mail	b.alonso@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

Profesor	Carolina Romero	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online.		
URL Web			
E-mail	cromero@clpu.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Esta materia complementa las materias “Introducción a la interacción láser-materia” y “Fundamentos de los láseres”, aportando la parte experimental.

## 3.- Recomendaciones previas

Es una asignatura básica cuyos requerimientos previos son los mismos que los de admisión en el Máster.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Manejo de láseres tanto visibles como de infrarrojo, con las necesarias medidas de seguridad. Capacidad de alineamiento de componentes ópticos y uso de diferentes detectores de radiación, cámaras CCD y espectrómetros. Montaje y puesta a punto de un láser de estado sólido bombeado por un láser de diodo.

## 5.- Contenidos

### **Práctica 1: Seguridad láser**

- Legislación actual
- Estándares de seguridad láser
- Características de la radiación láser
- Peligros asociados a la radiación láser.
- Clasificación de láseres: la norma europea
- Peligros asociados a láseres de pulsos cortos.
- Cálculos de seguridad láser: AEL, MPE, NHZ y OD

### **Práctica 2: Haces gaussianos**

- Medida de la divergencia
- Medida de la cintura del haz
- Medida del  $M^2$

### **Práctica 3: Coherencia temporal**

- Medida de la coherencia temporal de varios láseres (interferómetro de Michelson) y su contenido espectral (interferómetro Fabry-Perot)

#### **Práctica 4: Construcción de un láser de estado sólido bombeado por diodo**

- Caracterización del láser de bombeo
- Medio activo. Espectros de fluorescencia, absorción y transmisión.
- Cavidades
- Optical chopper

#### **Práctica 5: Generación de segundo armónico**

- Generación del segundo armónico de un láser de pulsos ultracortos (femtosegundo). En las prácticas se estudiarán diferentes parámetros que afectan la generación como el ajuste de la fase, la aceptación angular, etc.

### **6.- Competencias a adquirir**

#### **Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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

CB10. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

#### **Específicas.**

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE3. Familiarizarse con el mantenimiento de equipos láser y ser capaz de caracterizar haces láser espacial y temporalmente.



## 7.- Metodologías docentes

Se realizan 6 sesiones de 4 horas de laboratorio cada una precedidas por una explicación teórica.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula	6			6
	- En el laboratorio	24		45	69
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		<b>30</b>		<b>45</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

B.E.A. Saleh, Fundamentals of Photonics, Wiley, 2007

A. E. Siegman. "Lasers", University Science Books (1986)

Manuales de seguridad del Laser Institute of America

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

<http://optics.byu.edu/>

<http://www.ub.edu/javaoptics/>

<http://micro.magnet.fsu.edu/primer/lightandcolor/index.html>

<http://frog.gatech.edu/talks.html>

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las competencias de esta materia se hará teniendo en cuenta el trabajo del alumno durante el curso junto con el informe final de las prácticas.

### Criterios de evaluación

Las actividades de evaluación continua supondrán el 30% de la nota de la asignatura.

La calificación del informe final de las prácticas será el 70% de la nota.

### Instrumentos de evaluación

#### Evaluación continua:

Manejo y conocimientos del alumno en el laboratorio.

Informe final:

El alumno debe entregar un informe de cada práctica con una breve descripción de la misma y los resultados obtenidos.

Recomendaciones para la evaluación.

Es indispensable realizar todas las prácticas.

## Transferencia y comunicación de los resultados de la investigación

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304323	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	STUDIUM			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Carlos Hernández García	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/carloshergar">http://diarium.usal.es/carloshergar</a>		
E-mail	carloshergar@usal.es	Teléfono	923 294678 (Ext. 1337)

Profesor	Julio San Román Álvarez de Lara	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es/GIOE">http://optica.usal.es/GIOE</a>		
E-mail	jsr@usal.es	Teléfono	923 294678 (Ext. 1337)

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

En esta materia se recoge de manera ordenada una serie de conocimientos que o bien se les venían ofreciendo a los alumnos de forma poco sistemática a lo largo de su formación universitaria o bien estaban completamente ausentes, y que son imprescindibles en el desempeño de la labor investigadora.

## 3.- Recomendaciones previas

La comunicación de los resultados de la investigación se realiza, preferentemente, en inglés. Por ello, en esta asignatura, se utilizarán recursos (textos, artículos, páginas web) en este idioma. También se animará a los alumnos a presentar los trabajos en este idioma.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Utilizar un cuaderno de laboratorio. Conocer el entorno de las publicaciones científicas. Utilizar los recursos bibliográficos y de Internet que apoyan a la comunicación

científica. Hacer una lectura crítica de un artículo o proyecto de investigación. Escribir textos científicos, artículos o proyectos, en inglés, utilizando LaTeX. Presentar oralmente en inglés un trabajo científico. Conocer las nociones básicas de divulgación científica.

## 5.- Contenidos

1. El cuaderno de laboratorio.
2. El entorno de las publicaciones científicas.
3. Redacción de textos científicos (artículos y proyectos) para público especializado o general.
4. Presentación oral de trabajos científicos.
5. Nociones básicas de LaTeX.

## 6.- Competencias a adquirir

Básicas / 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

## 7.- Metodologías docentes

Actividades introductorias: Dirigidas a tomar contacto y recoger información de los alumnos y presentar la asignatura.

Sesiones magistrales: Exposición de contenidos teóricos en el aula.

Prácticas en aula de informática: Ejercicios prácticos basados en el software utilizado en la comunicación de resultados científicos.

Exposiciones: Presentaciones por parte de los alumnos sobre un tema de su elección para practicar las habilidades orales.

Preparación de trabajos y/o ejercicios: Los alumnos preparan trabajos sobre las distintas partes de la asignatura y los entregan y/o exponen en clase.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Actividades introductorias		1			1
Sesiones magistrales		16		12	28
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	4		8	12
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		3			3
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online			4		4
Preparación de trabajos				25	25
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>26</b>	<b>4</b>	<b>45</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Bases de datos y revistas electrónicas suscritas por la universidad y de uso libre.  
Software específico para la comunicación científica (editores de texto LaTeX, PowerPoint, Keynote, etc.).



## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

En esta materia son actividades evaluables todos los trabajos, ejercicios y presentaciones de los mismos sobre los diferentes contenidos tratados. También será evaluable la participación activa en las clases magistrales y prácticas.

### Criterios de evaluación

Para superar la materia habrá que obtener al menos un 30% de la nota asignada a cada uno de los apartados evaluables. El peso de cada uno de esos apartados en la nota final es:

1. Redacción de textos científicos (informes, artículos, proyectos): 40%
2. Utilización del cuaderno de laboratorio: 20%
3. LaTeX: 20%
4. Presentación oral: 20%.

### Instrumentos de evaluación

Cuestionarios STUDIUM. Presentación de trabajos. Entrega de ejercicios

### Recomendaciones para la evaluación.

La adquisición de los conocimientos y competencias en esta materia exige que el estudiante participe de forma activa en las actividades propuestas. Se recomienda una amplia utilización de las tutorías.

### Recomendaciones para la recuperación.

Se podrá recuperar cada una de las partes de la materia por separado, realizando los ejercicios o trabajos que el profesor correspondiente indique, conservándose el peso en la evaluación mencionado.

## Láseres de semiconductor y optoelectrónica

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304320	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Física de la Materia Condensada				
Departamento	Física de la Materia Condensada, Cristalografía y Mineralogía				
Plataforma Virtual	Plataforma:	<a href="http://moodle.uva.es">http://moodle.uva.es</a>			
	URL de Acceso:	<a href="http://www.uva.es">http://www.uva.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Jiménez López	Grupo / s	Todos
Departamento	Física de la Materia Condensada, Cristalografía y Mineralogía		
Área	Física de la Materia Condensada		
Centro	ETS Ingenierías Industriales		
Despacho	Ed.de i+d, paseo de Belén, 1, planta 3ª		
Horario de tutorías	Abierto a demanda de los alumnos		
URL Web	<a href="http://www.alba.eis.uva.es">http://www.alba.eis.uva.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:jimenez@fmc.uva.es">jimenez@fmc.uva.es</a>	Teléfono	983423191

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Los láseres de semiconductor constituyen hoy en día la mayor contribución al mercado de los láseres. Por consiguiente, no se puede entender un curso de láseres sin la presencia de los mismos. Por su amplio rango espectral y de potencias, el abanico de aplicaciones es extensísimo, y en continua expansión a medida que se mejora la fiabilidad y se accede a mayores potencias ópticas. Por consiguiente, la consideración de esos aspectos es también fundamental en el desarrollo de un curso de estas características.

## 3.- Recomendaciones previas

Los alumnos deben contar con una formación previa en Física de semiconductores, que les permitan entender los mecanismos de generación de luz, y conocimientos de diodos.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Comprensión de los fundamentos de los láseres de semiconductor y otros dispositivos emisores de luz. Comprensión de las propiedades de los semiconductores necesarias para la realización de dispositivos optoelectrónicos, en particular la selección de los compuestos necesarios para desarrollar estructuras laser que cubran distintos rangos espectrales. Capacidad para entender los procesos tecnológicos seguidos en la fabricación de los diodos láser. Conceptos de fiabilidad.

