

Titulació	Tipus	Curs
Nanociència i Nanotecnologia	OP	4

Professor/a de contacte

Nom : Angel Lizana Tutusaus

Correu electrònic : angel.lizana@uab.cat

Equip docent

Octavi Lopez Coronado

Alessio Celi

Axel Pérez-Obiol Castañeda

Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

Prerequisits

Aquesta assignatura no té prerequisits obligatoris. No obstant això, es recomana haver cursat prèviament les assignatures 106802 - Càlcul i 106798 - Física General: Electricitat i Magnetisme, ja que proporcionen els coneixements bàsics necessaris per a un millor seguiment dels continguts de l'assignatura.

Objectius

- Conèixer els conceptes i principis fonamentals de la fotònica i de la interacció entre la llum i la matèria.
- Comprendre els diferents models utilitzats per descriure la propagació de la llum, des de l'òptica geomètrica fins a l'òptica quàntica.
- Analitzar els fenòmens bàsics relacionats amb la propagació, la polarització, la interferència i la difracció de la llum.
- Conèixer els principis de funcionament dels principals emissors i detectors de llum, així com els seus paràmetres característics.
- Comprendre la resposta òptica dels materials mitjançant els models clàssics de descripció de la interacció llum-matèria.
- Aplicar els conceptes de la fotònica a la caracterització de materials i nanomaterials mitjançant tècniques òptiques i interferomètriques.
- Introduir els fonaments de l'òptica quàntica i de la descripció semiclàssica de la interacció llum-matèria.
- Adquirir habilitats experimentals bàsiques en tècniques de polarització, interferometria i difracció a través de les pràctiques de laboratori.

Resultats d'aprenentatge

- CM21 (Reconèixer l'aportació de les dones a l'estudi dels fenòmens a la nanoescala.) Reconèixer l'aportació de les dones a l'estudi dels fenòmens a la nanoescala.
- KM36 (Reconèixer els principis físics que estan a la base dels sistemes fotònics i nanofotònics.) Reconèixer els principis físics que estan a la base dels sistemes fotònics i nanofotònics.
- SM29 (Proposar tècniques adequades per a la caracterització estructural, microestructural i composicional de nanomaterials i nanosistemes.) Proposar tècniques adequades per a la caracterització estructural, microestructural i composicional de nanomaterials i nanosistemes.

Continguts

1. Introducció a la fotònica i la nanofotònica.

2. Òptica geomètrica. Llei de Snell, invariant d'Abbe, equació del diòptri, equació de lents primes, microscòpia (microscopi compost i tipus de microscopis).

3. Model ondulatori i propagació. Equacions de Maxwell, equació d'ones electromagnètiques, ona harmònica, principi de superposició, polarització, el·lipsometria, polarimetria, caracterització de materials avançats, superposició d'ones amb diferent freqüència, tren d'ona, velocitat de grup i de fase, coherència temporal.

4. Emissors i detectors de llum. Cos negre, fluorescència, LEDs, llum làser, detectors de llum i eficiència quàntica.

5. Resposta a medis materials. Equacions de Fresnel, dispersió i model de Lorentz.

6. Interferència i difracció. Superposició coherent, equació d'interferències, interferòmetre de Michelson, metrologia interferomètrica, difracció de Fresnel, difracció de Fraunhofer, difracció per diverses obertures, xarxes difractives, difracció de Bragg per raigs X i caracterització de nanomaterials.

7. Òptica quàntica. Teoria semiclàssica de la interacció llum-matèria (matèria quàntica i llum clàssica), evolució coherent, emissió estimulada en sistemes de dos i tres nivells, decoherència i emissió espontània (tractament fenomenològic), aplicacions (rotació de qubits, transparència induïda electromagnèticament, etc.), limitacions del tractament semiclàssic i introducció al tractament quàntic de la llum.

Pràctiques de laboratori. Polarització, interferòmetre de Michelson, difracció de Fraunhofer i xarxa de difracció.

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Estudi personal	32	1,28	CM21, KM36, SM29
Descripció d'un fenomen òptic a partir d'una imatge	5	0,2	CM21, KM36, SM29
Elaboració d'un informe individual de pràctiques de laboratori	12	0,48	KM36, SM29
Classes de problemes	11	0,44	KM36, SM29
Tutorías	5	0,2	KM36
Classes de teoria	32	1,28	KM36, SM29
Pràctiques de laboratori	9	0,36	KM36, SM29
Realització de problemes	24	0,96	KM36, SM29

Classes teòriques

Les classes teòriques es dedicaran a l'exposició dels conceptes, principis i models fonamentals de l'assignatura. Es promourà una participació activa de l'estudiantat mitjançant preguntes, discussió de conceptes i reflexions guiades, amb l'objectiu de fomentar el raonament crític i afavorir la comprensió progressiva dels continguts. Així mateix, es plantejaran qüestions durant les sessions per valorar el grau d'assimilació dels conceptes tractats i estimular l'aprenentatge continu.

