Tecnologías cuánticas con fotones y átomos

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO

Másteres Universitarios

Este documento puede utilizarse como documentación de referencia de esta asignatura para la solicitud de reconocimiento de créditos en otros estudios. Para su plena validez debe estar sellado por la Secretaría de Estudiantes UIMP.

DATOS GENERALES

Título asignatura

Tecnologías cuánticas con fotones y átomos

Código asignatura

102783

Curso académico

2024-25

Planes donde se imparte

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

Créditos ECTS

3

Carácter de la asignatura

OPTATIVA

Duración

Cuatrimestral

Idioma

CONTENIDOS

Contenidos

Esta asignatura proporcionará al alumnado una introducción a los principios básicos de interacción luz-materia, así como a los dos sistemas de física atómica más relevantes para tecnologías cuánticas: iones atrapados y átomos ultrafríos en redes ópticas. Además de introducir la física de estos sistemas atómicos se explicarán implementaciones concretas de puertas cuánticas y simulaciones cuánticas que están en la base de muchas tecnologías de computación cuántica. La asignatura contiene también lecciones sobre la implementación en el laboratorio de estas ideas y proporcionará una
perspectiva privilegiada sobre los límites y oportunidades de este campo. La asignatura está orientada a estudiantes con un perfil teórico o experimental y es imprescindible para investigar en un área que comprendería más de la mitad del campo de tecnologías cuánticas, si atendemos al criterio, por ejemplo, del Quantum Flagship europeo.

- Interacción luz-átomo
- Atrapamiento de átomos con luz
- Átomos en cavidades y efectos colectivos
- Iones atrapados: enfriamiento y atrapamiento; implementación de ordenadores cuánticos y simuladores cuánticos con iones.
- Átomos ultrafríos: enfriamiento y atrapamiento en redes ópticas; simulación cuántica con átomos ultrafríos; modelos de Bose-Hubbard, modelos de espín y campos gauge; átomos de Rydberg.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y DE FORMACIÓN

Generales

RFA a nivel de Contenidos

RFA2 Entender el procesado de la información usando sistemas cuánticos, como qubits, puertas cuánticas, medidas, entrelazamiento, correlación, y limitaciones fundamentales y complejidad cuántica de algoritmos y operaciones.

RFA3 Identificar conceptos avanzados en el estudio mecano-cuántico de sistemas físicos de muchos cuerpos, fundamentos de interacción luz-materia, elementos de sistemas abiertos y topología.

RFA5 Conocer las principales implementaciones físicas de las tecnologías cuánticas y comprender sus principios de funcionamiento.

RFA a nivel de Competencias

RFA6 Diseñar, organizar e implementar un evento científico para la presentación del estado del arte en un campo de investigación.

RFA7 Atender, comprender e interpretar una charla científica en un ámbito de investigación de frontera de las tecnologías cuánticas, así como desarrollar una exposición crítica de los resultados presentados.

RFA9 Desarrollar capacidad de análisis, razonamiento crítico y resolución de problemas.

RFA10 Trabajar en equipo de forma activa compartiendo información y tareas para lograr la consecución de los objetivos previstos.

RFA11 Desarrollar proyectos básicos de investigación de forma autónoma.

RFA12 Redactar documentos científicos y técnicos, en particular artículos científicos.

RFA13 Realizar presentaciones sobre una investigación o proyecto científico ante públicos especializados.

RFA14 Buscar, obtener, procesar, comunicar información y transformarla en conocimiento.

RFA15 Conocer las herramientas metodológicas necesarias para desarrollar proyectos de investigación.

RFA a nivel de Habilidades o destrezas

RFA16 Aplicar conocimiento teórico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación básica.

RFA17 Aplicar conocimiento teórico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la

investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

RFA18 Aplicar conocimiento práctico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación básica.

RFA19 Aplicar conocimiento práctico relacionado con las tecnologías cuánticas en el ámbito de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

PLAN DE APRENDIZAJE

Actividades formativas

Lección magistral

Clase práctica

Tutorías individuales y/o colectivas

Estudio individual y trabajo autónomo del estudiante

Elaboración de trabajos individuales y/o en grupo

Metodologías docentes

Clases magistrales

Resolución de casos prácticos

Prácticas de programación o de laboratorio

Ponencias sobre los trabajos o entregables de problemas

Seminarios y conferencias

Tutorías individuales y/o colectivas

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Descripción del sistema de evaluación

Valoración de la participación en tutorías (ponderación mínima 10.0 y ponderación máxima 30.0)

Valoración de informe, prácticas y trabajos individuales o en grupo (ponderación mínima 20.0 y ponderación máxima 50.0)

Valoración de exposiciones orales de trabajos (ponderación mínima 20.0 y ponderación máxima 50.0)

Valoración del examen final oral o escrito (ponderación mínima 40.0 y ponderación máxima 80.0)

PROFESORADO

Profesor responsable

Porras Torre, Diego

Doctor en Física.

