

**Introducció a la Fotònica**

Codi: 100164  
Crèdits: 5

| Titulació      | Tipus | Curs | Semestre |
|----------------|-------|------|----------|
| 2500097 Física | OT    | 3    | 2        |

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

**Professor/a de contacte**

Nom: Verónica Ahufinger Breto  
Correu electrònic: Veronica.Ahufinger@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)  
Grup íntegre en anglès: Sí  
Grup íntegre en català: No  
Grup íntegre en espanyol: No

**Equip docent**

Eulalia Nicolau Jimenez

**Prerequisits**

No hi ha prerequisits per aquesta assignatura.

**Objectius**

L'objectiu principal de l'assignatura és estudiar les aplicacions tecnològiques de la llum posant èmfasis en la comprensió dels principis físics que estan a la base dels sistemes fotònics. En concret, s'estudiaran diferents fonts i detectors de llum. S'adreçarà la propagació de la llum en diferents medis materials com dielèctrics, guies d'ona òptiques, cristalls fotònics, metamaterials i medis no lineals així com la modulació de la llum a través d'efectes electro-òptics, acusto-òptics, magneto-òptics, moduladors espacials de llum o filtres.

**Competències**

- Actuar amb responsabilitat ètica i amb respecte pels drets i deures fonamentals, la diversitat i els valors democràtics.
- Actuar en àmbit de coneixement propi valorant l'impacte social, econòmic i mediambiental.
- Aplicar els principis fonamentals a l'estudi qualitatiu i quantitatiu de les diferents àrees particulars de la física
- Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals
- Conèixer les bases d'alguns temes avançats incloent desenvolupaments actuals en la frontera de la física sobre els quals poder-se formar posteriorment amb més profunditat
- Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i síntesi que permeti adquirir coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar a aquests camps les competències pròpies del grau de Física, aportant propostes innovadores i competitives
- Introduir canvis en els mètodes i els processos de àmbit de coneixement per donar respostes innovadores a les necessitats i demandes de la societat.

- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte
- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionant les eines apropiades, construint models adequats, interpretant resultats i comparant críticament amb l'experimentació i l'observació

## Resultats d'aprenentatge

1. Calcular els modes d'una guia o fibra òptica i l'acoblament entre guies.
2. Caracteritzar la resposta no lineal de segon i tercer ordre d'un medi òptic.
3. Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals.
4. Conèixer els principis bàsics de la propagació de la llum en medis periòdics.
5. Conèixer les bases de les aplicacions dels moduladors de llum en àrees tecnològiques.
6. Conèixer les propietats generals dels metamaterials i les seves potencials aplicacions.
7. Descriure els diferents processos d'emissió i detecció de la llum.
8. Descriure els processos bàsics de la interacció llum-matèria i el principi del funcionament del làser.
9. Descriure la modulació longitudinal, transversal i en freqüència de la llum.
10. Descriure, a partir dels principis de l'òptica, la propagació de la llum en guies i fibres òptiques, cristalls fotònics i medis no lineals.
11. Distingir les aplicacions industrials i científiques dels làsers en àrees com la medicina, la biofotònica o la metrologia.
12. Explicar el codi deontològic, explícit o implícit, de l'àmbit de coneixement propi.
13. Identificar els reptes socials, ambientals i econòmics actuals de la fotònica.
14. Identificar les implicacions socials, econòmiques i mediambientals de les activitats acadèmico professionals de l'àmbit de coneixement propi.
15. Identificar situacions que necessiten un canvi o millora.
16. Modelitzar l'emissió làser a partir de les equacions de balanç.
17. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
18. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.

## Continguts

### 1-Introducció.

#### 1.1- Què és la Fotònica? Breu història de la Fotònica.

#### 1.2- Característiques fonamentals de la llum segons l'Òptica geomètrica, l'Òptica ondulatoria i electromagnètica i l'Òptica quàntica.

#### 1.3- Aplicacions i recerca bàsica.

### 2-Emissors i detectors de llum

#### 2.1- Emissors tèrmics: Incandescència. Radiació del cos negre, el Sol, Làmpades incandescentes, làmpades halògenes.

#### 2.2- Emissors no tèrmics: Luminescència. Làmpades de descàrrega. Díodes emissors de llum.

#### 2.3- L.A.S.E.R. Medi actiu. Processos bàsics d'interacció llum-matèria. Mecanismes de bombeig. Diferència de població llindar. Coeficient d'amplificació. Ressonador òptic. Propietats i aplicacions de la llum làser. Tipus de làser.

