ASIGNATURA DE GRADO:

ÓPTICA AVANZADA

Curso 2014/2015

(Código:61044106)

1.PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Con el desarrollo de los láseres los estudios de Óptica han entrado de lleno en los problemas que se derivan de la extraordinaria coherencia de estas fuentes de luz. Este hecho ha traído como consecuencia la aplicación del Análisis de Fourier, extendido a dos dimensiones, a los problemas de la Óptica con luz coherente.

En la asignatura de Óptica avanzada se pretende familiarizar a los estudiantes con la teoría rigurosa de la difracción de la luz y los sistemas ópticos de formación de imágenes. Así mismo, se describen las técnicas del filtrado espacial como base para el establecimiento de los fundamentos de la holografía, a un nivel introductorio.

Además, se presentan las características más importantes y los fundamentos físicos del láser, fuente de luz coherente que ha permitido el espectacular desarrollo de este campo de la Óptica, conocido también como Óptica coherente y Óptica de Fourier.

2.CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

La asignatura de Óptica avanzada (optativa), que se estudia en el primer semestre del cuarto curso del Grado en Física, pertenece a la materia *Electromagnetismo y Óptica* y tiene asignados 5 créditos ECTS. Es un complemento de las asignaturas (obligatorias) estudiadas en el curso anterior, Óptica I (primer semestre) y Óptica II (segundo semestre). Supone una aplicación física del Análisis de Fourier a los temas de la Óptica con luz coherente: los sistemas formadores de imágenes, el filtrado espacial y la holografía.

3.REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Para el estudio de esta asignatura es fundamental haber cursado con anterioridad las asignaturas Óptica I y Óptica II del tercer curso del Grado en Física. Así mismo, es conveniente haber realizado también la asignatura de Técnicas experimentales III, también del curso anterior, ya que en Óptica avanzada se hacen prácticas de laboratorio (con carácter voluntario), en las que se profundiza en las técnicas difraccionales aplicadas a la formación de imágenes y al filtrado espacial.

Por otra parte, desde el punto de vista teórico, son necesarios conocimientos básicos de Análisis de Fourier para el estudio de la teoría rigurosa de la difracción y de la formación de imágenes, así como de Física cuántica para el estudio de los fundamentos de la radiación láser.

4.RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los resultados de aprendizaje que se esperan en el marco de esta asignatura son:

1. Entender los grados de validez de las aproximaciones de Fresnel y Fraunhofer de la difracción de la luz.
2. Entender el significado físico de la transformada de Fourier bidimensional y su aplicación en los sistemas formadores de

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F2357617 6C7 8807DB612787 1C8A59CE8

imagen.

3. Conocer las bases del filtrado óptico.

4. Conocer los fundamentos de la holografía.

5. Entender los principios en los que se basan los dispositivos láser y las técnicas empleadas en la generación de pulsos de luz.

6. Entender los conceptos de coherencia espacial y temporal.

5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Los contenidos de esta asignatura se engloban dentro de los siguientes bloques temáticos:

1. Fundamentos de la teoría escalar de la difracción. Difracción de Fresnel y de Fraunhofer: Se describen las formulaciones de Kirchhoff y de Rayleigh-Sommerfeld sobre la difracción de la luz, y se introduce el espectro angular de las ondas planas, discutiendo su significado físico y su propagación en el espacio. A continuación, se discuten los aspectos básicos de dos de las aproximaciones más importantes de la Óptica y se estudian las figuras de difracción de las pantallas más habituales (rendijas, agujeros, redes de difracción,...).
2. Sistemas ópticos coherentes: Se analiza el papel que juegan las lentes delgadas como transformaciones de fase y se estudian sus propiedades como Transformada de Fourier y su papel en la formación de la imagen con luz monocromática. Para completar este tema se extiende el estudio al caso de iluminación policromática utilizando las herramientas del análisis en frecuencias en el caso de iluminación coherente y haciendo una incursión final introductoria al caso de la iluminación incoherente.
3. Procesado óptico de la información: Comienza con un repaso histórico a diferentes sistemas ópticos de procesado de la información: el famoso experimento de Abbe-Porter sobre el filtrado de las imágenes ópticas en el plano de Fourier, el microscopio de contraste de fase de Zernike, etc., para llegar a la aplicación de la Óptica coherente a un tratamiento más general de la información: el filtro de Vander Lugt, el correlador de transformadas conjuntas y el reconocimiento de caracteres.
4. Fundamentos de la holografía: Corresponde a la aplicación más espectacular de la Óptica de Fourier, aunque conservando su carácter introductorio. Se plantea en primer lugar el problema de la reconstrucción del frente de onda y la solución de Gabor. Tras estudiar las limitaciones que dicho holograma tiene, se discute la modificación propuesta por Leite y Upatnieks con la obtención de hologramas con imágenes tridimensionales. Se describen a continuación distintas clasificaciones de hologramas (de Fresnel, de Fraunhofer, de imagen y de Fourier) por las diferencias entre las condiciones de difracción o de la formación de las imágenes; hologramas de transmisión y de reflexión, según que la observación se haga sobre la luz trasmitida o reflejada; estrereogramas holográficos, que capturan multitud de imágenes; hologramas de arco iris, en los que se utiliza luz blanca para observar el holograma; hologramas multiplex, hologramas de estampado, etc.
5. Fundamentos de la radiación láser: Se presentan, en primer lugar, las características peculiares de esta fuente de luz que la diferencian de las habituales (el Sol, las estrellas, las lámparas de incandescencia, los tubos de descarga,...): direccionalidad, potencia e intensidad luminosas, alto grado de monocromaticidad y de coherencia espacial y temporal. A continuación se explican los fundamentos físicos que dan lugar a dichas propiedades: mecanismos de interacción de la luz con la materia (absorción, emisión espontánea y emisión estimulada), inversión de población (desequilibrio térmico), sistema de bombeo y cavidad láser. Se explican con detalle los dos primeros tipos de láser: el de Rubí y el de He-Ne, se indican los diferentes tipos de láseres y se describen algunas de sus aplicaciones más espectaculares en diferentes campos de la Ciencia y de la Tecnología.

