

## Óptica

Código: 100156  
Créditos ECTS: 9

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500097 Física	OB	3	A

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

### Contacto

Nombre: Angel Lizana Tutusaus  
Correo electrónico: Angel.Lizana@uab.cat

### Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: español (spa)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: No  
Algún grupo íntegramente en español: Sí

### Equipo docente

Juan Ignacio Pedro Campos Coloma  
Verónica Ahufinger Breto

### Prerequisitos

No se impone ningún prerrequisito, pero sería conveniente que el estudiante haya cursado la asignatura de Electromagnetismo, la de Ondas y Óptica, y las de matemáticas de los cursos anteriores.

### Objetivos y contextualización

El objetivo general de la asignatura es el de presentar al estudiante una panorámica general del campo de la óptica clásica que abarca desde los instrumentos ópticos hasta los fenómenos de interferencia y difracción. La óptica cuántica será el objeto de otra asignatura del Grado de Física. La asignatura de Óptica, además de proporcionar unos conocimientos básicos del campo, sirve para ilustrar al alumno cómo se pueden describir diferentes fenómenos utilizando diferentes modelos: Modelo electromagnético, modelo ondulatorio, modelo geométrico, etc. Esta visión ayuda al objetivo transversal de saber identificar un problema, y plantear la metodología más adecuada para resolverlo.

Esta asignatura está muy interrelacionada con el laboratorio de Óptica que se imparte en el mismo semestre, formando ambas un conjunto temático

Mediante el modelo geométrico se introducirán los conceptos necesarios para entender los instrumentos ópticos básicos: Ojo humano, cámara fotográfica, telescopio, microscopio.

Mediante la teoría electromagnética de la luz se estudiarán los distintos tipos de materiales, haciendo especial hincapié en los medios isótropos, y en los anisótropos homogéneos y lineales. En los medios dieléctricos se introducirá el modelo clásico de Lorentz para explicar la dispersión.

Finalmente mediante el modelo ondulatorio se estudiarán los fenómenos de interferencia y difracción de la luz.

## Competencias

- Conocer y comprender los fundamentos de las principales áreas de la física.
- Desarrollar estrategias de análisis, síntesis y comunicación que permitan transmitir los conceptos de la Física en entornos educativos y divulgativos.
- Formular y abordar problemas físicos identificando los principios más relevantes y usando aproximaciones, si fuera necesario, para llegar a una solución que debe ser presentada explicitando hipótesis y aproximaciones.
- Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
- Usar las matemáticas para describir el mundo físico, seleccionando las herramientas apropiadas, construyendo modelos adecuados, interpretando resultados y comparando críticamente con la experimentación y la observación.

## Resultados de aprendizaje

1. Aplicar la transformada de Fourier para describir ondas policromáticas y para describir el fenómeno de la difracción.
2. Calcular la dirección de propagación de las ondas transmitidas en medios anisótropos.
3. Calcular la energía transportada por un haz.
4. Calcular la figura de difracción producida por diferentes aperturas, aplicando las aproximaciones convenientes.
5. Calcular la figura de interferencia producida en diferentes interferómetros y determinar los cambios en la misma al variar algunos parámetros del sistema.
6. Calcular la refracción de una onda plana en un medio anisótropo y los desfases producidos.
7. Calcular las ondas transmitidas y reflejadas en una superficie de separación entre dos medios isotropos y evaluar el estado de polarización de las mismas.
8. Describir el fenómeno de difracción de la luz.
9. Describir el funcionamiento de las láminas retardadoras.
10. Describir el modelo clásico de Lorentz de la interacción luz-materia.
11. Describir la polarización inducida en un medio dieléctrico y el índice de refracción complejo.
12. Describir las condiciones de propagación de una onda en un medio anisótropo (onda ordinaria y extraordinaria).
13. Describir las condiciones para que se produzcan interferencias estables.
14. Describir las ecuaciones de Maxwell y la obtención, a partir de ellas, de la ecuación de ondas electromagnéticas.
15. Describir los diferentes dispositivos para producir interferencias.
16. Describir los efectos que modifican el elipsoide de índices de un material.
17. Describir los estados de polarización de la luz.
18. Describir los fenómenos de refracción y reflexión en medios isotropos.
19. Describir los métodos para evaluar la difracción producida por diferentes aperturas.
20. Describir los principales tipos de frentes de onda y la solución armónica de la ecuación de ondas.
21. Determinar el estado de polarización de un haz antes y después de atravesar una lámina retardadora.
22. Evaluar la resolución de sistemas ópticos teniendo en cuenta sus dimensiones.
23. Identificar fenómenos ópticos al observar la naturaleza y explicarlos con claridad en entornos no especializados.
24. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
25. Usar de la representación compleja de las ondas armónicas.
26. Usar la ecuación de ondas y las soluciones generales de la misma.

