



# Guia docent

## 820082 - FA - Fotònica Aplicada

Última modificació: 27/05/2024

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Barcelona Est  
**Unitat que imparteix:** 748 - FIS - Departament de Física.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA BIOMÈDICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA DE MATERIALS (Pla 2010). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Muriel Botey

**Altres:** Segon quadrimestre:  
MURIEL BOTÉY CUMELLA - T11, T12

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Els estudiants hauran de tenir els coneixements previs de matemàtiques i física que s'adquireixen a la Fase Inicial.

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

**Transversals:**

1. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 3: Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic (per exemple, per al treball de fi de grau) a partir d'una reflexió crítica sobre els recursos d'informació utilitzats.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

L'assignatura es realitza amb metodologia expositiva en un 30 %, treball en grup de pràctiques de laboratori en un 20 %, treball individual d'exercicis, problemes i simulacions per ordinador en un 25 % i finalment treballs expositius en grup en un 25%

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Entenem per fotònica la generació i control de la llum (fotons) per a aplicacions. L'objectiu principal de l'assignatura és estudiar les aplicacions tecnològiques de la llum partint de la comprensió de les propietats de la llum que són la base dels sistemes fotònics. En concret, s'estudiaran les diferents fonts de llum i en especial els diferents tipus de làsers, les seves aplicacions industrials, la propagació, transmissió i guiatge de la llum... Es donarà una visió general de les aplicacions tecnològiques de la fotònica, que són virtualment il·limitades!



## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	45,0	30.00
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

Dedicació total: 150 h

## CONTINGUTS

### -Tema 1: Naturalesa i propagació de la llum: pines òptiques i antenes.

#### Descripció:

1. Ones electromagnètiques: Eq. de Maxwell. Velocitat de la llum. Energia i moment. (Pines òptiques)
2. Espectre electromagnètic .
3. Generació de radiació electromagnètica: Radiació dipolar elèctrica. Difusió Rayleigh. (Antenes)
4. Ones electromagnètiques en materials dielèctrics.
5. Propagació de la llum. Ppi de Fermat. Fronts d'ona i raig de llum. Ppi de Huygens.
6. Reflexió i refracció: Llei de Snell. Reflexió total. Equacions de Fresnel (Fibres Òptiques)
7. Propagació en medis no homogenis

#### Activitats vinculades:

Pràctiques de laboratori:

- 1-Propagació per un medi amb índex de refracció no uniforme
- 4-Espectroscòpia amb un prisma

#### Dedicació: 9h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 6h

### -Tema 2: Fonts de llum: energia solar, bombetes, LEDs i Làsers.

#### Descripció:

1. Introducció. Fonts de radiació electromagnètica
2. Radiació del cos negre. Emissors tèrmics. (Llum solar)
3. Estructura atòmica de la matèria. Interacció radiació-matèria. El fotó. (Energia solar fotovoltaica)
4. Estructura de bandes dels semiconductors. Emissors no tèrmics. (LED, llums halògenes,..)
5. Principis de funcionament del làser: Elements bàsics del làser.
6. Cavitats làser. Selecció modal i control temporal.
7. Característiques de la llum làser.

#### Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 5h



### -Tema 3: Polarització: filtres i visió 3D.

#### Descripció:

1. Concepte de polarització. Tipus de Polarització. Polaritzadors. Llei de Malus. Polarització per reflexió i per difusió.
2. Coeficients de Fresnel. Angle de Brewster
3. Dicroïsme: Dicroïsme. Polaroids. (Ulleres, filtres,..)
4. Visió binocular. Estereoscòpia. Autoestereoscòpia (cinema 3D)
5. Birrefringència. Birrefringència induïda. Polaritzadors birrefringents. Làmines de retard. (Isoladors. Moduladors òptics)
6. Fotoelasticitat. Colors d'interferència. (Polarimetria)

#### Activitats vinculades:

Pràctiques de Laboratori:  
2-Polarització de la llum

#### Dedicació: 9h

Grup gran/Teoria: 6h  
Grup petit/Laboratori: 2h  
Activitats dirigides: 1h

### -Tema 4: Òptica geomètrica, de les micres als anys llum: microscopis, antenes parabòliques, telescopis,...

#### Descripció:

1. Representació de sistemes òptics.
2. Diòptries dins l'aproximació paraxial.
3. Lent prima. Lents convergents i divergents. Plans focals. Formació d'imatges. Acoblament de dues lents primes.
4. Aberracions òptiques.
5. Miralls: Mirall pla. Miralls esfèrics. Mirall parabòlic. (Antenes parabòliques)
6. L'ull humà. Correccions. (Cirurgia ocular)
7. Instrumentació òptica. (Telescopi, microscopi,...)
8. Prismes. Canvi d'orientació d'imatges. (Binocles)

