



FICHA IDENTIFICATIVA

DATOS DE LA ASIGNATURA

Código: 43306

Nombre: Óptica no lineal y láseres

Ciclo: Máster Universitario Oficial

Créditos ECTS: 6

Curso académico: 2026-27

TITULACIONES

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

MATERIAS

Titulación	Materia	Carácter
2150 - Máster Universitario en Física Avanzada	Elementos de óptica avanzada	OPTATIVA

COORDINACIÓN

VALCARCEL GONZALVO GERMAN JOSE DE

ROLDAN SERRANO EUGENIO

RESUMEN

Bajo campos electromagnéticos intensos los materiales dieléctricos dejan de tener una respuesta lineal con la amplitud del campo eléctrico. En el dominio óptico, este hecho define lo que conocemos como óptica no lineal, la cual es una de las bases de la moderna fotónica y de la óptica cuántica. La respuesta no lineal de los medios materiales es la responsable de numerosos fenómenos que permiten, por ejemplo, generar radiación en regiones del espectro electromagnético donde los láseres no son efectivos, realizar medidas no destructivas de sustancias químicas, modular la radiación óptica a elevadas frecuencias, o generar solitones ópticos. Generalmente los fenómenos ópticos no lineales requieren del uso de láseres intensos, muchas veces pulsados. A su vez, estos últimos encuentran numerosas aplicaciones en el procesado de materiales, en transmisión de la información o en metrología, por citar algunos ejemplos. La asignatura pretende dar una introducción a las bases físicas de la óptica no lineal y a algunos de sus fenómenos, así como a la física de los láseres.

fenómenos, así como a la física de los láseres.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS DE LA MISMA TITULACIÓN



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

OTROS TIPOS DE REQUISITOS

COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

2150 - Máster Universitario en Física Avanzada

Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.

Asimilar las bases físicas de la emisión láser y las características fundamentales de los láseres de mayor interés para la fotónica.

Comprender de una forma sistemática el campo de estudio de la Física y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.

Comprender los fundamentos físicos de la interacción de la luz con la materia.

Concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.

Elaborar una memoria clara y concisa de los resultados de su trabajo y de las conclusiones obtenidas en el área de la Física.

Estar en disposición para seguir los estudios de doctorado y la realización de un proyecto de tesis doctoral.

Evaluar la validez de un modelo o teoría propuesto por otros miembros de la comunidad científica.

Exponer y defender públicamente el desarrollo, resultados y conclusiones de su trabajo en el área de la Física.

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.

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

Realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el área de la Física.

Saber modelizar matemáticamente los problemas físicos sencillos nuevos, conectados con problemas conocidos. Ser capaz de expresar en términos matemáticos nuevas ideas.

Ser capaz de gestionar información de distintas fuentes bibliográficas especializadas utilizando principalmente bases de datos y publicaciones internacionales en lengua inglesa.



DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Introducción a la óptica no lineal. El modelo de Lorentz generalizado

Qué entendemos por óptica no lineal. El modelo de Lorentz lineal: soluciones; aplicación al efecto Faraday. Generalización del modelo. Influencia de las simetrías espaciales sobre el tipo de no linealidad. Caso de no linealidad cuadrática: generación de segundo armónico, rectificación óptica, generación de frecuencia suma y resta. Caso de no linealidad cúbica: el efecto Kerr y la generación de tercer armónico.

2. Relación constitutiva y susceptibilidades no lineales

La relación constitutiva en medios con respuesta causal e invariancia temporal. Susceptibilidades no lineales. Simetrías. Sistematización del cálculo de polarizaciones no lineales.

3. Propagación de la luz en medios ópticos no lineales

La ecuación de ondas no lineal independiente del tiempo. La ecuación de ondas no lineal dependiente del tiempo: velocidad de grupo y su dispersión.

4. Óptica no lineal de segundo orden

Generación de segundo armónico. Generación de frecuencias suma y resta. Phase matching. Amplificación y oscilación óptica paramétrica.

5. Óptica no lineal de tercer orden

El efecto Kerr. Automodulación de fase, modulación cruzada de fase y mezcla de cuatro ondas. Propagación no lineal de pulsos en fibras. Solitones ópticos. Dispersión no lineal.

6. Interacción de luz con átomos de dos y más niveles

Ecuaciones de balance de Einstein. El problema de la inversión de población. Esquemas de bombeo en medios de tres y cuatro niveles. Ejemplos de medios láser.

7. Amplificación y emisión láser

Amplificación de la radiación en un medio con inversión de población. Cavidades ópticas. Emisión láser: umbral. Oscilaciones de relajación. Tipos de láseres. Aplicaciones.



8. Láseres pulsados

Tipos de modulación láser: características básicas de los pulsos láser. Aplicaciones. Q-switching. Mode-locking activo: principios y modelización. Mode-locking pasivo.

VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

ACTIVIDADES PRESENCIALES

Actividad	Horas
Teoría	36,00
Seminario	3,00
Otras actividades	4,00
Laboratorio	4,00
Total horas	47,00

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

Actividad	Horas
Asistencia a otras actividades	0,00
Elaboración de trabajos individuales o en grupo	30,00
Estudio y trabajo autónomo	58,00
Preparación de clases	0,00
Preparación de actividades de evaluación	0,00
Resolución de casos prácticos	15,00
Total horas	103,00

METODOLOGÍA DOCENTE

MD1 - Clases teóricas con lección magistral participativa.

MD3 - Resolución de problemas.

MD4 - Problemas.

MD5 - Seminarios.

EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura ¿Óptica No Lineal y Láseres¿ tendrá en cuenta los siguientes apartados:

- Asistencia: la asistencia regular y una participación activa en las mismas. (25%)



- Ejercicios: la resolución de una serie de ejercicios (del orden de cinco) propuestos a lo largo del curso. (35%)
- Elaboración y presentación de una memoria que cubrirá aspectos no desarrollados en el curso. Se realizará por parejas. (40%)

Examen: para los estudiantes que deseen mejorar la calificación obtenida con los criterios anteriores. En este caso la nota del examen será la calificación de la asignatura.

Este sistema de evaluación se aplicará tanto a la primera como a la segunda convocatoria.

BIBLIOGRAFÍA

- P.N. Butcher and D. Cotter, *The Elements of Nonlinear Optics* (Cambridge University Press, 1990)
- R.W. Boyd, *Nonlinear Optics* (Academic Press, 1992)
- G.P. Agrawal, *Nonlinear Fiber Optics* (Academic Press, 1995)
- A. Siegman, *Lasers* (University Science Books, 1986)
- O. Svelto, *Principles of Lasers* (Plenum Press, 1989)