



Guía docente

230578 - QS - Simuladores Cuánticos con Gases Cuánticos Ultrafríos

Última modificación: 12/06/2020

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona

Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN FOTÓNICA (Plan 2013). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO ERASMUS MUNDUS EN INGENIERÍA FOTÓNICA, NANOFOTÓNICA Y BIOFOTÓNICA (Plan 2010). (Asignatura optativa).

Curso: 2020

Créditos ECTS: 3.0

Idiomas: Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Julia Díaz, Bruno

Otros: Tarruell, Leticia

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CE7. (CAST) Màster en Fotònica:

Capacidad de entender la ingeniería óptica como una actividad económica y empresarial considerando, entre otros, aspectos sociales, éticos y de sostenibilidad

CE9. (CAST) Màster en Fotònica:

Capacidad para sintetizar y exponer los resultados de investigación en fotonica según los procedimientos y convenciones de las presentaciones científicas en inglés.

CE2. (CAST) Màster en Fotònica:

Demostrar que comprende las peculiaridades que comporta el modelo cuántico para la interacción luz-materia.

Genéricas:

CG4. (CAST) Màster en Fotònica:

Capacidad para entender el carácter generalista y multidisciplinario de la fotonica viendo su aplicación por ejemplo a la medicina, biología, energía, comunicaciones o la industria

CG1. (CAST) Màster en Fotònica:

Capacidad para proyectar, diseñar e implantar productos, procesos, servicios e instalaciones en algunos ámbitos de la fotonica como los relacionados con la ingeniería fotonica, la nanofotonica, la óptica cuántica, las telecomunicaciones y la biofotonica

CG2. (CAST) Màster en Fotònica:

Capacidad para la modelización, cálculo, simulación, desarrollo e implantación en centros de investigación, centros tecnológicos y empresas, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Fotonica.

Transversales:

CT1. (CAST) Màster en Fotònica:

EMPENDIMIENTO E INNOVACIÓN. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica, así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i.

CT4. (CAST) Màster en Fotònica:

USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

CT5. (CAST) Màster en Fotònica:

INGLÉS. Acreditar un nivel adecuado de este idioma, tanto de forma oral como por escrito, en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados.

CT3. (CAST) Màster en Fotònica:

TRABAJO EN EQUIPO. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles

Básicas:

CB7. (CAST) Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB10. (CAST) Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CB8. (CAST) Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicio.

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases magistrales
- Actividades

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Este curso abarca los desarrollos más recientes en simulación cuántica con gases cuánticos ultrafríos. En los últimos años estos sistemas han surgido como un sistema ideal para la simulación de fenómenos cuánticos de muchos cuerpos gracias al alto grado de control y el excelente aislamiento del exterior. En este curso se tratarán temas recientes del campo como los gases fermiónicos, campos de gauge artificiales para la medición de la física del efecto Hall cuántico, uniones de Josephson y el efecto túnel cuántico a nivel macroscópico macroscópico, y los modelos de Hubbard.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	24,0	32.00
Horas aprendizaje autónomo	51,0	68.00

Dedicación total: 75 h

CONTENIDOS

Gases de Fermi diluidos

Descripción:

El gas de fermiones ideal. Fermiones con interacción débil. Emparejamiento en gases de Fermi diluidos (teoría BCS). Cruce BCS-BEC. Excitaciones

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 6h



Campos de gauge artificiales

Descripción:

BECs en rotación. Fases Hall bosónicas. Teoría del campo medio. Cuantización de los niveles de Landau. Función de onda de Laughlin. Potencial de gauge en sistemas de dos niveles. Potenciales de gauge no abelianos.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 6h

Efecto tunel cuántico macroscópico

Descripción:

Sistemas de dos estados. Uniones de Josephson bosónicas. Descripción semi-clásica. Aspectos cuánticos. Descripción con SU(2). Simulación del modelo de Lipkin-Meshkov-Glick. Realizaciones experimentales. Sistemas de pocos estados.

Dedicación: 4h

Grupo grande/Teoría: 4h

Redes ópticas - Sólidos artificiales

Descripción:

Redes ópticas. Sistemas no interactivos. Modelo de Bose-Hubbard. Transición entre superfluidos y aislantes de Mott. Modelo de Fermi-Hubbard: aislante de Mott i magnetismo cuántico.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 8h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Asistencia para ser evaluado: >80% de las clases magistrales

- Examen escrito (60%)
- Entrega de problemas (40%)

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Cooper, N.R. "Rapidly rotating atomic gases". *Advances in Physics* [en línea]. 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 línea]. 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.

Complementaria:

- Giorgini, S.; Pitaevskii, L.P.; Stringari, S. "Theory of ultracold atomic Fermi gases". *Review of Modern Physics* [en línea]. vol. 80, issue 4, oct 2008 [Consulta: 24/11/2016]. Disponible a: <http://journals.aps.org/rmp/>.
- Ketterle, W.; Zwierlein, M. "Making, probing and understanding ultracold Fermi gases". *Proceedings of the International School on Physics Enrico Fermi 2006* [en línea]. [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 línea]. 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 línea]. 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

Enlace 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