

**Introducción a la Fotónica**

Código: 100164  
Créditos ECTS: 5

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500097 Física	OT	3	2

### Contacto

Nombre: Verónica Ahufinger Breto

Correo electrónico: Veronica.Ahufinger@uab.cat

### Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: inglés (eng)

Algún grupo íntegramente en inglés: Sí

Algún grupo íntegramente en catalán: No

Algún grupo íntegramente en español: No

### Prerequisitos

No hay pre-requisitos para esta asignatura.

### Objetivos y contextualización

El objetivo principal de la asignatura es estudiar las aplicaciones tecnológicas de la luz poniendo énfasis en la comprensión de los principios físicos que están en la base de los sistemas fotónicos. En concreto, se estudiarán diferentes fuentes y detectores de luz. Se discutirá la propagación de la luz en diferentes medios materiales como dieléctricos, guías de onda ópticas, cristales fotónicos, metamateriales y medios no lineales así como la modulación de la luz a través de efectos electro-ópticos, acusto-ópticos, magneto-ópticos, moduladores espaciales de luz o filtros.

### Competencias

- Aplicar los principios fundamentales al estudio cualitativo y cuantitativo de las diferentes áreas particulares de la física.
- Conocer las bases de algunos temas avanzados, incluyendo desarrollos actuales en la frontera de la Física, sobre los que poder formarse posteriormente con mayor profundidad.
- Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis que permita adquirir conocimientos y habilidades en campos distintos al de la Física y aplicar a los mismos las competencias propias del Grado en Física, aportando propuestas innovadoras y competitivas.
- Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico y saber comunicarlos de manera efectiva, tanto en las lenguas propias como en una tercera lengua.
- Generar propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.
- Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
- Respetar la diversidad y pluralidad de ideas, personas y situaciones.
- 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. Calcular los modos de una guía o fibra óptica y el acoplamiento entre guías.
2. Caracterizar la respuesta no lineal de segundo y tercer orden de un medio óptico.
3. Conocer las bases de las aplicaciones de los moduladores de luz en áreas tecnológicas.
4. Conocer las propiedades generales de los metamateriales y sus potenciales aplicaciones.
5. Conocer los principios básicos de la propagación de la luz en medios periódicos.
6. Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
7. Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico y saber comunicarlos de manera efectiva, tanto en las lenguas propias como en una tercera lengua.
8. Describir la modulación longitudinal, transversal y en frecuencia de la luz.
9. Describir los diferentes procesos de emisión y detección de la luz.
10. Describir los procesos básicos de la interacción luz-materia y el principio del funcionamiento del láser.
11. Describir, a partir de los principios de la óptica, la propagación de la luz en guías y fibras ópticas, cristales fotónicos y medios no lineales.
12. Distinguir las aplicaciones industriales y científicas de los láseres en áreas como la medicina, la biofotónica o la metrología.
13. Generar propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.
14. Identificar los retos sociales, ambientales y económicos actuales de la fotónica.
15. Modelizar la emisión láser a partir de las ecuaciones de balance.
16. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
17. Respetar la diversidad y pluralidad de ideas, personas y situaciones.

## Contenido

### 1-Introducción.

1.1- ¿Qué es la Fotónica? Breve historia de la Fotónica.

1.2- Características fundamentales de la luz según la Óptica geométrica, la Óptica ondulatoria y electromagnética y la Óptica Cuántica.

1.3- Aplicaciones e investigación básica.

### 2-Emisores y detectores de luz

2.1-Emisores térmicos: Incandescencia. Radiación del cuerpo negro, el Sol, lámparas incandescentes, lámparas halógenas.

2.2-Emisores no térmicos: Luminiscencia. Lámparas de descarga. Diodos emisores de luz.

2.3-L.A.S.E.R. Medio activo. Procesos básicos de interacción luz-materia. Mecanismos de bombeo. Diferencia de población umbral. Coeficiente de amplificación. Resonador óptico. Propiedades y aplicaciones de la luz láser. Tipos de láser.

2.4-Detectores. Características generales. Linealidad. Sensibilidad. Velocidad de respuesta. Tipos de detectores.

### 3-Propagación de la luz

3.1-Propagación en guías de onda ópticas. Guía dieléctrica plana. Guías bidimensionales. Fibras ópticas. Guías curvas. Acoplamiento entre guías. Sistemas ópticos integrados.

3.2-Propagación en estructuras periódicas. Cristales fotónicos. Dimensionalidad. Estructura de bandas. Defectos. Metamateriales.

3.3-Propagación en medios no lineales. Fenómenos no lineales de segundo orden: oscilación paramétrica y generación de segundo armónico. Fenómenos no lineales de tercer orden: efecto Kerr óptico y mezcla de cuatro ondas.