## 5.- Contenidos

Principios de Física de semiconductores  
Generación y Recombinación de portadores  
Mecanismos de generación de luz en los sólidos  
Electroluminiscencia  
Aleaciones ternarias y cuaternarias, ingeniería del gap: espectro de emisión  
Heterouniones

Pozos cuánticos, confinamiento cuántico. Tipos de pozos cuánticos

Diodos electroluminiscentes

Emisión estimulada. Diodos láser

Distintos tipos de diodos láser.

Diodos monomodo y multimodo. Diodos de potencia

Diodos de cascada cuántica

Tecnologías de fabricación

Aplicaciones de los diodos láser

Mecanismos de degradación en diodos láser

Análisis de fiabilidad

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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.

CB10. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

Clases teóricas- impartidas en forma de seminarios cubriendo los distintos aspectos del curso.

Trabajos dirigidos.

Presentación de informes – elegidos por los alumnos sobre la temática del curso bajo la supervisión del profesor.

Presentaciones orales- sobre los trabajos desarrollados por los alumnos

Disponibilidad para la asignación de bibliografía y supervisión del trabajo

Entrega de la documentación utilizada en las clases

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		20		20	40
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		4	4		8
Exposiciones y debates		4			4
Tutorías					
Actividades de seguimiento online			4		4
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4			4
<b>TOTAL</b>		<b>32</b>	<b>8</b>	<b>35</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
Reliability and degradation of semiconductor lasers and LED's, M. Fukuda, Artech House
Semiconductor laser Physics, Chow, Koch, Sargent, Springer
Reliability and degradation of III-V optical devices, O.Ueda, Artech house
Quantum Well laser array packaging, J. Tomm, J. Jiménez, Mac-Graw Hill

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

Comprensión de los fundamentos básicos de la Física de semiconductores relevantes para los láseres de diodo

Comprensión de los principios de funcionamiento de los láseres de diodo

### Criterios de evaluación

Calidad del trabajo y claridad en la exposición pública del mismo (6 puntos). Demostración de madurez, y de conocimientos acordes al curso impartido (2 puntos). Creatividad en la elección del tema y su tratamiento (2 puntos)

### Instrumentos de evaluación

Asistencia y participación en clase.

Trabajo personal

Trabajo impreso

Presentación oral

### Recomendaciones para la evaluación.

### Recomendaciones para la recuperación.

## Instrumentación y técnicas de análisis del haz láser

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304321	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	STUDIUM			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Íñigo Sola Larrañaga	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online.		
URL Web	<a href="http://laser.usal.es/alf">http://laser.usal.es/alf</a>		
E-mail	<a href="mailto:ijsola@usal.es">ijsola@usal.es</a>	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)



Profesor Coordinador	Julio San Román Álvarez de Lara	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online.		
URL Web	<a href="http://laser.usal.es/alf">http://laser.usal.es/alf</a>		
E-mail	jsr@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

Profesor Coordinador	Benjamín Alonso Fernández	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Contactar por correo electrónico.		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/balonso/">http://diarium.usal.es/balonso/</a>		
E-mail	b.alonso@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Esta asignatura está dedicada a aprender todo lo relacionado con la caracterización completa de un haz láser, prestando especial énfasis a la caracterización temporal para el caso de pulsos cortos. La caracterización del haz láser es imprescindible en cualquier técnica o proceso en el que use esta fuente de luz, lo que hace necesario tratar estos contenidos en el primer semestre del Máster.

## 3.- Recomendaciones previas

En la parte de laboratorio de la asignatura se utilizan láseres cuyo manejo exige tener adquiridos unos conocimientos previos de seguridad, además de otros conceptos mínimos de técnicas experimentales en óptica, que se imparten en la asignatura "Laboratorio de Láseres" del Máster. Es necesario que los alumnos hayan cursado con anterioridad esta parte de esta asignatura.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Utilizar correctamente los conceptos básicos asociados a la caracterización de un haz láser; distinguir los diferentes dispositivos para la caracterización temporal de pulsos ultracortos; emitir un informe comentado de resultados de caracterización de pulsos ultracortos obtenidos en el laboratorio con diferentes técnicas de caracterización

## 5.- Contenidos

### CONTENIDOS TEÓRICOS

BLOQUE I: Conceptos generales sobre la caracterización completa de un haz láser

TEMA 1: Repaso de conceptos básicos: pulso, espectro, relación espectro-tiempo, chirp, efectos en la propagación de pulsos, maneras de compensar el chirp de un pulso.

TEMA 2: Propiedades fundamentales de un haz laser: energía, polarización, propiedades espaciales y propiedades temporales.

BLOQUE II: La caracterización temporal de pulsos ultracortos: diferentes estrategias.

TEMA 3: Métodos de caracterización de las propiedades fundamentales de un láser.

TEMA 4: Descripción detallada y comparativa de los métodos para la caracterización temporal de un pulso: autocorrelación y sus diversos tipos, métodos de reconstrucción del pulso láser (FROG, GRENOUILLE, interferometría espectral, SPIDER, etc).

TEMA 5: Introducción a la generación de pulsos attosegundos. Métodos de caracterización: RABBIT, FROG CRAB, SPIDER XUV u otros.

### CONTENIDOS DE LABORATORIO:

TEMA 1: Caracterización de pulsos cortos mediante Autocorrelación Single Shot. Caracterización de pulsos en diferentes situaciones.

TEMA 2: Caracterización de pulsos cortos mediante GRENOUILLE y SPIDER y/o interferometría espectral. Caracterización de pulsos en diferentes situaciones.

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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

CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE3. Familiarizarse con el mantenimiento de equipos láser y ser capaz de caracterizar haces láser espacial y temporalmente.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

### Clases magistrales:

El primer paso del proceso de aprendizaje de esta asignatura consiste en la cimentación de conceptos fundamentales básicos para la comprensión de los distintos instrumentos ópticos y técnicas de caracterización completa de un haz láser.

### Clases prácticas:

Todos los conceptos de caracterización de láseres, especialmente los relativos a la caracterización temporal de pulsos, se revisarán en las prácticas de laboratorio de la asignatura en los que se realizan caracterizaciones de pulsos láser con diversas técnicas.

### Seminarios:

Los alumnos completarán los contenidos de la asignatura presentando seminarios sobre técnicas de caracterización avanzadas que no se hayan detallado en clase.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		16		16	32
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	9		10	19
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		4			4
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online			1		1
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		1			1
<b>TOTAL</b>		<b>33</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

1. "Lasers" Siegman, Mill Valley
2. "Fundamentals of Photonics", Saleh and Teich, Wiley Interscience
3. "Óptica", E. Hecht, Addison-Wesley (2000)

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

1. Lectures of Rick Trebino: [www.physics.gatech.edu/gcuo/subIndex.html](http://www.physics.gatech.edu/gcuo/subIndex.html)
2. Enciclopedia de conceptos sobre el láser: [www.rp-photonics.com/encyclopedia](http://www.rp-photonics.com/encyclopedia)
3. G. Steinmeyer, J. Opt. A: Pure Appl. Opt. 5, R1-R15 (2003)
4. C. Dorrer and I.A. Walmsley, EURASIP Journal on Applied Signal Processing 10, 1541-1553 (2005)
5. "Femtosecond Laser Pulses. Principles and Experiments", Edited by C. Rulliere, Springer 2003
6. Apuntes elaborados por los profesores

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La adquisición de las competencias de esta asignatura se evaluará de manera continua, tanto de la parte teórica como de la parte de laboratorio.

### Criterios de evaluación

La evaluación continua de la parte de teoría y de la parte de laboratorio de la asignatura se corresponderá con el 70% y el 30% de la nota final, respectivamente. No se considerará que se han adquirido las competencias de la asignatura si en alguna de estas dos partes no se supera una nota mínima de 4/10.

### Instrumentos de evaluación

Para la evaluación continua de la parte de teoría se utilizarán los siguientes instrumentos de evaluación:

- 1.- Participación activa durante las clases magistrales y tutorías.
- 2.- Cuestionario on-line de conceptos básicos.

3.- Desarrollo y presentación de un trabajo o seminario.

Para la evaluación continua de la parte de laboratorio se tendrán en cuenta los siguientes instrumentos de evaluación:

- 1.- Participación activa durante el desarrollo de las prácticas.
- 2.- Presentación de un informe de laboratorio recogiendo y comentando los resultados obtenidos.

Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas, siendo la asistencia a las prácticas de laboratorio obligatoria.

Recomendaciones para la recuperación.

En la recuperación se utilizarán los mismos instrumentos de evaluación anteriormente citados.