Además, con carácter voluntario, se propone la realización de algunas prácticas de laboratorio (presenciales) relacionadas con las propiedades de los láseres, la difracción de Fresnel y de Fraunhofer y el filtrado espacial.

6.EQUIPO DOCENTE

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F2357617 6C7 8807DB612787 1C8A59CE8

- JUAN PEDRO SANCHEZ FERNANDEZ
- OSCAR GALVEZ GONZALEZ

7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Además del examen presencial que el estudiante debe realizar en el Centro Asociado en el que esté matriculado, imprescindible para superar la asignatura, se proponen las siguientes actividades:

De carácter voluntario:

- Resolución de ejercicios y problemas. En el curso virtual se propone una prueba de evaluación continua (PEC) que consiste en la resolución de 5 problemas, cada uno de ellos correspondiente a un tema del programa. En el curso virtual se publican los enunciados de los mismos y la fecha límite de envío de las soluciones al equipo docente. Con posterioridad a esa fecha, se publican las soluciones elaboradas por el equipo docente, como orientación y ayuda al estudiante para la superación de la prueba presencial (obligatoria). Se calificará sobre 10 puntos.
- La redacción de un tema monográfico. Es otra modalidad de prueba de evaluación continua (PEC) que se sugiere como complemento a los conocimientos básicos que proporciona la asignatura y como adiestramiento en la búsqueda bibliográfica y en la elaboración de una memoria científica utilizando las herramientas informáticas adecuadas. Se calificará sobre 10 puntos.
- La realización de prácticas de laboratorio en la Sede Central. Es también una modalidad de prueba de evaluación continua (PEC). Dependiendo del número de estudiantes interesados en participar en esta actividad, se forman grupos y se publican las fechas en el curso virtual. El estudiante debe presentar una memoria del trabajo realizado, explicando los fundamentos teóricos implicados y el análisis de los resultados obtenidos. La memoria debe enviarse al equipo docente a través del curso virtual en formato electrónico. Se calificará sobre 10 puntos.
- Elaboración del Glosario. Es otra modalidad de prueba de evaluación continua (PEC). Se propone la elaboración del glosario correspondiente a un tema del programa. (Esta actividad solo puede ser realizada por cinco estudiantes.) Se calificará sobre 10 puntos.

De carácter obligatorio:

La realización de la Prueba Presencial de enero/febrero (convocatoria ordinaria) y de septiembre (convocatoria extraordinaria) consistirá en la resolución de uno o dos problemas y se permitirá la utilización de un libro de teoría (a elección del estudiante) y de calculadora no programable. No se permitirá en ningún caso el uso de material manuscrito ni fotocopiado. Se calificará sobre 10 puntos.

En el apartado de "Evaluación" se indica el peso de cada una de estas actividades en la calificación final del estudiante.

8.EVALUACIÓN

Para superar esta asignatura es imprescindible obtener una calificación igual o superior a 5 puntos en la prueba presencial. El examen consistirá en la resolución de uno o dos problemas sobre los contenidos de Óptica de Fourier (los cuatro primeros temas) y de una cuestión o ejercicio sencillo sobre la Radiación Láser (quinto tema).

La nota final de la asignatura se configura de la siguiente manera:

- El examen representará el 70% de la calificación final de la asignatura.
- La realización de una cualquiera de las siguientes modalidades de prueba de evaluación continua (PEC) representará el 30% de la calificación final de la asignatura:

1. Resolución de 5 problemas (uno de cada tema),

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F2357617 6C7 8807DB612787 1C8A59CE8

2. Realización de una práctica de laboratorio (en la Sede Central),

3. Redacción de un tema monográfico, o

4. Elaboración del glosario de un tema del programa.

Si un estudiante realiza más de una modalidad de PEC se escogerá aquella en la que haya obtenido mayor calificación para elaborar su nota final.