#### Activitats vinculades:

Pràctiques de Laboratori:  
3-Construcció de sistemes òptics  
4-Dispersió. Espectroscòpia amb xarxa de difracció

#### Dedicació: 9h

Grup gran/Teoria: 6h  
Grup petit/Laboratori: 3h



#### -Tema 5: Interferències lluminoses: mesura indirecta nanomètrica, filtres de colors,...

**Descripció:**

1. Interferències d'ones electromagnètiques. Coherència temporal i espacial.
2. Interferòmetres per divisió del front d'ona: Experiència de Young. Altres configuracions. Aplicacions.
3. Interferòmetres per divisió d'amplitud: Interferòmetre de Michelson. Interferòmetre de Mach-Zehnder. Franges de Pohl i de Fizeau.
4. Interferència de feixos múltiples: Interferòmetre de Fabry-Perot. (Metrologia de precisió)
5. Òptica de multicapes (Filtres interferencials, miralls,...)

**Activitats vinculades:**

Pràctiques de Laboratori:  
5-Interferències i difracció

**Dedicació:** 7h 20m

Grup gran/Teoria: 4h 20m

Grup petit/Laboratori: 2h

Activitats dirigides: 1h

#### -Tema 6: Difracció i holografia.

**Descripció:**

1. Concepte de difracció
2. Difracció de Fraunhofer: Escletxa unidimensional. Rectangle. Obertura circular. Dues escletxes. Xarxa de difracció
3. Espectroscopia amb xarxes de difracció : Rang espectral i poder de resolució. Tipus de xarxes. (Espectrometria. Anàlisi de cristalls i de partícules. Moduladors acusto-òptics)
4. Difracció de Fresnel: Aproximació de Fresnel. Placa zonal de Fresnel
5. Holografia. Bases de l'holografia. Tipus d'Hologrames. (Seguretat)

**Activitats vinculades:**

Pràctiques de Laboratori:  
5-Interferències i difracció  
4-Espectroscopia amb una xarxa de difracció

**Dedicació:** 9h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

#### -Tema 7: Seguretat làser

**Descripció:**

1. Efectes de la llum làser sobre teixits humans (ulls i pell)
2. Classificació dels làsers
3. Seguretat làser i ulleres de seguretat

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

#### -Tema 8: Caracterització òptica i Biofotònica

**Descripció:**

1. Fotomedicina: ús terapèutic de la llum. Neurofotònica. Cirurgia (visió, càncer). Dermatologia
2. Diagnòs i Caracterització amb llum: Microscòpia, Fluorescència, Sensors (citometria, nanosensors...), Aparells de mesura del centre de Multiescala de Barcelona

**Dedicació:** 4h

Grup gran/Teoria: 2h

Activitats dirigides: 2h

#### -Tema 9: Processat Làser de materials: tall, soldadura, impressió 3D, marcatge,...

**Descripció:**

1. Tipus de làsers: Làsers de gas. Làsers d'excímer. Làsers d'estat sòlid. Làsers de fibra. Làsers de semiconductor.
2. Procés de fusió, d'evaporació. Procés d'ablació.
3. Macroprocessat. Tall i soldadura
4. Processat làser additiu. Impressió 3D.
5. Marcatge làser: Característiques. Processos de marcatge.
6. Microprocessat. Direct Laser Writing.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

#### -Tema 10: Comunicacions òptiques. Fibres òptiques.

**Descripció:**

1. Guies d'ona. Tipus de guies d'ona.
2. Estructura de les comunicacions òptiques.
3. Fibres òptiques. Fibres monomode i multimode. Atenuació en fibres. Dispersió. Capacitat d'informació. Evolució. Cables òptics. Fabricació de fibres.
4. Optoelectrònica. Fotònica del silici.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Assistència i participació 10%

Treballs 20%

Exercicis, problemes i simulacions 20%

Pràctiques de Laboratori 20%

Examen Final (amb formulari) 20%

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

L'examen es pot realitzar amb formulari i claculadora.



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Saleh, Bahaa E. A.; Teich, Malvin Carl. Fundamentals of photonics. 3rd ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 2019. ISBN 9781119506874.
- Tipler, Paul Allen; Mosca, Gene. Física per a la ciència i la tecnologia [en línia]. Barcelona [etc.]: Reverté, 2010 [Consulta: 07/05/2020]. Disponible a: [http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=6536](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6536). ISBN 9788429144321.
- Fowles, Grant R. Introduction to modern optics. 2nd ed. Nova York: Dover Publications, 1989. ISBN 0486659577.