## Pulsos ultracortos

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304324	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso		Periodicidad	Semestre 2
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Luis Plaja	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	T2310		
Horario de tutorías	Mañanas (previa cita)		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es">http://optica.usal.es</a>		
E-mail	lplaja@usal.es	Teléfono	923 294678

Profesor Coordinador	Íñigo Juan Sola Larrañaga	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (despacho T2312)		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 9:00 a 11:00		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es">http://optica.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:jsola@usal.es">jsola@usal.es</a>	Teléfono	923 294678 (Ext. 1337)

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Se trata de una asignatura de carácter avanzado, teórica, en el que se muestran los fundamentos y aplicaciones de los pulsos ultracortos tanto de radiación infrarroja como los pulsos de attosegundo ultravioletas.

## 3.- Recomendaciones previas

Se recomienda haber estudiado las asignaturas obligatorias del primer semestre.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Manejar la descripción espectral de los campos electromagnéticos. Utilizar técnicas de envolvente lentamente variable para la solución de la ecuación de ondas. Aplicar conocimientos sobre dispersión y propagación no lineal en el contexto de técnicas de post-compresión.

## 5.- Contenidos

Descripción de las propiedades físicas de los pulsos ultracortos.

Aplicaciones de los pulsos ultracortos.

Generación y detección de pulsos ultracortos.

Métodos de post-compresión para la generación de pulsos ultracortos.

Pulsos de attosegundo.

## 6.- Competencias a adquirir

Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

Se impartirán clases magistrales y seminarios. Se utilizan recursos multimedia. Se utilizará la plataforma Studium para distribuir las notas de clase y para realizar cuestionarios de evaluación continua.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		18		22	40
Prácticas	- En aula	6		12	18
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías			5		5
Actividades de seguimiento online				6	6
Preparación de trabajos				6	6
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>	<b>5</b>	<b>46</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
C. Ruillière, "Femtosecond Laser Pulses", Springer 2005
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
P. B. Corkum, "A plasma perspective on strong field multiphoton ionization", Phys. Rev. Lett.71, 1994 (1993)

Ferenc Krausz and Misha Ivanov, "Attosecond physics", Rev. Mod. Phys. 81, 163–234 (2009)

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de la presente asignatura se articula en dos ejes fundamentales. Por un lado se realizará un seguimiento a través de cuestionarios en moodle y, por otro lado, se evaluarán los trabajos asignados a los alumnos. Las competencias específicas son evaluadas a través del conocimiento de la asignatura mostrado en dichas evaluaciones, en particular en los ejercicios de seguimiento. Los trabajos asignados permiten una evaluación correcta de las competencias básicas y generales.

### Criterios de evaluación

Ejercicios de seguimiento: valoración máxima 50%

Trabajos: valoración máxima 50%

Interés en la materia: valoración máxima 40%

### Instrumentos de evaluación

Corrección de cuestionarios.

Evaluación de los trabajos. Valoración sobre la posibilidad de que el alumno de un seminario público.

### Recomendaciones para la evaluación.

Se recomienda a alumno utilizar los horarios de tutorías. Se recomienda, igualmente, realizar los cuestionarios con varios días de antelación al cierre. Se recomienda utilizar herramientas informáticas para la presentación de trabajos (procesador de texto, presentadores, etc.)

### Recomendaciones para la recuperación.

## Láseres de fibra

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304325	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatoria	Curso		Periodicidad	Semestre 2
Área	Teoría de la Señal y Comunicaciones				
Departamento	Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Moodle			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Carlos Aguado Manzano	Grupo / s	Todos
Departamento	Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática		
Área	Teoría de la Señal y Comunicaciones		
Centro	E.T.S.I. Telecomunicación		
Despacho	2D093		
Horario de tutorías	Lunes martes y miércoles de 10 h a 12 h		
URL Web	<a href="http://gco.tel.uva.es">http://gco.tel.uva.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:jaguado@tel.uva.es">jaguado@tel.uva.es</a>	Teléfono	983423660 ext. 5576

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Los láseres de fibra son dispositivos relativamente recientes dentro de la tecnología láser. A pesar de ello tienen aplicaciones específicas en los que prácticamente no tienen competencia (amplificadores de comunicaciones) y sus características especiales constructivas les hacen candidatos ideales para aplicaciones como la biomedicina y el micromecanizado. Debido a ello la asignatura se plantea dentro del plan de estudios como un complemento a las soluciones tecnológicas de láseres que ya se explican, desarrollando un área específica que de otra forma no sería posible cubrir.

## 3.- Recomendaciones previas

## 4.- Objetivos de la asignatura

Resolver problemas de la propagación de la luz en guías de onda, especialmente fibra óptica. Seleccionar el tipo de fibra y tierras raras adecuadas en función de la aplicación. Distinguir los distintos fenómenos físicos de interacción de la luz con los elementos activos de la fibra. Distinguir las diferentes configuraciones y elementos ópticos necesarios para el buen funcionamiento de un láser de fibra.

## 5.- Contenidos

Tema 1. Propagación de la luz en fibras ópticas.

- 1.1. Estructura de la fibra óptica
- 1.2. Propagación de la luz dentro de una fibra óptica. Óptica geométrica.
- 1.3. Propagación de la luz dentro de una fibra óptica cilíndrica. Óptica física.
- 1.4. Modos LP

Tema 2. Tierras raras

- 2.1. Tierras raras y sus características esenciales



2.2. Mecanismos de emisión y absorción de fotones en tierras raras

2.3. Ejemplos: Neodimio, erbio y tulio

Tema 3. Láseres de fibra de onda continua

3.1. Dispositivos básicos para la construcción de láseres de fibra: resonadores, acopladores y otros.

3.2. Modelo de láser de pequeña señal para láseres de fibra de onda continua.

3.3. Tipos de fibra para mejorar el funcionamiento de los láseres de fibra.

3.4. Fibras para láseres de muy alta potencia

3.5 Ejemplos: láseres de neodimio, erbio e yterbio.

Tema 4. Manejo de equipamiento relacionado con los láseres de fibra

(tema que se desarrolla como un trabajo a presentar en clase donde el alumno expone una aplicación encontrada en la literatura científica y se discute aspectos que se han estudiado en la asignatura sobre esta aplicación concreta)

## 6.- Competencias a adquirir

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CB1: 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.

CB2. Los estudiantes sabrán 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

CB3. Los estudiantes sabrán 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.

CB4. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

## 7.- Metodologías docentes

### **Actividades teóricas (dirigidas por el profesor)**

Clases magistrales

### **Actividades prácticas guiadas (dirigidas por el profesor)**

Aprendizaje de manejo de material.

### **Actividades prácticas autónomas**

Elaboración de trabajos

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		15		10	25
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	8		10	18
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		31	32
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>		<b>51</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- "Rare-Earth-Doped Fiber Lasers and Amplifiers" Michel J. F. Digonnet, CRC, Second Edition
- "Fiber Lasers. Basics, Technology, and Applications" Liang Dong, Bryce Samson, CRC Press, 2017
- "Fiber Lasers", Oleg G. Okhotnikov, Wiley-Vch, 2011
- "Fiber Lasers. Research, Technology and Applications" Masato Kimura, Nova

- “Specialty Optical Fibers Handbook” Alexis Mendez, T.F. Morse, Academic Press

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- Guías de clase escritas por el profesor y subidas a Moodle
- Conjunto de revistas científicas electrónicas accesibles a través de los servicios de la universidad

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La asignatura está fundamentalmente orientada a la adquisición de conocimientos que extienden otros ya dados a lo largo del máster y su aplicación a casos particulares. Por ello no se prevé la realización de prueba escrita. Por otra parte, el conjunto de competencias específicas que se han de desarrollar se puede comprobar a través del manejo de información y su forma de presentación. Además, el conjunto de competencias básicas que se desarrollan en la asignatura incide en la profundización de la autonomía del estudiante en la adquisición de nuevos conocimientos y en la aplicación de los que ya tiene, aprendiendo el manejo de equipos específicos relacionados con la asignatura que no se cubren en otra parte del máster. Por ello se propone la realización de un trabajo donde se presente el trabajo realizado en laboratorio, y se presenten los resultados de los experimentos realizados poniéndolos en relación con lo visto durante las clases teóricas, todo ello, presentado en un formato de informe que siga estándares académico-científicos.

### Criterios de evaluación

- Descripción detallada del experimento, y de los materiales y equipos que se necesitan para llevarlo a cabo. CE1- CE2
- Capacidad para relacionar los conceptos que se manejan en la asignatura con los que aparecen en aplicaciones reales. CE2 – CB1
- Capacidad para sintetizar las distintas posibilidades de al menos un concepto de la asignatura a partir de los resultados experimentales CE1 – CE2 – CB1 – CB2
- Capacidad de presentar un documento siguiendo unas normas de (formato, gramática y ortografía) CB3
- Capacidad para manejar un lenguaje técnico adecuado, pero sabiendo transmitir las ideas más importantes (claridad) CB3
- Capacidad de presentar las ideas de forma ordenada siguiendo una lógica (organización) CB3
- Capacidad para manejar múltiples fuentes de información (referencias) CB4

- Capacidad de analizar críticamente el trabajo de otros compañeros y proponer mejoras de forma constructiva según los criterios antes mencionados. CG1

#### Instrumentos de evaluación

Los instrumentos de evaluación consistirán en la presentación de dos trabajos que pretenden evaluar la familiaridad del alumno con los conceptos aprendidos en la materia siguiendo los criterios de evaluación antes referidos.