Investigador Científico del CSIC .

Instituto de Física Fundamental - CSIC.

Profesorado

Cerrillo Moreno, Javier

Doctor en Física Cuántica.

Profesor Titular del Área de Física Aplicada.

Universidad Politécnica de Cartagena.

Barredo González, Daniel

Doctor en Física.

Científico Titular en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología (CINN).

Ramos del Río, Tomás Andrés

Doctor en Física.

Investigador Ramón y Cajal.

Instituto de Física Fundamental IFF-CSIC.

González Tudela, Alejandro

Licenciado en Física.

Profesor de Investigación.

Instituto de Física Fundamental, Consejo Sup.

HORARIO

Horario

31/03/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Diego Porras Torre

Doctor en Física.
Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física Fundamental - CSIC.

01/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Diego Porras Torre

Doctor en Física.
Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física Fundamental - CSIC.

02/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Diego Porras Torre

Doctor en Física.

Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física Fundamental - CSIC.

03/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

04/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

07/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

08/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

09/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Diego Porras Torre

Doctor en Física.
Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física Fundamental - CSIC.

10/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Alejandro González Tudela

Licenciado en Física.
Profesor de Investigación.
Instituto de Física Fundamental, Consejo Sup.

11/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Alejandro González Tudela

Licenciado en Física.
Profesor de Investigación.
Instituto de Física Fundamental, Consejo Sup.

22/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Alejandro González Tudela

Licenciado en Física.
Profesor de Investigación.
Instituto de Física Fundamental, Consejo Sup.

23/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Alejandro González Tudela

Licenciado en Física.
Profesor de Investigación.

Instituto de Física Fundamental, Consejo Sup.

24/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Alejandro González Tudela

Licenciado en Física.
Profesor de Investigación.
Instituto de Física Fundamental, Consejo Sup.

25/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

28/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Diego Porras Torre

Doctor en Física.
Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física Fundamental - CSIC.

29/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Diego Porras Torre

Doctor en Física.
Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física Fundamental - CSIC.

30/04/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Diego Porras Torre

Doctor en Física.
Investigador Científico del CSIC.
Instituto de Física Fundamental - CSIC.

05/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Alejandro González Tudela

Licenciado en Física.
Profesor de Investigación.

Instituto de Física Fundamental, Consejo Sup.

06/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Javier Cerrillo Moreno

Doctor en Física Cuántica.
Profesor Titular del Área de Física Aplicada.
Universidad Politécnica de Cartagena.

07/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Javier Cerrillo Moreno

Doctor en Física Cuántica.
Profesor Titular del Área de Física Aplicada.
Universidad Politécnica de Cartagena.

08/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Javier Cerrillo Moreno

Doctor en Física Cuántica.
Profesor Titular del Área de Física Aplicada.

Universidad Politécnica de Cartagena.

09/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Javier Cerrillo Moreno

Doctor en Física Cuántica.
Profesor Titular del Área de Física Aplicada.
Universidad Politécnica de Cartagena.

12/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

13/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.

Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

14/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Daniel Barredo González

Doctor en Física
Científico Titular (Tecnologías Cuánticas)
Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología (CINN) - CSIC

15/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Daniel Barredo González

Doctor en Física
Científico Titular (Tecnologías Cuánticas)
Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología (CINN) - CSIC

16/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Daniel Barredo González

Doctor en Física
Científico Titular (Tecnologías Cuánticas)

Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología (CINN) - CSIC

19/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Daniel Barredo González

Doctor en Física
Científico Titular (Tecnologías Cuánticas)
Centro de Investigación en Nanomateriales y Nanotecnología (CINN) - CSIC

20/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Javier Cerrillo Moreno

Doctor en Física Cuántica.
Profesor Titular del Área de Física Aplicada.
Universidad Politécnica de Cartagena.

21/05/2025

16:00 - 17:00

Atoms and photons

Tomás Andrés Ramos del Río

Doctor en Física.
Investigador Ramón y Cajal
Instituto de Física Fundamental, IFF-CSIC

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RELACIONADOS

Bibliografía

C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, Photons and Atoms: Introduction to Quantum Electrodynamics, Wiley-VCH (2004).

C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, Atom-Photon Interactions: Basic Processes and Applications, Wiley-VCH (2004).

J. Weiner, P.T. Ho, Light-Matter Interaction: Fundamentals and applications (Vol 1), Wiley-VCH (2003).

D. F. Walls, G. J. Milburn, Quantum Optics, Springer (2008).

I. Bloch, J. Dalibard, and W. Zwerger, Many-body physics with ultracold gases, Review of Modern Physics 80, 885 (2008).

H. Haeffner, C.F. Roos, R. Blatt, Quantum computing with trapped ions, Phys. Rep. 469, 155-203 (2008)