#### 4-Modulación de la luz

4.1-Modulación longitudinal. Efectos electro-ópticos: efecto Pockels, efecto Kerr y cristales líquidos. Efectos acusto-ópticos. Efectos magneto-ópticos: efecto Faraday.

4.2- Modulación transversal. Moduladores espaciales de luz. Dispositivos de cristal líquido.

4.3- Modulación en frecuencia. Filtros. Monocromadores. Interferómetros.

### Metodología

Las actividades dirigidas consisten en clases de teoría y clases de problemas.

Las clases de teoría serán clases magistrales donde se discutirán los contenidos de la asignatura siempre incentivando la participación del estudiante planteando preguntas.

En las clases de problemas se pretende que el estudiante participe de manera activa ya sea planteando dudas o participando en la resolución de ejercicios y cuestiones en el aula.

El trabajo autónomo del estudiante requerido en esta asignatura incluye tanto el estudio de los conceptos teóricos como la preparación y resolución de ejercicios, entrega de actividades y la preparación de una presentación oral sobre un tema actual de la fotónica y que se realizará en grupo.

El material, tanto para las clases de teoría como para las clases de problemas, será suministrado a través del campus virtual de la asignatura.

### Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de problemas	14	0,56	1, 2, 6, 7, 13, 15, 16, 17
Clases de teoría	27	1,08	5, 3, 4, 9, 10, 8, 11, 6, 7, 12, 13, 14, 16, 17
Tipo: Autónomas			
Estudio de conceptos teóricos	36	1,44	5, 3, 4, 9, 10, 8, 11, 6, 7, 12, 13, 14, 16, 17
Estudio y preparación de problemas	28	1,12	1, 2, 6, 7, 13, 15, 16, 17
Preparación de actividades para entregar	7	0,28	6, 7, 13, 16, 17
Preparación presentación oral	7	0,28	6, 7, 12, 13, 14, 16, 17

### Evaluación

La nota final de la asignatura se obtendrá a partir de las siguientes proporciones:

- 35% : Nota del primer Parcial.
- 35% : Nota del segundo Parcial.
- 15% : Nota de las actividades a entregar.
- 15% : Nota de la presentación oral.

Para aplicar estos porcentajes es necesario que la nota (sobre 10) de cada uno de los parciales sea igual o superior a 3,5. En el caso que en alguno o en los dos parciales la nota sea inferior a 3,5, el estudiante se

tendrá que presentar a la recuperación de la parte que tenga suspendida con nota inferior a 3,5. Si algún estudiante, aunque tenga la asignatura aprobada, quiere mejorar la nota puede presentarse a la recuperación de la parte que quiera y la nota que se utilizará para aplicar los porcentajes será la obtenida en la recuperación. La nota de la asignatura será de "no avaluable" cuando el estudiante no se presente a ningún examen o bien se presente solo a uno de los dos exámenes parciales.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Actividades para entregar	15%	0	0	6, 7, 13, 16, 17
Examen recuperación primer parcial	35%	0	0	1, 2, 5, 3, 4, 9, 10, 8, 11, 7, 15, 16
Examen recuperación segundo parcial	35%	0	0	1, 2, 5, 3, 4, 9, 10, 8, 11, 7, 15, 16
Presentación oral	15%	0	0	6, 7, 12, 13, 14, 16, 17
Primer examen parcial	35%	3	0,12	1, 9, 10, 7, 15, 16
Segundo examen parcial	35%	3	0,12	1, 2, 5, 3, 4, 8, 11, 7, 16

## Bibliografía

- B.E.A. Saleh & M.C. Teich, ***Fundamentals of Photonics***, John Wiley & Sons, Inc (2007).
- R. Mentzel, ***Photonics: linear and nonlinear interactions of laser light and matter***. Springer (2007).
- C.L. Chen, ***Foundations for guided-wave optics***. John Wiley & Sons (2007).
- P.W. Milonni & J.H. Eberly, ***Lasers***, John Wiley & Sons, Inc (1988).
- K. Shimoda, ***Introduction to Laser Physics***, Springer (1986).
- O. Svelto, ***Principles of Lasers***, 5<sup>th</sup> edition. Plenum Press (2010).
- J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, R. D. Meade, ***Photonic crystals. Molding the Flow of Light***. Princeton University Press (2008).
- N. M. Litchintser, I. R. Gabitov, A. I. Maimistov, V. M. Shalaev, ***Negative Refractive Index Metamaterials in Optics***, Progress in Optics 51, Chapter 1, pp 1-68 (2008).
- R. W. Boyd, ***Nonlinear Optics***, Academic Press (2008).
- J. M. Cabrera, F. Agulló, F. J. López, ***Óptica Electromagnética: Materiales y aplicaciones***, Addison Wesley Iberoamericana, Iberoamericana, 2a Ed. (1998).