- Trabajo único: Mediante la presentación de un trabajo de exposición de un conjunto de experimentos en el laboratorio y sus resultados se pretende desarrollar el resto de competencias y habilidades. (CE1 –CE2 – CB1 – CB2 – CB3 – CB4 – CG1)

#### Recomendaciones para la evaluación.

Los estudiantes dispondrán de una guía para la presentación de trabajo que les orientarán en los principales puntos del mismo. Además se dedican al menos una hora de clase presencial para explicar los puntos más importantes de la documentación que se requiere para la realización de la parte experimental, .

#### Recomendaciones para la recuperación.

En el caso de que un alumno no superare la nota mínima requerida, el profesor le impondrá un nuevo trabajo cuyo contenido dependerá de las razones por las que falló en la evaluación anterior.

## Temas avanzados en la interacción láser-materia

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304326	Plan		ECTS	3
Carácter	Obligatorio	Curso		Periodicidad	Anual
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:				
	URL de Acceso:				

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Julio San Román Álvarez de Lara (Coordinador)	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es/GIOE">http://optica.usal.es/GIOE</a>		
E-mail	jsr@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

Los seminarios serán impartidos por profesores del máster y por profesores e investigadores externos invitados por el Área de Óptica o por el CLPU.

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Esta asignatura agrupa los seminarios y cursos cortos que se ofrecen en el grupo de Óptica de la Universidad de Salamanca y en el Centro de Láseres Pulsados (CLPU) tanto por parte de investigadores y profesores internos como por visitantes.

También puede incluir la asistencia a eventos científicos que se celebren durante el curso en Salamanca o Valladolid.

## 3.- Recomendaciones previas

El idioma habitual será el inglés, aunque en el caso de profesores españoles podrá usarse el español.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Disponer de una visión amplia de temas de interés reciente en el campo de los láseres; relacionarse con científicos procedentes de distintos lugares que utilizan diferentes metodologías.

## 5.- Contenidos

Los contenidos variarán cada curso en función de los seminarios y cursos cortos que se impartan. Se tratarán siempre temas de interés reciente en el campo de los láseres y su interacción con los materiales.

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE3. Familiarizarse con el mantenimiento de equipos láser y ser capaz de caracterizar haces láser espacial y temporalmente.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.



## 7.- Metodologías docentes

Seminarios, asistencia a conferencias y eventos científicos.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		25		25	50
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades: Asistencia a conferencias y eventos científicos		15		10	25
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>40</b>		<b>35</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

Los profesores que impartan los seminarios indicarán los recursos correspondientes en cada caso.

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La asistencia a los seminarios es obligatoria.

### Criterios de evaluación

Asistencia y participación en los seminarios (75%), informe o memoria de seminarios y eventos (25%).

### Instrumentos de evaluación

Control de asistencia en los seminarios. Informe de seminarios y eventos a los que se ha asistido.

### Recomendaciones para la evaluación.

### Recomendaciones para la recuperación.

## Láseres en biomedicina

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304327	Plan		ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica (Universidad de Valladolid)				
Departamento	Física Teórica, Atómica y Óptica (Universidad de Valladolid)				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus Virtual Uva			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Benjamín Alonso Fernández	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (T2312)		
Horario de tutorías	Contactar por correo electrónico.		
URL Web	<a href="http://diarium.usal.es/balonso/">http://diarium.usal.es/balonso/</a>		
E-mail	b.alonso@usal.es	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

Profesor	Susana Marcos	Grupo / s	Todos
Departamento	Profesora Externa		
Área			
Centro	Instituto de Óptica "Daza de Valdés" (CSIC)		
Despacho	Visual Optics and Biophotonics Lab, Instituto de Óptica "Daza de Valdés" Spanish Council for Scientific Research (CSIC)		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web			
E-mail	susana@io.cfmac.csic.es	Teléfono	915616800 Ext. 942313

Profesor	Carlos Dorransoro	Grupo / s	Todos
Departamento	Profesor Externo		
Área			
Centro	Instituto de Óptica "Daza de Valdés" (CSIC)		
Despacho	Visual Optics and Biophotonics Lab, Instituto de Óptica "Daza de Valdés" Spanish Council for Scientific Research (CSIC)		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web			
E-mail	cdorransoro@io.cfmac.csic.es	Teléfono	915616800 Ext. 942307

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

El campo de la biomedicina es uno de los más relevantes en las aplicaciones de los dispositivos láser. La asignatura pretende dar una visión muy aplicada a las Ciencias de la Salud de los diferentes tipos de láseres que se estudian en otras asignaturas. Por este motivo la materia está muy relacionada con otras del Máster y se justifica por su eminente sentido aplicado.

## 3.- Recomendaciones previas

Ninguna

## 4.- Objetivos de la asignatura

Distinguir entre la medida de la luz y los efectos de ésta en los seres vivos. Utilizar la metodología y resultados de estudios experimentales de claro interés clínico. Tener una visión global de las aplicaciones de los láseres en medicina y biología entendiendo los efectos de la interacción. Alcanzar un sentido crítico sobre la literatura existente al respecto.

## 5.- Contenidos

Principios básicos de Óptica Biomédica. Niveles de energía en orbitales moleculares

Propiedades ópticas de tejidos.

Absorción. Espectroscopía.

Microscopía confocal. Microscopía multifotónica.

Pinzas ópticas y bisturí láser.

Tomografía de Coherencia Óptica (OCT).

*Photobonding* ocular (PB).

Aberrometría. Trazado de rayos con láser (LRT) y Hartmann-Shack (HS).

Óptica adaptativa (AO): Corrección y manipulación de la calidad óptica.

Simuladores policromáticos de la visión.

Uso de los láseres en cirugía ocular.

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

Los objetivos se llevarán a cabo tanto en exposiciones orales como en prácticas o simulaciones de laboratorio. Con ello se pretende:

- a) Suministrar al alumno la información que sirva de puente entre la medida de la luz y los efectos de ésta en los seres vivos. Se prestará especial atención a las aplicaciones, más que al puro formalismo matemático.
- b) Dar a conocer metodología y resultados de estudios experimentales de claro interés clínico, como imágenes de fondo de ojo de alta resolución, miopía experimental, cirugía refractiva y de cataratas, lentes de contacto, biometría ocular, etc.
- c) Familiarizar al alumno con procedimientos médicos estandarizados. Familiarización con los procedimientos de organismos como la Food and Drug Administration de los Estados Unidos.
- d) Cálculo proactivo de interacción de luz con tejidos biológicos.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		6		12	18
Prácticas	- En aula	5		14	21
	- En el laboratorio	8		8	12
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		2		4	6
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online				4	4
Preparación de trabajos		2		8	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>25</b>		<b>50</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

Henson D.B., "Optometric Instrumentation", 2nd ed. London, Butterworths, 1996.

Saleh B.E.A., Teich M.C. "Fundamentals of Photonics". John Wiley & Sons, Inc. New York 1991.

Niemz M H, "Laser-tissue Interactions", Springer, Berlin, 1996



Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

La bibliografía se complementa con acceso a diversas webs especializadas, y con acceso tutelado y discrecional a diversas revistas de láseres en medicina y de cirugía láser a las que están suscritas las Universidades de Salamanca y de Valladolid.

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de las destrezas y habilidades adquiridas, y de los conocimientos de los alumnos se realizarán mediante la puntuación de los proyectos realizados, de la exposición de los mismos y de la respuesta a las preguntas que durante la exposición se le formulen. En general la evaluación se hace teniendo en cuenta el desarrollo de competencias y la consecución de resultados de aprendizaje tanto en la teoría, problemas y seminarios como en el laboratorio.

Las actividades formativas de presentación de conocimientos y procedimientos y de estudio individual del estudiante serán evaluadas mediante los trabajos entregados por el alumno. Esta evaluación pretende correlacionar, entre otros aspectos, los resultados del aprendizaje mostrado en la prueba con el trabajo individual desarrollado por el alumno.

### Criterios de evaluación

Sistema de evaluación	Ponderación máxima	Ponderación mínima
Asistencia y participación en clase	40	20
Realización y presentación de trabajos	80	60

### Instrumentos de evaluación

Los instrumentos de evaluación serán los trabajos entregados por el alumno y la actitud en el laboratorio.

Recomendaciones para la evaluación.

Se trata de generar en el estudiante un espíritu crítico que le permita acceder de forma racional a la extensa bibliografía existente sobre las aplicaciones de los láseres en la medicina. Para ello una parte de la evaluación consistirá en la selección de un trabajo científico de alguna de las muchas revistas accesibles desde las universidades de Salamanca y/o Valladolid. La evaluación del trabajo se basará en el análisis crítico de los efectos físicos subyacentes en el trabajo. Se persigue que el estudiante desarrolle un sentido crítico en cuanto a si las aplicaciones buscan un efecto de físico-biológico de forma científicamente clara o simplemente se trabaja de forma aleatoria.

