

Guia docent

230558 - EXPQO - Òptica Quàntica Avançada amb Aplicacions

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: Primer quadrimestre:
HUGUES DE RIEDMATTEN - 10
MORGAN MITCHELL - 10

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

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.

4. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant 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

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Aquest curs presenta la comprensió moderna de la llum com a fenomen quàntic i explora com es desenvolupen aplicacions quàntiques com les comunicacions quàntiques mitjançant la llum quàntica. Descriu l'òptica a nivell de fotó individual, estats de llum enredats i espresmuts i mètodes per observar fenòmens quàntics amb llum. El curs proporciona els antecedents necessaris per entendre els experiments contemporanis. Es presta especial atenció a les aplicacions amb conjunts atòmics, per exemple, memòries quàntiques, repetidors quàntics i xarxes quàntiques.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

Dedicació total: 75 h

CONTINGUTS

1. La llum com a fenomen estadístic quàntic

Descripció:

- Estats quàntics de la llum
- Llum quàntica en sistemes òptics
- Detecció de llum quàntica
 - o Recompte de fotons
 - o Recompte de fotons correlacionat amb el temps
 - o Detecció sensible a la fase
- Generació d'estats de llum quàntics

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 8h

2. Introducció a les Comunicacions Quàntiques

Descripció:

Estats quàntics de la llum: fotons individuals, estats coherents, estats 'squezzed', estats entrelligats.

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h

3. Generació i detecció de fotons simples i entrelligats.

Descripció:

- Generació de parells de fotons mitjançant processos òptics no lineals
- Signatures experimentals de comportament quàntic.
- Fonts de fotó únic (punts quàntics, centres de color en diamant)
- Fonts d'entanglement determinista

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h

4. Teleportació quàntica i intercanvi d'entanglement

Descripció:

- Introducció al concepte i protocols.
- Mesura de l'estat de Bell.
- Repeticions quàntiques i xarxes.

Dedicació: 3h

Grup gran/Teoria: 3h

5. Memòries Quàntiques

Descripció:

- Interfícies quàntiques de llum-matèria : àtoms individuals, conjunts atòmics, sistemes d'estat sòlid
- Principals protocols: protocols basats en l'eco de fotons, DLCZ, induïts electromagnèticament, transparència
- Descoherència en els records quàntics
- Enredament remot entre records quàntics

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 7h

ACTIVITATS

Visita als laboratoris del ICFO

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Entrega de problemes i tests (45%)
- Examen final (45%)
- Participació i presentació (10%)

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Scully, Marlan O; Zubairy, M. Suhail. Quantum optics. Cambridge University Press, 1997. ISBN 9780524235959.
- Walls, D. F; Milburn, G. J. Quantum optics. 2nd. Springer-Verlag, 2008. ISBN 9783540285731.
- Loudon, R. The quantum theory of light. 3rd. Oxford Clarendon Press, 2001. ISBN 0198501765.

RECURSOS

Enllaç web:

- <http://mitchellgroup.icfo.es/MEQO/>. Apunts de l'assignatura