

Guia docent

230556 - QS-BEC - Simuladors Quàntics, Condensats de Bose Einstein i Gasos Quàntics Ultrafreds

Última modificació: 19/06/2024

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

Unitat que imparteix: 1022 - UAB - Universitat Autònoma de Barcelona.

Titulació: Curs: 2019

Crèdits ECTS: 3.0

Idiomes: Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Verónica Ahufinger, UAB (coord.)

Altres: Artur Polls, UB

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 proporciona una introducció al descobriment recent en gasos quàntics ultrafreds, englobant tant els camps de l'òptica quàntica com el de la física atòmica. El assoliment del condensat de Bose-Einstein en 1995 marca l'inici d'una nova era amb noves possibilitats per al control de sistemes de molts cossos a un nivell quàntic real. El fenomen de la condensació té, però, un origen estadístic, que provoca diferents processos físics que seran discutits. Aquest curs donarà una mirada general a l'estat actual del camp i es discutiran diferents aplicacions.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	22,5	29.96
Hores aprenentatge autònom	50,3	66.98
Hores activitats dirigides	2,3	3.06

Dedicació total: 75.1 h

CONTINGUTS**1- Introducció i motivació****Descripció:**

Física atòmica bàsica. Estructura atòmica, degeneració de nivells i simetria. Nivells fins i hiperfins. Interacció amb camps externs: divisió de Zeeman, shift de AC-Stark. Processos bàsics de la interacció àtoms-llum.

Dedicació: 4h 30m

Grup gran/Teoria: 4h 30m



2- Conceptes bàsics del refredament i captura d'àtoms

Descripció:

Forces de llum als àtoms: força dipolar i força de la pressió de radiació. Refredament: refredament per làser. Trampes d'àtoms: trampes òptiques, trampes magneto-òptiques, trampes magnètiques. Enreixats òptics.

Dedicació: 4h 30m

Grup gran/Teoria: 4h 30m

3- Condensació de Bose Einstein

Descripció:

Gas ideal de bosons. Bosons amb interacció feble. Enfocament del camp mitjà: la equació de Gross-Pitaevskii, equacions de Bogoliubov de Gennes, teoria hidrodinàmica.

Dedicació: 4h 30m

Grup gran/Teoria: 4h 30m

4- Gasos de Fermi diluïts

Descripció:

Gas ideal de fermions. Fermions amb interacció feble. Emparellament en gasos de fermi diluïts (BCS). Creuament BCS-BEC. Excitacions

Dedicació: 4h 30m

Grup gran/Teoria: 4h 30m

5- Àtoms ultrafreds en enreixats òptics

Descripció:

Conceptes bàsics mes enllà del camp mitjà: de la interacció feble als sistemes amb alta correlació. Simuladors quàntics. El model de Bose-Hubbard: transició de fase entre el superfluid i el aïllant de Mott.

Dedicació: 4h 30m

Grup gran/Teoria: 4h 30m

ACTIVITATS

Sesions de discussió i/o seminaris

Dedicació: 2h 18m

Grup gran/Teoria: 2h 18m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

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

- Examen escrit (70%)
- Entrega de problemes (30%)

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Fox, M. Quantum optics: an introduction. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2006. ISBN 0198566727.
- Metcalf, H.J.; Straten, P.van der. Laser cooling and trapping. New York: Springer, 1999. ISBN 0387987479.
- Meystre, P. Atom optics. Berlin: Springer, 2001. ISBN 0387952748.
- Foot, C.J. Atomic physics. Oxford: Oxford University Press, 2005. ISBN 0198506953.
- Cohen-Tannoudji, C.; Guéry-Odelin, D. Advances in atomic physics: an overview. Singapore: World Scientific, 2011. ISBN 9789812774972.
- Pethick, C.J.; Smith, H. Bose-Einstein condensation in dilute gases. 2nd ed. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521846516.
- Pitaevskii, L.; Stringari, S. Bose-Einstein condensation. Oxford: Clarendon Press, 2003. ISBN 9780198507192.
- Giorgini, S.; Pitaevskii, L.P.; Stringari, S. "Theory of ultracold atomic Fermi gases". Reviews of Modern Physics. vol. 80, núm. 4 (2008), p. 1215.

Complementària:

- Lewenstein, M.; Sanpera, A.; Ahufinger, V. Ultracold atoms in optical lattices: simulating quantum many-body systems. Oxford: Oxford University Press, 2012. ISBN 9780199573127.
- Leggett, A.J. "Bose-Einstein condensation in the alkali gases: some fundamental concepts". Reviews of Modern Physics [en línia]. vol. 73, núm. 2 (2001), p. [Consulta: 10/10/2018]. Disponible a: <https://journals-aps-org.recursos.biblioteca.upc.edu/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.73.307>.
- Bongs, K.; Sengstock, K. "Physics with coherent matter waves". Reports on Progress in Physics [en línia]. vol. 67, núm. 6 (june 2004), p. 907 [Consulta: 10/10/2018]. Disponible a: <http://iopscience.iop.org.recursos.biblioteca.upc.edu/article/10.1088/0034-4885/67/6/R03>.

RECURSOS

Enllaç web:

- <http://www.phys.ens.fr/~cct/college-de-france/1998-99/1998-99.htm>
/><http://www.phys.ens.fr/~cct/college-de-france/1999-00/1999-00.htm>. Classes magistrals del College de France per C. Cohen-Tannoudji. Cursos 1998-1999, 1999-2000