Recomendaciones para la recuperación.

Se analizarán las causas del fracaso y se trabajará de forma personalizada según cada caso

# Óptica cuántica

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	304328	Plan		ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso		Periodicidad	Semestre 1
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor coordinador	Luis Plaja Rustein	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Planta 1. T2310		
Horario de tutorías	Mañanas, previa cita		
URL Web			
E-mail	lplaja@usal.es	Teléfono	923 294678

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

La teoría de los láseres se desarrolla en su práctica totalidad asumiendo que los campos electromagnéticos son clásicos. Sin embargo los campos cuánticos son responsables de fenomenología óptica específica, que está dando lugar a una revolución tecnológica. Esta asignatura, de carácter optativo, ofrece acercar al estudiante a la óptica con campos cuánticos, con el fin de complementar su formación general sobre los aspectos más relevantes de la óptica.

## 3.- Recomendaciones previas

Requisitos previos: conocer los fundamentos de la mecánica cuántica y del idioma inglés.

La asignatura se impartirá en lengua inglesa para reforzar la capacidad de comunicación de los estudiantes en esta lengua, cuyo conocimiento es imprescindible para desarrollar una carrera investigadora.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Identificar el marco más adecuado para el estudio de los diferentes fenómenos de la óptica. Aplicar los métodos matemáticos propios de la óptica cuántica. Resolver problemas aplicados, partiendo de datos cuantitativos dar respuestas concretas sobre las características y posibilidad de observación de los fenómenos de la óptica cuántica.

## 5.- Contenidos

Cuantificación del campo electromagnético, tipología de los campos cuánticos, descripción de la interacción de la radiación cuántica con la materia.

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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

CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

## 7.- Metodologías docentes

Clases magistrales con ayuda de medios audiovisuales (presentación tipo powerpoint, videos, etc.), seminarios de resolución de problemas en la pizarra por parte de los alumnos, dirección de trabajos adicionales a los ejercicios propuestos. Utilización de la plataforma Studium para la presentación de trabajos de los alumnos y la entrega de material docente a los alumnos.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		16		26	42
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		4		8	12
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		4		17	21
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>		<b>51</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
P. Meystre, M. Sargent III, "Elements of Quantum Optics", (Springer, Nueva York)
C.C Gerry, P.L. Knight, "Introductory Quatum Optics", (Cambridge, 2005)
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
Artículos en revistas de investigación.

## 10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

### Consideraciones Generales

Se trata de una asignatura de último de nivel de formación, antes de la realización de los trabajos de investigación. Por ello se valorará la dedicación del estudiante tanto al contenido de clase como a la ampliación de estos. Los ejercicios entregados en la plataforma studium tienen carácter de seguimiento y se exigirá el cumplimiento estricto de los plazos de entrega.

### Criterios de evaluación

Se valora: Asistencia y participación en clase (hasta un 20%), realización y presentación de trabajos (entre un 40% y un 60%) y pruebas de seguimiento (entre un 40% y un 60%)

### Instrumentos de evaluación

Cuestionarios de Studium. Seguimiento de la actividad de los alumnos. Examen.

### Recomendaciones para la evaluación.

Asistencia a las tutorías. Realizar el trabajo de forma continuada.

### Recomendaciones para la recuperación.

Contactar con el profesor con anterioridad para evaluar los puntos débiles y fuertes de la formación adquirida por el alumno.

## Laboratorio de láseres intensos

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304335	Plan		ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso		Periodicidad	Semestre 2
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	STUDIUM			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Íñigo Juan Sola Larrañaga	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (despacho T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es/GIOE">http://optica.usal.es/GIOE</a>		
E-mail	<a href="mailto:ijsola@usal.es">ijsola@usal.es</a>	Teléfono	923 294678 (Ext. 1337)



Profesor Coordinador	Julio San Román Álvarez de Lara	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica (despacho T2312)		
Horario de tutorías	Previa cita online.		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es/GIOE">http://optica.usal.es/GIOE</a>		
E-mail	<a href="mailto:jsr@usal.es">jsr@usal.es</a>	Teléfono	923 294678 (Ext. 1337)

Profesor Coordinador	Camilo Ruíz Méndez	Grupo / s	Todos
Departamento	Didáctica de las matemáticas y ciencias experimentales		
Área			
Centro	Facultad de Educación		
Despacho			
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:camilo@usal.es">camilo@usal.es</a>	Teléfono	

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

En esta asignatura los alumnos diseñan, preparan y realizan experimentos con pulsos ultracortos. La formación adquirida en todo el desarrollo de esta actividad hace que los alumnos que hayan cursado esta asignatura puedan incorporarse fácilmente a un laboratorio de óptica y, especialmente, a un laboratorio de láseres pulsados.

## 3.- Recomendaciones previas

Esta asignatura se coordinará con la asignatura del segundo semestre "Pulsos ultracortos". Se recomienda, además, haber superado las asignaturas "Instrumentación y técnicas de análisis del haz láser" y "Laboratorio de láseres" del primer semestre.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Diseñar los montajes necesarios para realizar experimentos con láseres en el régimen de alta intensidad. Preparar los montajes experimentales diseñados, alinearlos y manipularlos adecuadamente. Recoger todos los datos relevantes de los experimentos para su posterior estudio. Discernir las implicaciones de los resultados, analizarlos con sentido crítico y emitir hipótesis plausibles sobre el proceso físico presente en los experimentos.

## 5.- Contenidos

BLOQUE I: Propagación no lineal de pulsos cortos

TEMA 1: Efectos espaciales en la propagación no lineal: autofocalización y el solitón de Townes.

TEMA 2: Efectos temporales en la propagación no lineal: ensanchamiento espectral.

TEMA 3: Técnicas de post-compresión basada en fibra hueca y en filamentación.

BLOQUE II: Interacción de pulsos cortos con materia

TEMA 1: Generación de armónicos de orden alto: parámetros fundamentales.

TEMA 2: Aceleración de electrones y generación de rayos X en interacciones laser plasma.

## 6.- Competencias a adquirir

Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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

CB10. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE3. Familiarizarse con el mantenimiento de equipos láser y ser capaz de caracterizar haces láser espacial y temporalmente.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

### Clases prácticas

Toda esta asignatura se desarrolla por medio de clases prácticas. Se realizan clases prácticas en el laboratorio, en las que se preparan y realizan los experimentos propuestos y clases prácticas en el aula de informática, en las que se realizan simulaciones de experimentos con láseres intensos y en los que se visualiza las fenomenologías presentes en los experimentos de laboratorio. Todas las clases, tanto las de laboratorio como las del aula de informática, comenzarán con una breve introducción y contextualización del experimento que se va a proponer.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	20		45	65
	- En aula de informática	8		8	16
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		1		15	16
<b>TOTAL</b>		<b>32</b>		<b>68</b>	<b>100</b>

## 9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
1. "Nonlinear Fiber Optics", G.P. Agrawal, Academic Press 2001
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

1. C. Ruiz et al Phys. Rev. Lett. 95, 053905 (2005)
2. C.P. Hauri et al Appl. Phys. B 79, 673 (2004)
3. A. Jullien et al Opt. Lett. 29, 2184 (2004)
4. M. Nisoli et al Opt. Lett. 22, 522 (1997)
5. "Super-Intense Laser-Atom Physics", Edited by B. Piraux, A. L'Huillier and K. Rzazewski, Plenum Press, New York and London, (1993)

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La adquisición de las competencias de esta asignatura se evaluará de manera continua.

### Criterios de evaluación

Para la evaluación de esta asignatura se tendrá en cuenta la participación y el aprovechamiento de las prácticas (20% de la nota final), la entrega de informes de las prácticas de laboratorio y de ejercicios de las prácticas de simulación (40% de la nota) y el resultado de un ejercicio escrito (40% de la nota).

### Instrumentos de evaluación

Los instrumentos de evaluación que se van usar:

- 1.- La participación en las prácticas.
- 2.- El cuaderno de las prácticas de laboratorio.
- 3.- Ejercicios de las prácticas de simulación.
- 4.- Un ejercicio escrito sobre todas las prácticas.

Recomendaciones para la evaluación.

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas, siendo la asistencia a las prácticas de laboratorio obligatoria.

Recomendaciones para la recuperación.

En la recuperación se utilizarán los mismos instrumentos de evaluación anteriormente citados.

