

Implementación de tecnologías cuánticas

MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO

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

Implementación de tecnologías cuánticas

Código asignatura

102780

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 ofrece una introducción a las diversas plataformas experimentales que se han desarrollado para aplicaciones en comunicación, sensado, simulación y computación cuánticas, que se complementará en la asignatura Laboratorio de Tecnologías Cuánticas y en las asignaturas específicas, de forma práctica y/o con teoría y fundamentos. La asignatura pretende dar una visión general de cómo se implementan dispositivos y/o técnicas que contribuyen a llevar a cabo cada una de estas tecnologías.

- Implementaciones de comunicación cuántica y distribución de clave cuántica.
- Plataformas para simulación y computación cuántica: qubits de espín; qubits superconductores; iones atrapados y átomos ultrafríos; sistemas híbridos.
- Sensores cuánticos: sensores superconductores; sensores de centros de color; amplificadores paramétricos
- Metrología cuántica: detectores de un solo fotón; relojes ópticos.

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

Llorens Montolio, José Manuel

Licenciado Física.

Científico Titular.

CSIC - Instituto de Micro y Nanotecnología.

Profesorado

Rodríguez Rubiales, Daniel

Doctor en Ciencias Físicas.

Catedrático de Universidad (Física Atómica Molecular y Nuclear)

Universidad de Granada

Aguado Solá, Ramón

Doctor En Física.

Profesor De Investigación CSIC

Instituto De Ciencia De Materiales De Madrid (ICMM-CSIC)

Luis Vitalla, Fernando

Doctor en Física.

Profesor de Investigación CSIC.

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón, CSIC-Universidad de Zaragoza.

Calderón Prieto, María José

Doctora En Ciencias Físicas.

Investigadora Científica, Física De La Materia Condensada.

Instituto De Ciencia De Materiales De Madrid, CSIC

Martínez Pérez, María José

Doctora en Física.

Científica Titular

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

CSIC

Platero Coello, Gloria

Dra Físicas.

Profesora Investigación CSIC.

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid.

Fernández Mármol, Verónica

Licenciada y Doctora en Ciencias Físicas.

Científica Titular. Ciencia y Tecnologías Físicas

Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

CSIC

Prior Arce, Javier

Licenciado en Física.

Profesor Titular de Universidad.

Universidad de Murcia.

HORARIO

Horario

07/11/2024

11:00 - 14:00

UD.1 Introduction UD2.1.1 Quantum key distribution (video)

Verónica Fernández Mármol

Científica titular
ITEFI-CSIC

15/11/2024

10:00 - 12:00

UD 2.2.1 Single photon sources (video)

José Manuel Llorens Montolio

Licenciado Física.
Científico Titular.
CSIC - Instituto de Micro y Nanotecnología.

19/11/2024

16:15 - 17:00

UD 2.1.2 Exercises class on Quantum key distribution (streaming)

Daniel Balado Souto

DOCTOR EN FÍSICA.
CONTRATADO MOMENTUM CSIC.

Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información ¿Leonardo Torres Quevedo¿ (ITEFI)

21/11/2024

15:15 - 16:00

UD 2.1.3 Exercises class on Quantum key distribution (streaming)

Daniel Balado Souto

DOCTOR EN FÍSICA.

CONTRATADO MOMENTUM CSIC.

Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información ¿Leonardo Torres Quevedo¿ (ITEFI)

25/11/2024

10:00 - 10:30

UD 3.1 Introduction to spin qubits (video)

Fernando Luis Vitalla

Doctor en Ciencias Físicas

Profesor de Investigación CSIC

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón, CSIC

Universidad de Zaragoza

10:30 - 11:30

UD 3.2.1 Atomic, nuclear and molecular spins (video)

Fernando Luis Vitalla

Doctor en Ciencias Físicas

Profesor de Investigación CSIC

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón, CSIC

Universidad de Zaragoza

27/11/2024

17:30 - 19:00

UD 2.2.2 Exercises class on single photon sources (streaming)

José Manuel Llorens Montolio

Licenciado Física.

Científico Titular.

CSIC - Instituto de Micro y Nanotecnología.

09/12/2024

10:00 - 11:00

UD 3.2.2 Dopants in semiconductors (video)

María José Calderón Prieto

DOCTORA EN CIENCIAS FÍSICAS.