Classes de problemes

Les classes de problemes tindran com a objectiu l'aplicació pràctica dels conceptes desenvolupats a les sessions teòriques. Es treballaran exercicis representatius dels diferents blocs de l'assignatura per tal que l'estudiantat adquireixi habilitats en la identificació dels fenòmens físics involucrats, la selecció de la metodologia adequada i la resolució quantitativa dels problemes plantejats. Els enunciats es posaran a disposició de l'alumnat amb antelació a través del campus virtual per facilitar-ne el treball previ i afavorir la participació i la resolució de dubtes a l'aula.

Pràctiques de laboratori

Les pràctiques experimentals permetran consolidar els coneixements adquirits a les classes teòriques mitjançant l'observació i l'anàlisi directa de diversos fenòmens òptics. L'estudiantat realitzarà experiments relacionats amb la polarització de la llum, l'interferòmetre de Michelson, la difracció de Fraunhofer i l'espectroscopia per xarxa de difracció. Durant les sessions es familiaritzarà amb l'instrumental òptic bàsic, les tècniques de mesura i el tractament de dades experimentals, així com amb la interpretació física dels resultats obtinguts.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè l'alumnat completi les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

Avaluació

Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Primer examen parcial	30%	5	0,2	KM36, SM29
Segon examen parcial	30%	5	0,2	KM36, SM29
Informe de pràctiques	15%	9	0,36	KM36, SM29
Lliurament d'un fenomen òptic basat en una fotografia	10%	0	0	CM21, KM36, SM29
Test oral de laboratori	15%	1	0,04	KM36, SM29

L'avaluació de l'assignatura es realitzarà de manera continuada segons la ponderació següent:

- Primer examen parcial: 30%
- Segon examen parcial: 30%
- Informe de pràctiques: 15%
- Test oral de laboratori: 15%
- Lliurament d'un fenomen òptic basat en una fotografia: 10%

Exàmens parcials

Es realitzaran dues proves parcials al llarg del curs. La matèria objecte d'avaluació correspondrà als continguts desenvolupats durant cada període docent i s'anunciarà amb l'antelació suficient. Mitjançant aquestes proves s'avaluarà el grau d'assoliment dels coneixements teòrics de l'assignatura, la capacitat de resolució de problemes, així com les habilitats d'anàlisi, síntesi i raonament científic de l'estudiant. Cada examen parcial contribuirà amb un 30% a la qualificació final de l'assignatura.

Pràctiques de laboratori

Les pràctiques de laboratori tenen caràcter obligatori i estan orientades a consolidar experimentalment els conceptes desenvolupats a les sessions de teoria i problemes.

L'avaluació d'aquesta activitat es dividirà en dues parts:

- Informe de pràctiques (15%): s'avaluarà la qualitat de la presentació dels resultats experimentals, la seva anàlisi i interpretació, així com la capacitat de discussió i elaboració de conclusions.
- Test oral de laboratori (15%): permetrà valorar la comprensió dels procediments experimentals, el funcionament dels equips utilitzats i la interpretació física dels resultats obtinguts.

Lliurament d'un fenomen òptic basat en una fotografia

Aquesta activitat té com a objectiu fomentar la capacitat d'observació de l'estudiant i la seva habilitat per identificar i explicar fenòmens òptics presents en l'entorn quotidià.

Cada estudiant haurà de presentar una fotografia original realitzada per ell mateix en què es pugui observar un fenomen òptic relacionat amb els continguts de l'assignatura. Juntament amb la fotografia, haurà de lliurar una breu memòria explicativa descrivint el fenomen observat i els principis físics que el justifiquen. L'avaluació tindrà en compte la rellevància del fenomen seleccionat, la correcció de l'explicació científica, la qualitat de l'anàlisi i la claredat de la presentació.

Per tal de poder calcular la nota mitjana i superar l'assignatura mitjançant el sistema d'avaluació continuada, cal obtenir una qualificació mínima de 2,0 sobre 10 en cadascun dels dos exàmens parcials.

Recuperació

L'alumnat que no superi l'assignatura podrà presentar-se a la prova de recuperació en la data establerta per la coordinació de la titulació. Aquesta prova permetrà recuperar els continguts corresponents als exàmens parcials. La resta d'entregues avaluables no es recuperable.