## Aplicaciones de los láseres al procesado y caracterización de materiales

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304330	Plan		ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso		Periodicidad	Semestre 2
Área	INGENIERÍA MECÁNICA/ÓPTICA				
Departamento	INGENIERÍA MECÁNICA/FÍSICA APLICADA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	STUDIUM			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	PABLO MORENO PEDRAZ	Grupo / s	Todos
Departamento	INGENIERÍA MECÁNICA		
Área	INGENIERÍA MECÁNICA		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	Edificio Trilingüe, Planta 1. T2311		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web			
E-mail	pmoreno@usal.es	Teléfono	923 294678- Ext 1535



Profesor	JAVIER RODRÍGUEZ VÁZQUEZ DE ALDANA	Grupo / s	Todos
Departamento	FÍSICA APLICADA		
Área	ÓPTICA		
Centro	FACULTAD DE CIENCIAS		
Despacho	Edificio Trilingüe, Planta 1. T2312		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web			
E-mail	jval@usal.es	Teléfono	923 294678- Ext 1312

Profesor	ENRIQUE CONEJERO JARQUE	Grupo / s	Todos
Departamento	FÍSICA APLICADA		
Área	ÓPTICA		
Centro	EPS ZAMORA		
Despacho	Edificio Trilingüe, Planta 1. T2309		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web			
E-mail	enrikecj@usal.es	Teléfono	923 294678

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Esta materia trata de ofrecer al alumno una panorámica de las técnicas de procesado de materiales con láser, tanto a nivel industrial como de laboratorio, así como su empleo para la caracterización de la geometría y la composición de los materiales antes, durante y después de su procesado.

## 3.- Recomendaciones previas

Conocimientos previos de las materias del primer semestre. Experiencia previa en laboratorios de láseres.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Aprender las distintas técnicas de procesado de materiales con láser con aplicación tanto industrial como en investigación. Diseñar, montar y ejecutar una aplicación de procesado en el laboratorio. Familiarizarse con el funcionamiento de las técnicas fundamentales de caracterización de materiales procesados con láser.

## 5.- Contenidos

1. Fundamentos de la interacción de los láseres de alta intensidad con los materiales
2. Procesado de materiales con láseres convencionales
3. Procesado de materiales con láseres de pulsos ultracortos
4. Aplicaciones de los pulsos ultracortos al micro y nanoestructurado de materiales
5. Otras aplicaciones: Fabricación de dispositivos ópticos, Generación de nanopartículas, Limpieza de obras de arte, etc.
6. Introducción a las técnicas de microscopía para la caracterización de superficies

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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

CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

Sesiones magistrales: Exposición de contenidos teóricos en el aula sobre procesado convencional, con pulsos ultracortos y caracterización.

Prácticas de laboratorio: Prácticas de procesado con pulsos ultracortos y de marcado convencional. Los alumnos deberán entregar informe de prácticas.

Actividades de seguimiento online: Los alumnos realizan cuestionarios sobre los contenidos teóricos a través de la plataforma Studium.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		12		20	32
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	16		10	26
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		5			5
Actividades de seguimiento online			12		12
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>33</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- Laser Applications in Surface Science and Technology, H.G. Rubahn, John Wiley&Sons, Chichester, 1999
- Laser Material Processing, William M. Steen, Springer Verlag, 2001
- Laser Precision Microfabrication LPM 2002, ed. K. Sugioka, RIKEN Review 50, 2003.
- Microscopy techniques for materials science, A. R. Clarke and C. N. Eberhardt, CRC Press, 2002.

• Fundamentals of Scanning Probe Microscopy, V. L. Mironov, The Russian Academy of Sciences, 2004.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Artículos de revistas del SCI sobre procesado con pulso ultracortos

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La actividad de evaluación principal serán los cuestionarios de STUDIUM sobre procesado convencional, procesado con pulsos ultracortos y caracterización. También se evalúa el informe personalizado de prácticas de laboratorio que entregarán los alumnos.

### Criterios de evaluación

Para superar la materia habrá que obtener al menos un 30% en cada uno de los apartados evaluables.

Para la calificación final, se establece el siguiente baremo:

Cuestionarios STUDIUM: 80%

Informe de prácticas: 20%

### Instrumentos de evaluación

Cuestionarios. Informe de prácticas.

### Recomendaciones para la evaluación.

La adquisición de los conocimientos y competencias en esta materia exige que el estudiante participe de forma activa en las actividades propuestas. Se recomienda una amplia utilización de las tutorías.

Recomendaciones para la recuperación.

Existirá la posibilidad de recuperar la parte de cuestionarios STUDIUM realizando de nuevo dichos test. El resto de actividades no son recuperables.

## Radiación fuera del rango óptico

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304331	Plan		ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso		Periodicidad	Semestre 2
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor coordinador	Antonio Picón Álvarez	Grupo / s	Todos
Departamento	Química		
Área			
Centro	Facultad de Ciencias de la UAM		
Despacho			
Horario de tutorías	Previa cita on-line		
URL Web			
E-mail	antonio.picon@uam.es	Teléfono	



Profesor	Enrique Díez Fernández	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Laboratorio de Bajas Temperaturas, Edificio Trilingüe		
Horario de tutorías	Previa cita on-line		
URL Web			
E-mail	enrisa@usal.es	Teléfono	923294435

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

En los últimos años, los láseres han encontrado aplicaciones fuera del rango tradicionalmente considerado como óptico del espectro electromagnético.

Esta materia pretende dar una visión general de la generación, detección y aplicaciones de la radiación electromagnética fuera del rango óptico, tanto en longitudes de onda muy cortas (ultravioleta extremo y rayos X) como en la frontera entre infrarrojo y microondas (rango de terahercios).

## 3.- Recomendaciones previas

Se recomienda haber superado las asignaturas obligatorias del primer semestre.

#### 4.- Objetivos de la asignatura

Describir las radiaciones fuera del rango óptico, cómo se generan, sus formas de detección y sus posibles aplicaciones. Interpretar la bibliografía especializada sobre el tema.

#### 5.- Contenidos

##### **Bloque 1**

Generación de radiación de longitud de onda corta (EUV y rayos X).

Aplicaciones de la radiación EUV y rayos X: espectroscopia y difracción.

Fuentes de última generación: láseres de EUV y rayos X.

##### **Bloque 2**

Física atómica y molecular de rayos X.

Óptica cuántica de rayos X.

El futuro de pulsos de rayos X ultracortos: espectroscopia ultrarrápida.

##### **Bloque 3**

Generación y detección de radiación de terahercios

Diseño de dispositivos optoelectrónicos: Láseres de cascada cuántica.

Imágenes y espectroscopia de terahercios.

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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.

CB10. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

Sesiones magistrales, seminarios, prácticas en el aula, realización de trabajos, exposiciones y debates.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		16		28	44
Prácticas	- En aula	2		2	4
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		2		3	5
Exposiciones y debates		4		6	10
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		10	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>26</b>		<b>49</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

F. A. Smith, Applied Radiation Physics, World Scientific

D. T. Attwood, Soft X-Rays and Extreme Ultraviolet Radiation: Principles and Applications, Cambridge University Press

J. Als Nielsen & D. McMorrow, Elements of Modern X-Ray Physics, Wiley (2<sup>nd</sup> ed.)

Handbook of Optics III, Optical Society of America – McGraw-Hill (2<sup>nd</sup> ed.)

Y.S. Lee, Principles of Terahertz Science and Technology (Lecture notes in physics) – Springer.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Cursos de David T. Attwood en la UC Berkeley:

<http://www.coe.berkeley.edu/AST/sxr2009/>

<http://www.coe.berkeley.edu/AST/srms/>

X-ray Data Booklet <http://xdb.lbl.gov/>

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de la asignatura tendrá en cuenta la preparación y exposición de un trabajo relacionado con los contenidos de la asignatura y un conjunto de ejercicios y trabajos de evaluación rápida, así como la asistencia y participación en clase.

### Criterios de evaluación

Preparación y exposición de trabajo - 50% de la calificación final.

Ejercicios y trabajos que demuestren el seguimiento del curso y su capacidad bibliográfica – 30% de la calificación final.

Asistencia y participación en clase – 20% de la calificación final.

Instrumentos de evaluación

Preparación y exposición de trabajos.

Resolución de problemas.

Asistencia y participación en clase.

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.

Para recuperar la asignatura se deberá presentar un nuevo trabajo. Los profesores harán llegar al estudiante las recomendaciones que consideren oportunas para mejorar el resultado de la evaluación inicial.

## Física de campos intensos

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304333	Plan		ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso		Periodicidad	Semestre 2
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

Profesor	José Antonio Pérez Hernández	Grupo / s	Todos
Departamento	Profesor Externo		
Área			
Centro	Centro de Láseres Pulsados (CLPU)		
Despacho	PB05 - Edificio M5, Parque Científico de la Universidad de Salamanca. Calle Adaja, 8, 37185		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://www.clpu.es">http://www.clpu.es</a>		
E-mail	japerez@clpu.es	Teléfono	+ 34 923 338121

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Esta materia está muy relacionada con la especialidad del Centro de Láseres Pulsados de Salamanca.