## Contenido

1. Ondas:
  1. Ecuación del movimiento ondulatorio. Ondas planas, ondas esféricas.
  2. Solución armónica de la ecuación de ondas. Análisis de Fourier.
  3. Superposición de ondas de la misma frecuencia.

4. Superposición de ondas de diferente frecuencia. Velocidad de fase y velocidad de grupo.
5. Superposición de ondas con los vectores eléctricos perpendiculares.
3. Teoría electromagnética de la luz. Ondas Electromagnéticas:
  1. Ecuaciones de Maxwell macroscópicas. La respuesta del material. Relaciones energéticas.
  2. Ondas electromagnéticas. Medio lineal homogéneo e isotrópico. Transversalidad de las ondas planas. Transporte de energía.
5. Medios isotrópicos:
  1. Reflexión y refracción en dieléctricos. Fórmulas de Fresnel.
  2. Medios dieléctricos. Polarización inducida. Modelo del dipolo clásico de Lorentz.
  3. Propagación y difusión de un haz luminoso.
7. Óptica Geométrica. Aproximación paraxial:
  1. Principio de Fermat. Ecuación de la trayectoria. Propagación en medios no uniformes.
  2. Formación de imagen en óptica geométrica.
  3. Óptica paraxial. Invariante de Abbe. Aumentos.
  4. Sistemas centrados. Focos y planos focales. Planos y puntos principales. Lentes delgadas. Acoplamiento de sistemas.
9. Instrumentos Ópticos:
  1. El ojo humano.
  2. Instrumentos fotográficos y de proyección.
  3. Telescopios.
  4. Instrumentos de visión cercana: Lupa, microscopio compuesto.
11. Medios anisótropos. Polarización:
  1. Susceptibilidad eléctrica. Elipsoide de índices.
  2. Ecuación de ondas en medios anisótropos. Condiciones de propagación.
  3. Refracción en un medio anisótropo. Construcción de Fresnel. Construcción con el elipsoide de índices.
  4. Retardadores.
  5. Medios anisótropos absorbentes.
13. Interferencia:
  1. Principios generales. Condiciones de interferencia.
  2. Interferencia por división del frente de ondas: Franjas de Young, Dispositivos prácticos.
  3. Interferencias por división de amplitud. Interferómetro de Michelson.
  4. Interferencias de múltiples haces obtenidos por división de amplitud. Interferómetro de Fabry-Perot.
15. Difracción:
  1. Principio de Huygens-Fresnel.
  2. Difracción de Fresnel y de Fraunhofer.
  3. Difracción de Fraunhofer por una abertura: Abertura rectangular, abertura circular. Limitación del poder resolutorio de los instrumentos.
  4. Difracción de Fraunhofer por varias aberturas: Doble rendija, Red de difracción.
  5. Introducción a la teoría escalar de Kirchoff.

## Metodología

### CLASES TEÓRICAS

En este tipo de actividad se impartirán los conceptos de la asignatura. Las transparencias que se utilizarán se colocarán en el campus virtual.

Las clases de teoría se darán mayoritariamente de forma no presencial, utilizando el campus virtual como herramienta principal de comunicación con los alumnos/as.

Se intentará la participación del estudiante animándolo a hacer preguntas sobre las dudas que se le puedan plantear, y realizándole preguntas para seguir su comprensión de los conceptos expuestos.

### CLASES DE PROBLEMAS

Las clases de problemas se darán principalmente de forma presencial.

Se utilizarán para poner en práctica los conceptos desarrollados en teoría, con la finalidad de identificar el tipo de problema, y la metodología más adecuada para su resolución. Los enunciados de los mismos se colocarán en el campus virtual con suficiente antelación para que el alumno intente resolverlos y pueda plantear dudas durante la clase.

## REALIZACIÓN DE FOTOGRAFÍAS

En este tipo de actividad se pretende desarrollar la capacidad de observación del estudiante y relacionar los fenómenos de la naturaleza con los conceptos estudiados en la asignatura

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de problemas	25	1	1, 22, 3, 2, 5, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 11, 12, 13, 14, 21, 24, 25, 26
Clases de teoría	50	2	1, 22, 3, 2, 5, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 11, 12, 13, 14, 21, 24, 25, 26
Tipo: Supervisadas			
Fotografías de fenómenos ópticos en la naturaleza	5	0,2	23, 24
Tutorías	4,5	0,18	24
Tipo: Autónomas			
Estudio personal	80	3,2	8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 11, 12, 13, 14, 24
Realización de problemas	51	2,04	1, 22, 3, 2, 5, 4, 6, 7, 21, 24, 25, 26

## Evaluación

La evaluación de la asignatura se realizará según la ponderación siguiente:

- Pruebas escritas (90%)
  - Primer parcial o recuperación (45%)
  - Segundo parcial o recuperación (45%)
- Fotografías de Fenómenos Ópticos (10%)

### PRUEBAS ESCRITAS

En estas pruebas escritas se evalúan los contenidos adquiridos por el alumno, así como su capacidad de análisis, síntesis, y de razonamiento.