Ús de la intel·ligència Artificial (IA)

Per a aquesta assignatura, es permet l'ús de tecnologies d'Intel·ligència Artificial (IA) exclusivament com a eina de suport a l'aprenentatge. En particular, es podrà utilitzar per a la cerca d'informació i bibliografia, la millora de la redacció i l'estil dels textos elaborats per l'estudiant, així com per a tasques de traducció o revisió lingüística. No obstant això, les respostes, anàlisis, resolucions de problemes, interpretacions de resultats i

conclusions presentades en qualsevol activitat d'avaluació han de ser fruit del treball i de la reflexió personal de l'estudiant. L'ús de la IA no pot substituir l'elaboració pròpia dels continguts acadèmics ni generar directament les respostes que l'estudiant presenti com a seves.

En les activitats relacionades amb fenòmens òptics basats en fotografies, les imatges presentades hauran de ser originals i realitzades per l'estudiant. No s'acceptaran fotografies generades, modificades o manipulades mitjançant eines d'intel·ligència artificial. L'incompliment d'aquest requisit comportarà la qualificació de zero en l'activitat corresponent.

Quan s'hagi utilitzat IA en una activitat avaluable autoritzada, l'estudiant haurà d'identificar clarament l'abast d'aquest ús, especificar les eines emprades i indicar de quina manera han contribuït al desenvolupament del treball. La no transparència en l'ús de la IA es considerarà una falta d'honestedat acadèmica.

En les proves presencials d'avaluació, incloent-hi els exàmens parcials, les proves de recuperació i qualsevol altra activitat individual realitzada a l'aula, està estrictament prohibit l'ús de dispositius electrònics, telèfons mòbils o eines d'intel·ligència artificial. Qualsevol ús d'aquestes eines durant una prova d'avaluació serà considerat una irregularitat acadèmica.

Fraus, plagi i ús indegut de la IA

La realització de qualsevol irregularitat en un acte d'avaluació (frau acadèmic, plagi o ús indegut de la IA, tret que aquest ús estigui autoritzat expressament en aquesta guia docent) que pugui conduir a una variació significativa de la qualificació, suposa que aquest acte es qualificarà amb un 0. En cas que aquesta activitat sigui un requisit imprescindible per superar l'assignatura, o que es produeixin diverses irregularitats en diferents activitats d'avaluació de la mateixa assignatura, la qualificació final de l'assignatura serà de 0. Al marge de les conseqüències acadèmiques descrites anteriorment, la Universitat podrà iniciar els procediments disciplinaris previstos per la normativa vigent.

Bibliografia

Llibres de teoria

- J. Casas. Óptica. Universidad de Zaragoza
- E. Hecht. Optics. Addison-Wesley Publishing Company.
- M.V. Klein, T. E. Furtak. Optics. John Wiley & Sons
- Keigo Iizuka, Elements of Photonics Volume 1. John Wiley & Sons, Inc. ISBNs: 0-471-83938-8 (Hardback); 0-471-22107-4 (Electronic)
- R. Guenter. Modern Optics. John Wiley & Sons
- B.E.A. Saleh, M.C. Teich, Fundamentals of Photonics, second edition. John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-471-35832-9
- F.G. Smith, J.H. Thomson, Optics, John Wiley & Sons Ltd. ISBN 0 471 91534 3
- Daniel A. Steck, *Quantum and Atom Optics* (2007); Oregon Center for Optics and Department of Physics. Oregon University
<http://atomoptics.uoregon.edu/~dsteck/teaching/quantum-optics/quantum-optics-notes.pdf>
- P. Meystre and M. Sargent, *Elements of Quantum Optics*, Springer-Verlag, 4th edition, 2007.
- M. O. Scully and M.S. Zubairy, *Quantum Optics*, Cambridge U. P., 1997.
- D. F. Walls and G.J. Milburn, *Quantum Optics*, Springer-Verlag, 2nd edition, 2008.
- C. C. Gerry and P. Knight, *Introductory Quantum Optics*, Cambridge University Press, 2005.

Llibres de problemes

- E. Hecht. Teoría y Problemas de Óptica. MacGraw-Hill
- M. López, J.L. Díaz, J.M. Jiménez. Problemas de Física volumen V. Óptica. Editorial Romo.
- M. Fogiel, THE OPTICS PROBLEM SOLVER, Research and Education Association. ISBN: 0-87891-526-5
- Lim Yung-kuo, Problems and Solutions on Optics. World Scientific. ISBN: 981-02-0438-8

Programari

No es requereix cap programari específic.

Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre.
A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través d'aquest [enllaç](#). Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

Tipus de docència	Grup	Idioma	Semestre	Torn
(TE) Teoria	1	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(PAUL) Pràctiques d'aula	1	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	1	Català	primer quadrimestre	tarda