## 3.- Recomendaciones previas

Es una materia teórica. Requiere haber cursado en el primer semestre "Introducción a la interacción láser-materia". La materia "Laboratorio de láseres intensos" complementa experimentalmente parte de los contenidos de esta materia. Se recomienda también tener nociones de Óptica, Física Cuántica y Física Atómica. También es recomendable un mínimo nivel de Inglés, al menos de lectura, ya que la mayor parte de la bibliografía se encuentra escrita en este idioma.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Entender la fenomenología de la interacción laser-materia en régimen de alta intensidad haciendo especial hincapié en la naturaleza no lineal y no perturbativa de este proceso. Para ello se expondrán y desarrollarán detalladamente las diversas técnicas disponibles. Se analizarán diversas aproximaciones al problema de la interacción luz-materia, según el régimen de intensidad.

## 5.- Contenidos

Conceptos básicos de la física atómica. Ionización y multifotoionización. Generación de armónicos y necesidad de técnicas no perturbativas. Solución de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Modelos aproximados: aproximación de campo fuerte (Strong Field Approximation). Generación de radiación coherente en régimen de alta intensidad láser: Radiación Betatrón. Aplicaciones y comparación con otras fuentes de radiación coherentes e incoherentes. Ecuación de Dirac. Partículas cargadas en láseres: modelo clásico. Física en el régimen de ultra-alta intensidad: introducción al estudio del vacío cuántico. QED y generación de pares. Límite de Schwinger.



## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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

CB9. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

Sesiones magistrales, clases de problemas.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		18		36	54
Prácticas	- En aula	6		15	21
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		24		51	75

## 9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

La protección radiológica de instalaciones láser, F Fernández, E Conejero y L Roso, 2013.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

## 10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

Consideraciones Generales

Se trata de un curso de carácter teórico y fundamental, por lo que la evaluación debe de reflejar el grado de comprensión de los mecanismos básicos que gobiernan los distintos rangos de interacción luz materia

Criterios de evaluación

En base a la comprensión de la materia

Instrumentos de evaluación

Un trabajo individualizado que permita valorar su comprensión de la materia

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.

## Interacción láser-plasma

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304332	Plan		ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso		Periodicidad	Semestre 2
Área	Óptica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

Profesor Coordinador	Camilo Ruíz Méndez	Grupo / s	Todos
Departamento	Didáctica de las matemáticas y ciencias experimentales		
Área			
Centro	Facultad de Educación		
Despacho			
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web			
E-mail	camilo@usal.es	Teléfono	

Profesor	Luca Volpe	Grupo / s	Todos
Departamento	Profesor Externo		
Área			
Centro	Centro de Láseres Pulsados (CLPU)		
Despacho	PB05 - Edificio M3, Parque Científico de la Universidad de Salamanca		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://www.clpu.es">http://www.clpu.es</a>		
E-mail	ivolpe@clpu.es	Teléfono	923 331821

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

En esta materia se describirán las características fundamentales de la interacción láser-plasma, sus diferentes regímenes de interacción y las aplicaciones más relevantes.

El rápido avance de la tecnología láser permite la producción de altas intensidades en el laboratorio y con ello el estudio de la interacción no lineal láser plasma. En la asignatura revisaremos los siguientes temas.

- Formación del plasma: Procesos de ionización multifotónica y ionización de campo.
- Conceptos básicos del plasma.
- Interacción con pulsos láser de nanosegundo, picosegundo y femtosegundo.
- Plasma subdensos: Ondas de plasma lineales y no lineales. Mecanismos de absorción.
- Plasmas superdensos: Mecanismos de absorción electrónica e iónica.
- Aceleradores de plasma: Aceleración de electrones en medios subdensos.
- Aceleradores de plasma: Aceleración de electrones e iones en medios superdensos.
- Aceleradores de plasma: Fuentes de rayos X.
- Fusión por confinamiento inercial, ignición rápida.

Estos temas adquieren relevancia puesto que actualmente la investigación en esta área es muy activa. Además, el láser de PW del Centro de Láseres Pulsados CLPU permitirá investigar este tipo de sistemas.

### 3.- Recomendaciones previas

Se recomienda haber superado las asignaturas obligatorias del primer semestre. Asimismo es recomendable un mínimo nivel de inglés para poder acceder a la bibliografía más relevante.

### 4.- Objetivos de la asignatura

Identificar los diferentes regímenes de interacción láser-plasma, identificar los parámetros relevantes del plasma, del láser y de las partículas emitidas. Se dará especial importancia a las aplicaciones de las interacciones láser-plasma. Resolver problemas sencillos de interacción láser-plasma, correr simulaciones de Particle-In-Cell. Interpretar la bibliografía especializada sobre el tema.

### 5.- Contenidos

Dinámica de partículas cargadas en campos electromagnéticos intensos. Dinámica de plasmas sometidos a pulsos láser. Estudio de los distintos regímenes de la interacción: absorción colisional y no colisional. Diferencias entre plasmas subdensos y superdensos. Diferentes parámetros del pulso laser (intensidad, duración temporal del pulso, contraste). Aplicaciones y fuentes secundarias.

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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

CB10. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

Sesiones magistrales: Exposición de contenidos teóricos en el aula.

Preparación de trabajos y/o ejercicios: Los alumnos preparan trabajos sobre las distintas partes de la asignatura y los entregan y/o exponen en clase.

Simulaciones de Particle-In-Cell en un laboratorio virtual.



## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		16		27	43
Prácticas	- En aula	4		8	12
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	2		6	8
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online		2		10	12
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>		<b>51</b>	<b>75</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

The Physics of Laser Plasma Interaction, William L. Kruer, Westview Press. 2003.  
 Short Pulse Laser Interactions With Matter: An Introduction, Paul Gibbon Ed.  
 Imperial College. 2007.

A Superintense Laser-Plasma Interaction Theory Primer. Authors: Andrea Macchi

Ed. Springer. 2013.

Peter Mulser, Dieter Bauer, "High Power Laser-Matter interaction" Springer 2010

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Bases de datos y revistas electrónicas suscritas por la universidad y de uso libre.

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

En esta materia son actividades evaluables todos los trabajos, ejercicios y presentaciones de los mismos sobre los diferentes contenidos tratados. También será evaluable la participación activa en las clases magistrales y prácticas.

### Criterios de evaluación

Para la evaluación de esta asignatura se tendrá en cuenta la participación y el aprovechamiento de las prácticas (20% de la nota final), la entrega de informes de las prácticas de laboratorio y de ejercicios de las prácticas de simulación (40% de la nota) y el resultado de un ejercicio escrito (40% de la nota).

### Instrumentos de evaluación

Cuestionarios en la plataforma Moodle.  
Informes de las sesiones de simulación.  
Exposiciones de los alumnos.  
Tareas y ejercicios.

### Recomendaciones para la evaluación.

La adquisición de los conocimientos y competencias en esta materia exige que el estudiante participe de forma activa en las actividades propuestas. Se recomienda una amplia utilización de las tutorías.

### Recomendaciones para la recuperación.

En la recuperación se utilizarán los mismos instrumentos de evaluación anteriormente

citados.

## Comunicaciones ópticas

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304334	Plan		ECTS	3
Carácter	Optativa	Curso		Periodicidad	Semestre 2
Área	Teoría de la Señal y Comunicaciones				
Departamento	Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Moodle			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle2.usal.es">http://moodle2.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor coordinador	Noemí Merayo Álvarez	Grupo / s	Todos
Departamento	Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática		
Área	Teoría de la Señal y Comunicaciones		
Centro	E.T.S.I. Telecomunicación		
Despacho	2D019		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 09 h a 12 h		
URL Web	<a href="http://gco.tel.uva.es">http://gco.tel.uva.es</a>		
E-mail	noemer@tel.uva.es	Teléfono	983423660 ext. 5549

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

El análisis de los láseres a nivel físico y su principio de funcionamiento en un sistema óptico genérico, resulta en muchos casos crítico a la hora de analizar cómo afectan éstos al comportamiento final del sistema en base a los fenómenos físicos que producen. Su principio de funcionamiento les hará especiales para unas ciertas aplicaciones u otras, que se deberán discernir para poder escoger las opciones más óptimas en cada campo concreto. Debido a ello la asignatura se plantea dentro del plan de estudios como un complemento a las soluciones tecnológicas de láseres que ya se explican, desarrollando un área específica que de otra forma no sería posible cubrir.

## 3.- Recomendaciones previas

Conocimientos de inglés para leer documentación adicional y preparar posibles trabajos.

## 4.- Objetivos de la asignatura

- Seleccionar y describir los componentes necesarios para construir sistemas y redes de comunicaciones ópticas y entender su funcionamiento a nivel de comunicaciones pero sobre todo centrándonos a nivel físico. En concreto, nos centraremos en aquellos fenómenos físicos que dependan fundamentalmente de los láseres y su principio de funcionamiento y características.
- Interpretar hojas de especificaciones de componentes de comunicaciones ópticas, sobre todo las relacionadas con la caracterización de diferentes tipos de láseres.
- Diseñar enlaces de comunicaciones ópticas sencillos (Balance de potencias, balance de tiempos), analizando el comportamiento físico y resultados de los sistemas.
- Conocer el principio de funcionamiento y manejarse con el software usado en la asignatura, en concreto Optsim para el diseño de sistemas ópticos y LabVIEW para la automatización de medidas e instrumentación de dispositivos.

