Guía docente
230579 - FCTBEC - Desde el Enfriamiento y la Captura de Átomos Neutros hasta los Condensados de Bose-Einstein

Última modificación: 14/12/2023

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona
Unidad que imparte: 1022 - UAB - (CAS) pendent.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN FOTÓNICA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 3.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Consultar aquí / See here: https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/responsables-assignatura

Otros: Consultar aquí / See here: https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/professorat-assignat-idioma

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos básicos de física cuántica y de óptica cuántica

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
CE5. Saber realizar y comprender experimentos básicos que demuestren los principales fenómenos de óptica y fotónica.

Transversales:
CT1. EMPRENDIMIENTO 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.
CT5. 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. 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
CT4. 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.

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases magistrales
- Resolución de ejercicios en el aula o en casa

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo principal de este curso es proporcionar una introducción a los recientes desarrollos en el campo de la óptica atómica, la cual explota la dualidad partícula-onda de los átomos. Este campo surgió con el enfriamiento y captura de átomos neutros a temperaturas muy bajas. A estas temperaturas es posible implementar espejos, divisores de haz, redes de difracción e interferómetros de átomos, en estrecha analogía con la óptica estándar. Por otra parte, el logro de la condensación de Bose-Einstein en 1995 abrió la posibilidad de desarrollar una fuente coherente de átomos, en analogía con fuentes de luz de radiación coherente. Los fenómenos de condensación ofrecen, sin embargo, muchas más posibilidades y dinámicas mucho más ricas que se tratarán a lo largo del curso.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

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

Dedicación total: 75 h

CONTENIDOS

Introducción

Descripción:
Física atómica básica. Estructura atómica, degeneración de niveles y simetría. Niveles finos y hiperfinos. Interacción con campos externos: efecto Zeeman, desplazamiento AC-Stark. Procesos básicos de la interacción luz-materia. Colisiones atómicas a bajas energías.

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

Enfriamiento, captura, imagen de átomos neutros y óptica atómica lineal

Descripción:
Fuerzas ejercidas por la luz en los átomos: fuerza dipolar y fuerza de presión de radiación. Enfriamiento: enfriamiento por láser y por evaporación. Trampas de átomos: trampas ópticas, trampas magneto-ópticas, trampas magnéticas. Técnicas en la detección de gases cuánticos. Óptica atómica lineal: difracción atómica e interferometría atómica.

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 8h

Condensación de Bose-Einstein

Descripción:
Gas ideal de bosones. Bosones con interacciones débiles. Aproximación de campo medio: la ecuación de Gross- Pitaevskii, ecuaciones de Bogoliubov de Gennes, teoría hidrodinámica. Gases bosónicos atrapados en una o dos dimensiones

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 8h

Óptica atómica no lineal y cuántica

Descripción:
Solitones de materia. Superfluidez y vórtices.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

Y más...

Descripción:
Régimen de fuerte correlación: Modelo de Bose-Hubbard y Gas de Tonks-Girardeau. Gases cuánticos degenerados fermiónicos. Condensados de Bose-Einstein de dos componentes y condensados espinoriales.

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Las dos actividades de evaluación serán:
- Examen escrito (40%)
- Entrega de problemas (60%)
Se realizará un examen oral de repesca para aquellos alumnos que no hayan aprobado la asignatura una vez se haya evaluado el examen escrito y la entrega de problemas.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Dalibard, J. "Collisional dynamics of ultra-cold atomic gases". Proceedings of the International School of Physics Enrico Fermi, Course CXL [en línea]. 1998 [Consulta: 28/04/2017]. Disponible a: http://www.phys.ens.fr/~dalibard/publications/varenna98.pdf.- Foot, C.J. Atomic physics. 2005. ISBN 0198506953.
- Pitaevskii, L.P.; Stringari, S. Bose Einstein condensation. Oxford University Press: Clarendon Press, 2003. ISBN 0198507194.
- Pethick, C.J; Smith, H. Bose-Einstein condensation in dilute gases. 2nd ed. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521846516.
- Fox, M. Quantum optics : an introduction. 2006. ISBN 0198566727.
- Metcalf, H.J.; Van der Straten, P. Laser cooling and trapping. New York: Springer, 1999. ISBN 0387987479.
- Cohen-Tannoudji, C.; Guery-Odelin, D. Advances in atomic physics : an overview. Singapore: World Scientific, 2011. ISBN 9789812774972.

Complementaria:
- Barengui, Carlo; Parker, Nick G. A primer on quantum fluids [en línea]. Springer, 2016 [Consulta: 21/06/2023]. Disponible a: https://arxiv.org/pdf/1605.09580. ISBN 978-3319424743.
- Bongs, K.; Sengstock, K. "Physics with coherent matter waves". Reports on progress in physics [en línea]. 2004, v. 67 , núm. 6, p. 907-963 [Consulta: 17/07/2017]. Disponible a: https://arxiv.org/abs/cond-mat/0403128v1.- Legget, A.J. "Bose-Einstein condensation in the alkali gases: Some fundamental concepts". Reviews of modern physics [en línea]. 2001, vol. 73, núm 2, pag 307-356 (April 2001) [Consulta: 17/07/2017]. Disponible a: https://www.researchgate.net/publication/239443683_Bose-Einstein_condensation_in_the_alkali_gases_Some_fundamental_concepts.- Ketterle, W.; Durfee, D.S.; Stamper-Kurn, D.M. "Making, probing and understanding Bose-Einstein condensates". International School of Physics "Enrico Fermi". (1998: Varenna, Itàlia) [en línea]. 1999, vol 40 (p.67-166) [Consulta: 17/07/2017]. Disponible a: https://arxiv.org/abs/cond-mat/9904034v2.- Dalfovo, F.; Giorgini, S.; Pitaevskii, L.P.; Stringari, S. "Theory of Bose-Einstein condensation in trapped gases". Reviews of modern physics [en línea]. 71, 463 (1 April 1999) [Consulta: 17/07/2017]. Disponible a: https://arxiv.org/abs/cond-mat/9806038.

RECURSOS

Enlace web:
- Lectures du College de France by C. Cohen-Tannoudji. courses 1998-1999, 1999-2000.. http://www.phys.ens.fr/cours/college-de-france/