

## Introducción a la Fotónica

Código: 100164  
Créditos ECTS: 5

| Titulación     | Tipo | Curso | Semestre |
|----------------|------|-------|----------|
| 2500097 Física | OT   | 3     | 2        |

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: 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

### Equipo docente

Eulalia Nicolau Jimenez

### 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

- Actuar con responsabilidad ética y con respeto por los derechos y deberes fundamentales, la diversidad y los valores democráticos.
- Actuar en el ámbito de conocimiento propio valorando el impacto social, económico y medioambiental.
- Aplicar los principios fundamentales al estudio cualitativo y cuantitativo de las diferentes áreas particulares de la física.
- Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
- 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 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.

- Introducir cambios en los métodos y los procesos del ámbito de conocimiento para dar respuestas innovadoras a las necesidades y demandas de la sociedad.
- Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
- Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.
- 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. Comunicar eficazmente información compleja de forma clara y concisa, ya sea oralmente, por escrito o mediante TIC, y en presencia de público, tanto a audiencias especializadas como generales.
4. Conocer las bases de las aplicaciones de los moduladores de luz en áreas tecnológicas.
5. Conocer las propiedades generales de los metamateriales y sus potenciales aplicaciones.
6. Conocer los principios básicos de la propagación de la luz en medios periódicos.
7. Describir la modulación longitudinal, transversal y en frecuencia de la luz.
8. Describir los diferentes procesos de emisión y detección de la luz.
9. Describir los procesos básicos de la interacción luz-materia y el principio del funcionamiento del láser.
10. 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.
11. Distinguir las aplicaciones industriales y científicas de los láseres en áreas como la medicina, la biofotónica o la metrología.
12. Explicar el codi deontològic, explícit o implícit, de l'àmbit de coneixement propi.
13. Identificar las implicaciones sociales, económicas y medioambientales de las actividades académico-profesionales del ámbito de conocimiento propio.
14. Identificar los retos sociales, ambientales y económicos actuales de la fotónica.
15. Identificar situaciones que necesitan un cambio o mejora.
16. Modelizar la emisión láser a partir de las ecuaciones de balance.
17. Razonar críticamente, poseer capacidad analítica, usar correctamente el lenguaje técnico, y elaborar argumentos lógicos.
18. Trabajar autónomamente, usar la propia iniciativa, ser capaz de organizarse para alcanzar unos resultados, planear y ejecutar un proyecto.

## **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 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 subministrado 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, 16, 17                     |
| Clases de teoría                         | 27    | 1,08 | 6, 4, 5, 8, 9, 7, 10, 11, 14, 17 |
| Tipo: Autónomas                          |       |      |                                  |
| Estudio de conceptos teóricos            | 36    | 1,44 | 6, 4, 5, 8, 9, 7, 10, 11, 14, 17 |
| Estudio y preparación de problemas       | 28    | 1,12 | 1, 2, 16, 17                     |
| Preparación de actividades para entregar | 7     | 0,28 | 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    | 17                                 |
| Examen recuperación primer parcial  | 35%  | 0     | 0    | 1, 2, 6, 4, 5, 8, 9, 7, 10, 16, 17 |
| Examen recuperación segundo parcial | 35%  | 0     | 0    | 1, 2, 6, 4, 5, 8, 9, 7, 10, 16, 17 |
| Presentación oral                   | 15%  | 0     | 0    | 3, 11, 13, 14, 12, 15, 17, 18      |
| Primer examen parcial               | 35%  | 3     | 0,12 | 1, 8, 9, 16, 17                    |
| Segundo examen parcial              | 35%  | 3     | 0,12 | 1, 2, 6, 4, 5, 7, 10, 17           |

## 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).