

## Introducció a la fotònica

2012/2013

Codi: 100164

Crèdits ECTS: 5

| Titulació                 | Pla                   | Tipus | Curs | Semestre |
|---------------------------|-----------------------|-------|------|----------|
| 2500097 Graduat en Física | 776 Graduat en Física | OT    | 3    | 2        |

### Professor de contacte

Nom: Verónica Ahufinger Breto

Correu electrònic: Veronica.Ahufinger@uab.cat

### Utilització d'idiomes

Llengua vehicular majoritària: espanyol (spa)

Algun grup íntegre en anglès: No

Algun grup íntegre en català: No

Algun grup íntegre en espanyol: No

### Prerequisits

No hi ha prerequisits per aquesta assignatura.

### Objectius

L'objectiu principal de l'assignatura és estudiar les aplicacions tecnològiques de la llum posant èmfasi 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

- Aplicar els principis fonamentals a àrees particulars, com la física nuclear i de partícules, la física de la matèria condensada, l'estructura atòmica, la biofísica o la fotònica
- Conèixer les bases d'alguns temes seleccionats de caràcter avançat, incloent-hi els desenvolupaments actuals a la frontera de la física, sobre els quals poder formar-se àgilment amb més profunditat.
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
- Ser capaç d'adquirir amb rapidesa coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar-hi les competències pròpies del grau de Física aportant-hi propostes innovadores i competitives.
- Usar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionar les equacions apropiades, construir models adequats, interpretar resultats matemàtics i comparar críticament amb experimentació i observació.

### Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar els principis fonamentals a àrees particulars, com la física nuclear i de partícules, la física de la matèria condensada, l'estructura atòmica, la biofísica o la fotònica.
2. Conèixer les bases d'alguns temes seleccionats de caràcter avançat, incloent-hi els desenvolupaments actuals a la frontera de la física, sobre els quals poder formar-se àgilment amb més profunditat.
3. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
4. Ser capaç d'adquirir amb rapidesa coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar-hi les competències pròpies del grau de Física aportant-hi propostes innovadores i competitives.

5. Usar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionar les equacions apropiades, construir models adequats, interpretar resultats matemàtics i comparar críticament amb experimentació i observació.

## **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 (LED'S).
- 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 el buit i en medis dielèctrics. Equacions de Maxwell. Equació d'ones. Equacions de Fresnel. Angle de Brewster. Angle de reflexió total.
- 3.2-Propagació en guies d'ona òptiques. Guia dielèctrica plana. Guies bidimensionals. Fibres òptiques. Guies corbades. Acoblament entre guies. Sistemes òptics integrats.
- 3.3-Propagació en estructures periòdiques. Cristalls fotònics. Dimensionalitat. Estructura de bandes. Defectes. Metamaterials.
- 3.4-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 seran classes magistrals on 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.

L'assignatura també presenta activitats supervisades que consisteixen en l'entrega d'activitats i una presentació oral.

La presentació oral, que es realitzarà en grup, consistirà en la preparació i presentació oral d'un tema actual de la fotònica.

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.

## Activitats formatives

| Títol                                  | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|----------------------------------------|-------|------|--------------------------|
| <b>Tipus: Dirigides</b>                |       |      |                          |
| Classes de problemes                   | 13    | 0,52 | 2, 3, 4, 5               |
| Classes de teoria                      | 25    | 1    | 2, 3, 4, 5               |
| <b>Tipus: Supervisades</b>             |       |      |                          |
| Preparació d'activitats per a entregar | 7,5   | 0,3  |                          |
| Preparació presentació oral            | 7     | 0,28 | 2, 3, 4                  |
| <b>Tipus: Autònomes</b>                |       |      |                          |
| Estudi de conceptes teòrics            | 37    | 1,48 |                          |
| Estudi i preparació de problemes       | 27    | 1,08 |                          |

## Avaluació

La nota final de l'assignatura s'obindrà 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'alumne haurà de presentar-se a la repesca de la part que tingui suspesa amb nota inferior a 3,5. Si algun alumne tot i tenir l'assignatura aprovada, vol millorar la nota pot presentar-se a la repesca a la part que vulgui i la nota final que se li considerarà la nota obtinguda a la repesca.

## Activitats d'avaluació

| Títol | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|-------|-----|-------|------|--------------------------|
|       |     |       |      |                          |

|                           |     |     |      |               |
|---------------------------|-----|-----|------|---------------|
| Activitats per a entregar | 15% | 0   | 0    | 1, 2, 3, 5    |
| Examen de recuperació     | 70% | 3,5 | 0,14 | 1, 2, 3, 4, 5 |
| Examen parcial 1          | 35% | 2,5 | 0,1  | 2, 3, 4, 5    |
| Examen parcial 2          | 35% | 2,5 | 0,1  | 1, 2, 3, 4, 5 |
| Presentació oral          | 15% | 0   | 0    | 2, 3, 4       |

## 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 (2001).
- 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***, 4<sup>th</sup> edition. Plenum Press (1998).
- 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).