### PRUEBAS ESCRITAS PARCIALES

Se realizarán dos pruebas parciales. La materia evaluada será la correspondiente a los temas dados en ese periodo y que se anunciarán con antelación suficiente.

El alumno que apruebe los parciales no tendrá la obligación de presentarse al examen final. Cada una de estas pruebas cuenta el 45% de la nota final. Si se saca una nota inferior a 4 puntos en un examen parcial, dicho parcial deberá obligatoriamente recuperarse en el examen final.

Examen de recuperación: para poder optar al examen de recuperación los alumnos deben haberse evaluado de al menos de 2/3 de la nota total.

## PRUEBA ESCRITA FINAL

Constará de dos partes, cada una de ellas correspondientes a los parciales anteriores.

A cada una de las partes se tendrán que presentar los alumnos que no hayan superado el parcial correspondiente (nota menor a 4), o que no se hayan presentado.

Un estudiante que ha aprobado un parcial, puede presentarse a la correspondiente parte del final. En este caso, la nota que contará será la del final.

## FOTOGRAFÍAS DE FENÓMENOS ÓPTICOS

En este apartado se evaluará la capacidad de observación del alumno y de relacionar los conceptos estudiados con fenómenos de la naturaleza.

Cada estudiante deberá presentar 6 fotografías originales (realizadas por ellos mismos) de fenómenos naturales relacionados con los conceptos estudiados en la asignatura. No valen fotos obtenidas en el laboratorio, ni bajadas de internet (en este caso la nota correspondiente a las fotos será de 0). Además, deberá dar una breve explicación (alrededor de una hoja) del fenómeno analizado.

Cada una de las 6 fotografías debe dedicarse a un fenómeno diferente. Se presentarán por internet 3 fotos al final de cada semestre (antes del correspondiente examen parcial) en formato pdf o word.

EL nombre de los ficheros sera: Nombre\_Apellido\_n...

n será igual a 1 ò 2 según sea la entrega del primer semestre o la del segundo

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
1er Examen parcial	45	2,5	0,1	1, 22, 3, 7, 10, 17, 18, 20, 11, 14, 24, 25, 26
2º Examen parcial	45	2,5	0,1	2, 5, 4, 6, 8, 9, 15, 16, 19, 12, 13, 21, 24
Examen de recuperación de los parciales	90	3,5	0,14	1, 22, 3, 2, 5, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 11, 12, 13, 14, 21, 24, 25, 26
Presentación de las fotografías	10	1	0,04	23, 24

## Bibliografía

### LIBROS DE TEORÍA

- J. Casas. Óptica. Universidad de Zaragoza
- E. Hecht. Optics. Addison-Wesley Publishing Company.
- M.V. Klein, T. E. Furtak. Optics. John Wiley & Sons
- Keigo Iizuka, Elements of Photonics Volume 1. John Wiley & Sons, Inc. ISBNs: 0-471-83938-8 (Hardback); 0-471-22107-4 (Electronic)
- R. Guenter. Modern Optics. John Wiley & Sons
- B.E.A. Saleh, M.C. Teich, Fundamentals of Photonics, second edition. John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-471-35832-9
- F.G. Smith, J.H. Thomson, Optics, John Wiley & Sons Ltd. ISBN 0 471 91534 3

## LIBROS DE PROBLEMAS

- E. Hecht. Teoría y Problemas de Óptica. MacGraw-Hill
- M. López, J.L. Díaz, J.M. Jiménez. Problemas de Física volumen V. Óptica. Editorial Romo.
- M. Fogiel, THE OPTICS PROBLEM SOLVER, Research and Education Association. ISBN: 0-87891-526-5
- Lim Yung-kuo, Problems and Solutions on Opticsm. World Scientific. ISBN: 981-02-0438-8

## RECURSOS ELECTRÓNICOS

Applets en java de Óptica: <http://www.ub.es/javaoptics/index-en.html>

Applets en java de Física: <http://www.walter-fendt.de/ph14s/>

Campus virtual: Applets en LabView y Vídeos sobre algunos fenómenos