## 5.- Contenidos

- Análisis de prestaciones y análisis de comportamiento a nivel físico de diferentes tipos de láseres en sistemas ópticos sencillos.
- Diseño y simulación de enlaces ópticos sencillos con distintos tipos de modulaciones en conjunción con distintos tipos de láseres, y cómo afectan éstos al comportamiento físico del sistema.
- Efecto de los fenómenos de atenuación y dispersión de la fibra óptica sobre sistemas ópticos, a partir de la utilización de diferentes tipos de láseres.
- Diseño y evaluación de prestaciones en sistemas de comunicaciones ópticas.
- Introducción al manejo de LabVIEW como herramienta de automatización de procesos de control y para la automatización y medidas en laboratorios de instrumentación.

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

### Específicas.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

### Actividades teóricas (dirigidas por el profesor)

Clases magistrales

### Actividades prácticas

Prácticas en laboratorio (aula de informática)

**Actividades prácticas autónomas**

Elaboración de trabajos individuales/grupales

**8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		6		18	24
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	18		33	51
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		24		51	75



## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- “Rare-Earth-Doped Fiber Lasers and Amplifiers” Michel J. F. Digonnet, CRC, Second Edition
- “Fiber Lasers”, Oleg G. Okhotnikov, Wiley-Vch, 2011
- “Fiber Lasers. Research, Technology and Applications” Masato Kimura, Nova
- “Specialty Optical Fibers Handbook” Alexis Mendez, T.F. Morse, Academic Press

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- Group Rsoft: Optsim. Disponible en: <http://www.rsoftdesign.com/>
- Tutorial de Comunicaciones ópticas desarrollado por el Grupo de Comunicaciones Ópticas de Valladolid. Disponible en: <http://nemesis.tel.uva.es>
- Aplicaciones interactivas y video-tutoriales guiados por voz de aspectos teórico-prácticos que se analizarán en la asignatura.
- Guías de prácticas escritas por el profesor y subidas a la plataforma de aprendizaje Moodle
- Conjunto de revistas científicas electrónicas accesibles a través de los servicios de la universidad
- Página principal de LabView en: <http://www.ni.com/es-es/shop/labview.html>

## 10.- Evaluación

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

### Consideraciones Generales

Es necesario realizar todas las prácticas del laboratorio para poder superar la asignatura, excepto en casos suficientemente justificados.

### Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación que se van a seguir para evaluar la capacidad del alumno son:

- Utilizar el lenguaje, los métodos y la notación adecuada para la resolución de los problemas planteados en clase y en el laboratorio.
- Manejar con destreza y correctamente los programas *software* utilizados en la asignatura para la consecución de los objetivos inicialmente planteados.
- Presentar en los informes que los alumnos tienen que entregar procesos bien razonados del trabajo matemático relacionado con las prácticas realizadas y argumentar con criterios lógicos dichos argumentos.
- Actitud positiva en el trabajo individual dentro del aula. Motivación en la búsqueda de soluciones a los problemas y actividades planteados en las clases del aula.
- Actitud positiva en el trabajo colaborativo dentro de las clases de laboratorio.

### Instrumentos de evaluación

Los instrumentos que se van a utilizar para evaluar el aprendizaje de los alumnos se expondrán a continuación. A lo largo del cuatrimestre se evaluará de forma continua el trabajo del alumno en el laboratorio o en clase. Por una parte, se valorará la actitud, participación y destreza del alumno en las actividades formativas desarrolladas. Por otra parte, se evaluarán los resultados obtenidos por los alumnos en los informes que deben entregar a lo largo de la asignatura. La revisión y evaluación de los informes realizados por el alumno tras la realización de las prácticas se realizará de forma continua en función de:

- Cuestionario previo a la realización de cada práctica (optativo). Este formulario estará confeccionado en Moodle, y se activará durante la primera media hora de laboratorio. No se permitirá la utilización de apuntes o libros durante esta prueba previa.
- Cuestionario final tras la realización de la práctica. Este formulario será una plantilla que será entregada al comienzo de la clase de laboratorio y recogida al final de la sesión. El alumno reflejará las conclusiones y resultados teórico-experimentales obtenidos tras la consecución de la práctica.
- Evaluación del comportamiento del alumno y su capacidad de trabajo, así como la metodología empleada para organizar el trabajo y resolver las dificultades que se encuentra. Además, se evaluará la capacidad de hacer correctamente los montajes y diseños propuestos, así como la correcta consecución de resultados. Se analizará igualmente la capacidad de trabajo colaborativo y su implicación

individual en el trabajo del laboratorio.

Recomendaciones para la evaluación.

Recomendaciones para la recuperación.

En el caso de que un alumno no superara la nota mínima requerida, el profesor le impondrá un trabajo a nivel teórico o práctico que dependerá de las razones por las que falló en la evaluación anterior.

## Trabajo de Fin de Máster

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	304336	Plan		ECTS	12
Carácter	Obligatorio	Curso		Periodicidad	Anual
Área	Todas las implicadas en la docencia del máster				
Departamento	Todos los implicados en la docencia del máster				
Plataforma Virtual	Plataforma:				
	URL de Acceso:				

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Julio San Román Álvarez de Lara (Coordinador)	Grupo / s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Óptica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe, Área de Óptica. T2312		
Horario de tutorías	Previa cita online		
URL Web	<a href="http://optica.usal.es/GIOE">http://optica.usal.es/GIOE</a>		
E-mail	<a href="mailto:jsr@usal.es">jsr@usal.es</a>	Teléfono	923 294678 (ext. 1337)

Todos los profesores del máster participan en la tutela de los Trabajos de Fin de Máster. En algunos casos también pueden participar cotutores externos.

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

El Trabajo de Fin de Máster es un trabajo autónomo que cada estudiante realizará bajo la orientación de un tutor, quien actuará como dinamizador y facilitador del proceso de aprendizaje. Este trabajo permitirá al estudiante mostrar de forma integrada los contenidos formativos recibidos y las competencias adquiridas asociadas al título de Máster. El trabajo podrá tener carácter experimental, teórico y/o de simulación.

## 3.- Recomendaciones previas

Para poder defender el Trabajo de Fin de Máster el estudiante deberá haber aprobado el resto de las asignaturas del máster.

El TFM podrá presentarse en español o en inglés.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Escribir con claridad y corrección ortográfica; exponer resultados científicos de forma adecuada; iniciarse en las tareas de investigación en el mundo de la óptica y los láseres.

## 5.- Contenidos

Los contenidos concretos variarán en cada Trabajo de Fin de Máster.

## 6.- Competencias a adquirir

### Básicas/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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes serán 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. Los estudiantes sabrán 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. Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo.

CG1. Familiarizarse con todos los aspectos que envuelve la investigación en el campo de la óptica y los láseres: trabajo teórico, de laboratorio, simulación numérica; consulta de revistas y bases de datos especializadas; exposición y publicación de resultados; proyectos de investigación, becas y contratos de formación.

Específicas.

CE1. Conocer las bases físicas del funcionamiento de los dispositivos láser.

CE2. Conocer los tipos de láseres más utilizados y sus aplicaciones.

CE3. Familiarizarse con el mantenimiento de equipos láser y ser capaz de caracterizar haces láser espacial y temporalmente.

CE4. Conocer las características de los láseres pulsados ultracortos y ultraintensos, y sus principales aplicaciones.

## 7.- Metodologías docentes

Trabajo tutelado.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		30		270	300
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
<b>TOTAL</b>		<b>30</b>		<b>270</b>	<b>300</b>

## 9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
Variarán para cada TFM concreto
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
Variarán para cada TFM concreto



## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

Para la elaboración y evaluación de los Trabajos de Fin de Máster se seguirá la normativa al respecto de la Universidad de Salamanca o de la de Valladolid.

[http://campus.usal.es/~gesacad/coordinacion/nuevoreglamento\\_tfg\\_tfm.pdf](http://campus.usal.es/~gesacad/coordinacion/nuevoreglamento_tfg_tfm.pdf)

También se tendrán en cuenta las normas de estilo aprobadas por la Comisión Académica del Máster, que pueden encontrarse en la web del máster:

<http://optica.usal.es/posgrado/estudios-de-master/tfm.html>

### Criterios de evaluación

Se tendrán en cuenta la calidad científica y técnica del trabajo (50%), la calidad y presentación del material entregado (20%) y la claridad expositiva, la capacidad de debate y la defensa argumental durante la exposición pública del trabajo (30%).

### Instrumentos de evaluación

Elaboración y presentación del TFM.

### Recomendaciones para la evaluación.

### Recomendaciones para la recuperación.

Cuando la calificación cualitativa final sea suspenso, la Comisión Evaluadora hará llegar al estudiante, de forma oral o por escrito, y a su tutor/a, las recomendaciones que se consideren oportunas con la finalidad de que el TFM pueda mejorar y ser presentado en la siguiente convocatoria.