9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788436228380
Título: FUNDAMENTOS DE LA RADIACIÓN LÁSER (1ª)
Autor/es: Carreras Béjar, Carmen ; Yuste Llandres, Manuel ;
Editorial: UNED

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en libreria virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

ISBN(13): 9788436255614
Título: INTRODUCCIÓN A LA ÓPTICA DE FOURIER
Autor/es: Goodman, J.W. ;
Editorial: Editorial UNED

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en libreria virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Comentarios y anexos:

El libro *Introducción a la Óptica de Fourier, de Joseph W. Goodman*, 2ª edición (traducción de C. Carreras Béjar y O. Calzadilla Amaya, Cuadernos de la UNED nº 287, 540 págs. UNED, Madrid (2008), ISBN: 978-84-362-5561-4) es ampliamente suficiente para preparar el programa en lo concerniente a sus cuatro primeros temas. Contiene, además, una extensa colección de problemas al final de cada capítulo.

El libro *Fundamentos de la Radiación LÁSER* (de M. Yuste y C. Carreras, Cuaderno de la UNED nº 113, 121 págs. UNED, Madrid (1992), ISBN: 84-362-2838-3) se puede consultar en las bibliotecas de los Centros Asociados de la UNED. Mientras se elabora una segunda edición del mismo, se pondrá a disposición de los estudiantes en formato electrónico en el curso virtual. Este libro es de utilidad para para preparar el quinto tema del programa de la asignatura.

10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F2357617 6C7 8807DB612787 1C8A59CE8

ISBN(13): 9780080180182
Título: PRINCIPLES OF OPTICS : (5th ed.)
Autor/es: Wolf, Emil ;
Editorial: PERGAMON PRESS

Buscarlo en libreria virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780198557135
Título: LASERS
Autor/es:
Editorial: UNIVERSITY SCIENCE BOOKS

Buscarlo en libreria virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780306429675
Título: PRINCIPLES OF LASERS (3rd ed.)
Autor/es: Hanna, David C. ;
Editorial: PLENUM PRESS

Buscarlo en libreria virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788434480520
Título: ÓPTICA AVANZADA
Autor/es: Calvo Padilla, M.ª L. (Coodrinadora) ;
Editorial: Ariel Ciencia

Buscarlo en libreria virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/
F2357617 6C7 8807DB6127871C8A59CE8

Comentarios y anexos:

El libro *Óptica avanzada* (M.ª Luisa Calvo Padillla (Coordinadora), Ed. Ariel Ciencia, Barcelona (2002), ISBN: 84-344-8052-2) es un compendio de temas actuales de investigación en Óptica, cuyos capítulos 3 y 4 son de gran utilidad para la preparación de los temas relacionados con la Óptica de Fourier, y el capítulo 8 para el tema del láser. Se recomienda su consulta en bibliotecas. Su nivel y contenido son superiores al de esta asignatura.

El libro *Principles of Optics, Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffaction of Light* (Max Born and Emil Wolf, Pergamon Press, 5th edition (1975), ISBN: 0-08-018018-3) es un magnífico compendio de Óptica, cuyo capítulo 8 es especialmente interesante para el estduio de las bases de la difracción de la luz. Se aconseja su consulta en bibliotecas.

El libro *Principles of lasers* (Orazio Svelto, traducido por David C. Hanna, Plenum Press, 3rd edition (1989), ISBN: 0-306-42967-5) es un libro adecuado para profundizar en los fundamentos físicos del láser y de algunas de sus aplicaciones. Consultar en bibliotecas.

El libro *Lasers* (Anthony E. Siegman, University Science Books, Mill Valley, California (1986), ISBN: 978-0-19-855713-5) es una magnífica enciclopedia sobre los láseres, que contiene muchos datos sobre su funcionamiento. Consultar en bibliotecas.

11.RECURSOS DE APOYO

Los materiales de apoyo que el equipo docente estime oportunos o necesarios estarán disponibles en el curso virtual.

Además de la versión electrónica del libro *Fundamentos de la Radiación LÁSER,* se pondrán a disposición de los estudiantes artículos relacionados con los temas del programa, que servirán para una profundización en los mismos o para la redacción de temas monográficos.

12.TUTORIZACIÓN

Los estudiantes pueden entrar en contacto con el equipo docente a través del curso virtual de la asignatura y plantear las dudas o sugerencias que estimen oportunas.

Las guardias presenciales del equipo docente tienen lugar los martes de 16:00 h. a 20:00 h.

Datos de contacto personales:

- Dr. Manuel Yuste Llandres: Despacho 225, myuste@ccia.uned.es

Facultad de Ciencias. P.º Senda del Rey, nº 9 (Ciudad Universitaria), 28040-Madrid.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección https://sede.uned.es/valida/

F2357617 6C7 8807DB612787 1C8A59CE8