

Guia docent

230554 - EOTB - Tècniques Òptiques Experimentals en Biologia

Última modificació: 19/06/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona

Unitat que imparteix: 893 - ICFO - Institut de Ciències Fotòniques.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN FOTÒNICA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2024

Crèdits ECTS: 3.0

Idiomes: Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: DAVID ARTIGAS GARCIA

Altres: Segon quadrimestre:
MARÍA GARCÍA PARAJO - 10
PABLO LOZA ALVAREZ - 10

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE8. Comprendre la importància de les patents com a base de l'empresa tecnològica i tenir la capacitat per entendre i redactar una patent en l'àmbit de la fotònica.

CE2. Demostrar que comprèn les peculiaritats que comporta el model quàntic per a la interacció llum-matèria.

CE9. Capacitat per sintetitzar i exposar els resultats de recerca en fotònica segons els procediments i convencions de les presentacions científiques en anglès.

Genèriques:

CG1. Capacitat per a projectar, dissenyar i implantar productes, processos, serveis i instal·lacions en alguns àmbits de la fotònica com els relacionats amb l'enginyeria fotònica, la nanofotònica, l'òptica quàntica, les telecomunicacions i la biofotònica.

CG2. Capacitat per a la modelització, càlcul, simulació, desenvolupament i implantació en centres de recerca, centres tecnològics i empreses, particularment en tasques d'investigació, desenvolupament i innovació en tots els àmbits relacionats amb la Fotònica.

CG4. Capacitat per entendre el caràcter generalista i multidisciplinari de la fotònica veient la seva aplicació per exemple a la medicina, biologia, energia, comunicacions o la indústria.

Transversals:

1. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

2. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

3. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

CT3. TREBALL EN EQUIP. Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, assumint compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

Bàsiques:

CB6. Tenir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i/o aplicació de idees, sovint en un context de recerca.

CB7. Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relatius al seu camp d'estudi.

CB8. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judici.

CB10. Que els estudiants posseeixen les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

METODOLOGIES DOCENTS

- Classes magistrals
- Activitats: Part experimental a l'ICFO

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

La Microscòpia òptica ha estat durant segles una eina clau per a l'estudi dels sistemes biològics amb mínima invasió. La possibilitat d'observar directament microorganismes o cèl·lules humanes ha tingut un impacte enorme en la manera d'entendre la biologia avui i sempre s'ha traduït en avenços importants en la història de la investigació científica. Encara que la microscòpia òptica ha evolucionat continuament des de la seva invenció al segle XVII, els darrers vint anys han experimentat una revolució en el desenvolupament de la microscòpia òptica, amb l'exemple més destacat en el guardó del Premi Nobel dels inventors de 2014 de Microscòpia de super-resolució. L'objectiu d'aquest curs és proporcionar una visió general de la imatge utilitzada per estudiar objectes biològics, amb particular èmfasi en aquestes noves aproximacions. A més, els alumnes tindran l'oportunitat de fer pràctiques en algunes de les tècniques més avançades d'imatge a l'ICFO.

El curs es divideix en dos grans blocs: una part de teoria i pràctica. La part teòrica (12 hores) estableix la base teòrica de la formació de la imatge i els diferents mecanismes de contrast associats a la transmissió de la llum. Hi haurà un fort èmfasi en microscòpia de fluorescència com una de les tècniques més transcendents utilitzats pels biòlegs. Esquemes de diferents configuracions es revisaran i les bases per a la detecció d'una molècula es descriurà en detall. Aquesta part teòrica es completarà mitjançant la descripció de noves tècniques d'imatges de fluorescència destinades a trencar el límit de difracció de la llum. Aquests enfocaments inclouen els mètodes de camp llunyà com l'esgotament estimulat de l'emissió (STED), localització d'una sola moleculars amb mètodes com ara PALM i STORM i enfocaments camp proper (NSOM). En la segona part del curs, els alumnes podran participar en tres diferents experiments (4 hores) amb les més avançades tècniques microscòpiques. Aquests experiments es realitzaran a les instal·lacions de super-resolució a l'ICFO. El curs es complementarà amb una visita al laboratori de recerca Lakadamyali, incloent-hi el Centre d'excel·lència de NIKON en STORM a l'ICFO.

