FICHA IDENTIFICATIVA

DATOS DE LA ASIGNATURA

Código: 43309
Nombre: Cristales fotónicos y pulsos ópticos
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	Guías ópticas y cristales fotónicos	OPTATIVA

COORDINACIÓN

FERRANDO COGOLLOS ALBERT

ZAPATA RODRIGUEZ CARLOS

RESUMEN

Electromagnetismo en medios periódicos. Propagación en cristales fotónicos y otros medios micro- y nanoestructurados. Propiedades de dispersión y pulsos ópticos. Pulsos ultracortos. Conformado de pulsos ópticos. Técnicas de medida de pulsos ultracortos. Aplicaciones.

icaciones.

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.

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 las bases teóricas de la propagación de la luz, tanto en el espacio libre, como en medios dieléctricos lineales y no lineales, así como en guías ópticas.

Comprender las técnicas de fabricación y caracterización de componentes de fibra óptica y sus aplicaciones.

Conocer los avances recientes en materiales, dispositivos y tecnologías emergentes de interés para la fotónica.

Poseer la capacidad para el desarrollo de una aptitud crítica ante el aprendizaje que le lleve a plantearse nuevos problemas desde perspectivas no convencionales.

Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

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

Ser capaz de diseñar sistemas ópticos y dispositivos fotónicos para aplicaciones específicas de procesamiento de señales.

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. Las ecuaciones de Maxwell macroscópicas

Ecuaciones macroscópicas y promediado espacial. Susceptibilidades. Propiedades de las susceptibilidades en medios dieléctricos. Homogeneización de estructuras compuestas. Ecuación de ondas 3D en medios homogéneos. Ecuación de ondas 3D en medios inhomogéneos. Metales. Energía del campo electromagnético en un medio material: pérdidas.

2. Electromagnetismo en medios periódicos

El electromagnetismo como un problema de valores propios en frecuencia. Hermiticidad de operadores y ortogonalidad de modos. Simetrías y clasificación de modos electromagnéticos. Medios periódicos. Teorema de Floquet-Bloch. Diagrama de bandas fotónico. Análisis de cristales fotónicos.

3. Teoría general de sistemas guiadores de ondas electromagnéticas

Ecuación de ondas 2D. No hermiticidad y biortogonalidad de modos. Simetrías y clasificación de modos. Relación de dispersión y propiedades de las guías.

4. Análisis y diseño de dispositivos fotónicos complejos

Métodos de expansión modal. Teoría de perturbaciones. Teoría de modos acoplados: aplicación a guías complejas. Resonancias en guías y cavidades fotónicas. Teoría de modos acoplados temporal.

5. Propiedades básicas y tecnología de los pulsos ultracortos

Motivación. Pulsos de femtosegundo: propiedades. Esquema básico de un láser de femtosegundo. Aplicaciones inmediatas: dinámica molecular, control cuántico, física de altas intensidades, óptica no lineal, procesado de materiales y micromecanizado, biofotónica, nuevas técnicas de formación de imágenes tridimensionales, etc.

6. Descripción de los pulsos láser ultracortos

Análisis tiempo/frecuencia. Descripción temporal de señales luminosas. Descripción espectral. Interpretación física de la señal analítica. Duración del pulso y anchura espectral. Aplicación numérica. Producto tiempo-frecuencia: factor de calidad. Otras relaciones de utilidad. Contribuciones de la amplitud y fase al ancho espectral. Ejemplos.

7. Efectos dispersivos. Analogía espacio-tiempo

Propagación de pulsos en medios dispersivos cuadráticos. Analogía espacio-tiempo. Lentes temporales. Microscopios y telescopios temporales. Sistemas transformadores de frecuencia a tiempo. Generadores de pulsos con perfil arbitrario. Formadores de imágenes espectrales. Sistemas transformadores de tiempo a frecuencia. Efecto Talbot temporal. Propagación de pulsos chirpeados linealmente en medios cuadráticos. Otras aplicaciones.

Difracción de campo cercano: caso general. Expresión para la Intensidad integrada. Difracción con luz

8. Difracción con luz pulsada. Efectos espacio-temporales

pulsada vs. difracción con luz temporalmente incoherente. Propagación de un haz gaussiano pulsado. Extensión a la región de Fraunhofer. Aplicación numérica. Óptica de femtosegundo acromática.

VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

ACTIVIDADES PRESENCIALES

Actividad	Horas
Teoría	39,00
Seminario	3,00
Otras actividades	4,00
Total horas	**46,00**

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

Actividad	Horas
Asistencia a otras actividades	0,00
Elaboración de trabajos individuales o en grupo	16,00
Estudio y trabajo autónomo	0,00
Preparación de clases	44,00
Preparación de actividades de evaluación	0,00
Resolución de casos prácticos	44,00
Total horas	**104,00**

METODOLOGÍA DOCENTE

MD1 - Clases teóricas lección magistral participativa.

MD3 - Resolución de problemas.

MD4 - Problemas

MD5 - Seminarios.

MD6 - Visita a instalaciones científicas externas y empresas.

MD7 - Debate o discusión dirigida.

EVALUACIÓN

La evaluación del rendimiento académico en esta asignatura se realizará mediante:

a) Evaluación de ejercicios: Para lo cual los estudiantes resolverán cuestiones teóricas y problemas propuestos, que se entregarán y/o defenderán durante las sesiones de evaluación que oportunamente se fijarán por los diferentes profesores de la asignatura utilizando, para dar publicidad a las convocatorias, los correos electrónicos de los estudiantes identificados en la aplicación Aula Virtual.

b) Evaluación de una presentación oral individual: En ella el estudiante defenderá ante los profesores de la asignatura una presentación sobre un tema vinculado con los contenidos del curso. La asignación de los temas de las presentaciones se hará con tiempo suficiente para garantizar su correcta preparación.

El porcentaje asignado a cada una de estas actividades, sobre el total de la calificación será:

* Evaluación ejercicios: 30%.

* Evaluación de la presentación oral: 70%.

El estudiante tendrá también la opción de presentarse a un único examen escrito, en la fecha establecida en el calendario de exámenes, si no ha realizado ninguna de las actividades anteriores. Este examen también podrá utilizarse para subir nota por parte de los estudiantes que sí que hayan sido evaluados por realizar estas actividades.

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

BIBLIOGRAFÍA

- Joannopoulos, J. D., Meade, R. D. and Winn, J. N., Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. Princeton.
- Snyder, A. W. and Love, J. D., Optical Waveguide Theory. Chapman and Hall.
- Haus, H. A., Electromagnetic Noise and Quantum Optical Measurements. Springer-Verlag.
- Cohen, L. (1995). Time-Frequency Analysis. Prentice Hall.
- Trebino, R. (2000). Frequency-Resolved Optical Gating: The Measurement of Ultrashort Laser Pulses. Kluwer Academic.
- Diels, J. C. and Rudolph, W. (2006). Ultrashort Laser and Pulse Phenomena. Academic Press.

- Weiner, A. M. (2009). Ultrafast Optics. Wiley.

- Torres-Company, V., Lancis, J. and Andrés, P. (2011), in Progress in Optics, Vol. 56 (editor Wolf, E). Elsevier.

- Orfanidis, S. J. (2002). Electromagnetic waves and antennas. Rutgers University.