#### 2.4- Detectors. Característiques generals. Linearitat. Sensitivitat. Velocitat de resposta. Tipus de detectors.

### 3-Propagació de la llum

3.1-Propagació en guies d'ona òptiques. Guia dielèctrica plana. Guies bidimensionals. Fibres òptiques. Guies corbades. Acoblament entre guies. Sistemes òptics integrats.

3.2-Propagació en estructures periòdiques. Cristalls fotònics. Dimensionalitat. Estructura de bandes. Defectes. Metamaterials.

3.3-Propagació en medis no lineals. Fenòmens no lineals de segon ordre: oscil·lació paramètrica i generació de segon harmònic. Fenòmens no lineals de tercer ordre: efecte Kerr òptic i mescla de quatre ones.

### 4-Modulació de la llum

4.1- Modulació longitudinal. Efectes electro-òptics: efecte Pockels, efecte Kerr i cristalls líquids. Efectes acusto-òptics. Efectes magneto-òptics: efecte Faraday.

4.2- Modulació transversal. Moduladors espacials de llum. Dispositius de cristall líquid.

4.3- Modulació en freqüència. Filtres. Monocromadors. Interferòmetres.

## Metodologia

Les activitats dirigides consisteixen en classes de teoria i classes de problemes.

Les classes de teoria es discutiran els continguts de l'assignatura sempre incentivant la participació de l'estudiant plantejant preguntes.

En les classes de problemes es pretén que l'alumne participi de manera activa ja sigui plantejant dubtes o participant en la resolució d'exercicis i qüestions a l'aula.

El treball autònom de l'estudiant requerit en aquesta assignatura inclou tant l'estudi dels conceptes teòrics com la preparació i resolució d'exercicis, entrega d'activitats i la preparació d'una presentació oral sobre un tema actual de la fotònica i que es realitzarà en grup.

El material, tant per a les classes de teoria com per a les classes de problemes, serà subministrat a través del campus virtual de l'assignatura.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Activitats formatives

| Títol                                  | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge         |
|----------------------------------------|-------|------|----------------------------------|
| Tipus: Dirigides                       |       |      |                                  |
| Classes de problemes                   | 14    | 0,56 | 1, 2, 16, 17                     |
| Classes de teoria                      | 27    | 1,08 | 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17 |
| Tipus: Autònomes                       |       |      |                                  |
| Estudi de conceptes teòrics            | 36    | 1,44 | 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17 |
| Estudi i preparació de problemes       | 28    | 1,12 | 1, 2, 16, 17                     |
| Preparació d'activitats per a entregar | 7     | 0,28 | 17                               |

## Avaluació

La nota final de l'assignatura s'obtindrà a partir de les següents proporcions:

- 35% : Nota del primer Parcial.
- 35% : Nota del segon Parcial.
- 15% : Nota de les activitats a entregar.
- 15% : Nota de la presentació oral.

Per tal d'aplicar aquests percentatges cal que la nota (sobre 10) de cada un dels parcials sigui igual o superior a 3,5. En el cas que en algun o els dos parcials la nota sigui inferior a 3,5, l'estudiant haurà de presentar-se a la recuperació de la part que tingui suspesa amb nota inferior a 3,5. Si algun estudiant, tot i tenir l'assignatura aprovada, vol millorar la nota pot presentar-se a la recuperació de la part que vulgui i la nota que s'utilitzarà per a aplicar els percentatges serà l'obtinguda a la recuperació. La nota serà de "no avaluable" quan l'alumne no es presenti a cap examen o bé es presenti a només un dels dos exàmens parcials i no es presenti a la recuperació.

## Activitats d'avaluació

| Títol                             | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge           |
|-----------------------------------|-----|-------|------|------------------------------------|
| Activitats per a entregar         | 15% | 0     | 0    | 17                                 |
| Examen recuperació primer parcial | 35% | 0     | 0    | 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 17 |
| Examen recuperació segon parcial  | 35% | 0     | 0    | 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 17 |
| Presentació oral                  | 15% | 0     | 0    | 3, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18      |
| Primer examen parcial             | 35% | 3     | 0,12 | 1, 7, 8, 16, 17                    |
| Segon examen parcial              | 35% | 3     | 0,12 | 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 17           |

## Bibliografia

- 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).

## **Programari**

No es requereix cap programari específic.