Recomanacions: el curs està dirigit a aquells alumnes que vulguin ampliar els seus coneixements en tècniques òptiques experimentals per a aplicacions biològiques. És altament recomanable una sòlida experiència en òptica adquirida en la seva formació de Grau o durant la primera part del Màster en fotònica per prendre ple avantatge del curs.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	51,0	68.00
Hores grup gran	24,0	32.00

Dedicació total: 75 h

CONTINGUTS

Part teòrica

Descripció:

1. Formació de la imatge i òptics tècniques per augmentar el contrast. (Garcia-Parajo)
 - 1.1. Lents i formació d'imatges.
 - 1.2. Difracció de la llum, la dispersió del punt (PSF) i funció de resolució.
 - 1.3. Aplicació òptica bàsica.
 - 1.4. Diferents configuracions de contrast: DIC microscòpia, darkfield i fase contrast de fase.
2. Microscòpia de fluorescència (Garcia-Parajo)
 - 2.1. Fonaments de fluorescència.
 - 2.2. Configuració bàsica del dispositiu
 - 2.3. Mecanismes de contrast basats en fluorescència: la polarització anisotròpica, imatge del temps de vida, FRET.
 - 2.4. Diferents esquemes d'excitació i detecció basats en fluorescència: confocal, excitació de dos fotons, microscòpia de plans de llum.
3. Detecció d'una sola molècula mitjançant fluorescència (Garcia-Parajo)
 - 3.1 Per què? Principis i reptes.
 - 3.2 Diferents esquemes d'excitació i detecció
 - 3.3 Fotònica de molècules individuals: bunching de fotons, anti-bunching, intermitència, photobleaching discret etc.
 - 3.4 Tècniques de molècules individuals: smFRET, seguiment de partícules individuals, espectroscòpia de fluorescència de correlació.
4. Microscòpia de super-resolució amb fluorescència (Garcia-Parajo & Lakadamyali)
 - 4.1 Super resolució de camp proper ? Principis, implementacions tècniques, exemples
 - 4.2 Mètodes de super resolució amb camps llunyans ? principis basats en fluorescència
 - 4.3 Emissió estimulada per esgotament (STED) ? principis, diferents tècniques d'implementació
 - 4.4 Mètodes de localització de molècules individuals (PALM, STORM) ? diferents implementacions.*

* Inclou visita al laboratori STORM @ ICFO

Dedicació: 10h 30m

Grup gran/Teoria: 10h 30m

Part Experimental

Descripció:

(dutes a terme a les instal·lacions de super-resolució @ ICFO)

- Experimento 1 (Loza-Alvarez, 4 horas): Microscopia óptica confocal y no linear: construcción y alineamiento de un microscopio confocal. Imagen con microscopio lineal y no lineal. Microscopia de SHG y SHG basada en polarización de las bio-muestras.

- Experimento 2 (Loza-Alvarez, 4 horas): Microscopia de planos de luz: caracterización y medida de los parámetros del principal plano de luz del microscopio. Imagen en regímenes lineales y no lineales para haces Gaussianos y de Bessel. Imagen con un ultramicroscopio.

- Experimento 3 (Loza-Alvarez, 4 horas): Microscopia de super-resolución STED: medid de la función de dispersión del punto para diferentes intensidades del haz STED. Imagen de bio-muestras seleccionados. STED de dos colores. Uso de algoritmos especializados para adquirir imágenes STED.

Dedicació: 12h

Grup gran/Teoria: 12h



ACTIVITATS

Visita als laboratoris de super-resolució de l'ICFO

Dedicació: 2h 18m

Grup gran/Teoria: 2h 18m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Informes grupals dels tres experiments realitzats (40%)
- Examen (60%)

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Hecht, E. Optics. 5th ed. San Francisco [etc.]: Addison Wesley, 2017. ISBN 9781292096933.
- Lakowicz, J.R. Principles of fluorescence spectroscopy. 3rd ed. New York: Springer, 2006. ISBN 9780387312781.

RECURSOS

Enllaç web:

- <http://www.ibiology.org>. Recurs