



Guia docent

230578 - QS - Simuladors Quàntics amb Gasos Quàntics Ultrafreds

Última modificació: 12/06/2020

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

Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN FOTÒNICA (Pla 2013). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN ENGINYERIA FOTÒNICA, NANOFOTÒNICA I BIOFOTÒNICA (Pla 2010). (Assignatura optativa).

Curs: 2020

Crèdits ECTS: 3.0

Idiomes: Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Julia Diaz, Bruno

Altres: Tarruell, Leticia

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE7. Màster en Fotònica:

Capacitat d'entendre l'enginyeria òptica com una activitat econòmica i empresarial considerant, entre d'altres, aspectes socials, ètics i de sostenibilitat.

CE9. Màster en Fotònica:

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

CE2. Màster en Fotònica:

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

Genèriques:

CG4. Màster en Fotònica:

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.

CG1. Màster en Fotònica:

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. Màster en Fotònica:

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.

Transversals:

CT1. Màster en Fotònica:

EMPREDORIA I INNOVACIÓ. Conèixer i entendre els mecanismes en què es basa la investigació científica, així com els mecanismes i instruments de transferència de resultats entre els diferents agents socioeconòmics implicats en els processos de R+D+I.

CT4. Màster en Fotònica:

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

CT5. Màster en Fotònica:

ANGLÈS. Acreditar un nivell adequat d'aquest idioma, tant de forma oral com per escrit, d'acord amb les necessitats que tindran les titulades i els titulat.

CT3. Màster en Fotònica:

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:

CB7. Màster en Fotònica:

Que els estudiants sàpiguen 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.

CB10. Màster en Fotònica:

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.

CB8. Màster en Fotònica:

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.

METODOLOGIES DOCENTS

- Classes magistrals
- Activitats

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Aquest curs abasta els desenvolupaments més recents en simulació quàntica amb gasos quàntics ultrafreds. En els últims anys aquests sistemes han sorgit com un sistema ideal per a la simulació de fenòmens quàntics de molts cossos gràcies a l'alt grau de control i l'excel·lent aïllament de l'exterior. En aquest curs es tractaran temes recents del camp com els gasos fermiònics, camps de gauge artificials per al mesurament de la física de l'efecte Hall quàntic, unions de Josephson i l'efecte túnel quàntic a nivell macroscòpic, i els models d'Hubbard.

HORES TOTALS 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

Gassos de Fermi diluïts

Descripció:

El gas de fermions ideal. Fermions amb interacció feble. Aparellament en gassos de Fermi diluïts (teoria BCS). Cruïlla BCS-BEC. Excitacions

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 6h

Camps de gauge artificials

Descripció:

BECs en rotació. Fases Hall bosòniques. Teoria del camp mig. Quantització dels nivells de Landau. Funció d'ona de Laughlin. Potencials de gauge en sistemes de dos nivells. Potencials de gauge no abelians.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 6h

Efecte tunel quàntic macroscòpic

Descripció:

Sistemes de dos estats. Unions de Josephson bosòniques. Descripció semi-clàssica. Aspectes quàntics. Descripció amb SU (2). Simulació del model de Lipkin-Meshkov-Glick. Realitzacions experimentals. Sistemes de pocs estats.

Dedicació: 4h

Grup gran/Teoria: 4h

Xarxes òptiques - Sòlids artificials

Descripció:

Xarxes òptiques. Sistemes no interactius. Model de Bose-Hubbard. Transició entre superfluids i aïllants de Mott. Model de Fermi-Hubbard: aïllant de Mott i magnetisme quàntic.

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 8h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Assistència per ser evaluat: >80% de les classes magistrals

- Examen escrit (60%)
- Entrega de problemes (40%)



BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Cooper, N.R. "Rapidly rotating atomic gases". *Advances in Physics* [en línia]. vol. 57, num 6, October 2008 [Consulta: 24/11/2016]. Disponible a: <http://www.informaworld.com/openurl?genre=journal&issn=0001-8732>.
- Pitaevskii, L.P.; Stringari, S. *Bose-Einstein condensation*. Oxford: Clarendon Press, 2003. ISBN 9780198507192.
- Dalibard, J.; Gerbier, F.; Juzeliunas, G.; Öhberg, P. "Artificial gauge potentials for neutral atoms". *Reviews of Modern Physics* [en línia]. Vol. 83, Iss. 4, October - December 2011 [Consulta: 24/11/2016]. Disponible a: <http://journals.aps.org/rmp/>.
- Pethick, C. J.; Smith, H. *Bose-Einstein condensation in dilute gases*. Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521846516.

Complementària:

- Giorgini, S.; Pitaevskii, L.P.; Stringari, S. "Theory of ultracold atomic Fermi gases". *Review of Modern Physics* [en línia]. vol. 80, issue 4, oct 2008 [Consulta: 24/11/2016]. Disponible a: <http://journals.aps.org/rmp/>.
- Ketterle, W.; Zwerlein, M. "Making, probing and understanding ultracold Fermi gases". *Proceedings of the International School on Physics Enrico Fermi 2006* [en línia]. [Consulta: 24/11/2016]. Disponible a: <https://arxiv.org/abs/0801.2500>.
- Bloch, I.; Dalibard, J.; Nascimbène, S. "Quantum simulations with ultracold quantum gases". *Nature Physics* [en línia]. num 8, p.267-276, 2012 [Consulta: 24/11/2016]. Disponible a: <http://www.nature.com/nphys/index.html>.
- Esslinger, T. "Fermi-Hubbard physics with atoms in an optical lattice". *Annual Review in Condensed Matter Physics* [en línia]. vol. 1, 2010 [Consulta: 24/11/2016]. Disponible a: <http://www.annualreviews.org/eprint/cpKn26dCPrA4kV8TCzWw/full/10.1146/annurev-conmatphys-070909-104059>.
- Lewenstein, M.; Sanpera, A.; Ahufinger, V. *Ultracold atoms in optical lattices : simulating quantum many-body systems*. Oxford: Oxford University Press, 2012. ISBN 9780199573127.

RECURSOS

Enllaç web:

- Lectures du College de France by J. Dalibard. Courses 2013 and 2014.. http://www.phys.ens.fr/~dalibard/CdF/2013/Cours_2013.pdf
http://www.phys.ens.fr/~dalibard/index_en