INVESTIGADORA CIENTÍFICA, FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA.

INSTITUTO DE CIENCIA DE MATERIALES DE MADRID, CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

11:00 - 12:00

UD 3.2.3 Quantum dots (video)

Gloria Platero Coello

Dra Físicas

Profesora de Investigación. CSIC

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid

19/12/2024

10:00 - 13:00

UD 3.3.1 Ion traps (video)

Daniel Rodríguez Rubiales

DR. EN CIENCIAS FÍSICAS.
CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD (FÍSICA ATÓMICA MOLECULAR Y NUCLEAR).
UNIVERSIDAD DE GRANADA.

13/01/2025

12:00 - 13:30

UD 3.4.1 Superconductor qubits (video)

Ramón Aguado Solá

Investigador Científico
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC

16/01/2025

17:30 - 18:30

UD 3.2.4 Exercises class on spin qubits (streaming)

Fernando Luis Vitalla

Doctor en Ciencias Físicas
Profesor de Investigación CSIC
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón, CSIC

Universidad de Zaragoza

21/01/2025

10:00 - 11:30

UD 3.4.2 Hybrid qubits (video)

Ramón Aguado Solá

Investigador Científico
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC

11:30 - 12:00

UD 4.1 Quantum sensing (video)

Javier Prior Arce

Profesor Titular de Universidad
Universidad de Murcia

12:00 - 13:00

UD 4.2 Quantum sensing (video)

María José Martínez Pérez

Investigadora distinguida CSIC
INMA (CSIC)
Universidad de Zaragoza

15:15 - 17:15

UD 3.3.2 Exercises class on Ion traps (streaming)

Daniel Rodríguez Rubiales

DR. EN CIENCIAS FÍSICAS.
CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD (FÍSICA ATÓMICA MOLECULAR Y NUCLEAR).
UNIVERSIDAD DE GRANADA.

27/01/2025

14:00 - 16:00

UD 3.4.3 Exercises class on superconductor and hybrid systems (streaming)

Ramón Aguado Solá

Investigador Científico
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC

29/01/2025

14:00 - 15:00

UD 4.3 Exercises class on quantum sensing (streaming)

Javier Prior Arce

Profesor Titular de Universidad
Universidad de Murcia

31/01/2025

14:00 - 14:30

UD 2.1.5 Tutoring quantum key distribution

Verónica Fernández Mármol

Científica titular
ITEFI-CSIC

18:30 - 19:00

UD 2.2.3 Tutoring single photon sources

José Manuel Llorens Montolio

Licenciado Física.
Científico Titular.
CSIC - Instituto de Micro y Nanotecnología.

04/02/2025

17:30 - 18:30

UD 3.2.5 Tutoring spin qubits

Fernando Luis Vitalla

Doctor en Ciencias Físicas
Profesor de Investigación CSIC
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón, CSIC
Universidad de Zaragoza

06/02/2025

14:00 - 15:00

UD 3.3.3 Tutoring Ion traps

Daniel Rodríguez Rubiales

DR. EN CIENCIAS FÍSICAS.
CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD (FÍSICA ATÓMICA MOLECULAR Y NUCLEAR).

UNIVERSIDAD DE GRANADA.

15:00 - 16:00

UD 4.4 Tutoring quantum sensing

Javier Prior Arce

Profesor Titular de Universidad
Universidad de Murcia

07/02/2025

14:00 - 15:00

UD 3.4.4 Tutoring superconductor and hybrid systems

Ramón Aguado Solá

Investigador Científico
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RELACIONADOS

Bibliografía

N. Gisin et al, [Quantum cryptography](#), *Reviews of Modern Physics*, 74 (2002).

M. Sasaki, [Quantum networks: where should we be heading?](#), *Quantum Sci. Technol.* 2, 020501, (2017).

A. Sergienko, *Quantum communications and cryptography*, Taylor & Francis Group (2006).

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

G. Grynberg, A. Aspect, C. Fabre, [Introduction to Quantum Optics](#), Cambridge Univ. Press (2010).

F.G. Major, V.N. Gheorghe, G. Werth, [Charged Particle Traps](#), Springer (2009).

F.G. Major, V.N. Gheorghe, G. Werth, [Charged Particle Traps II](#), Springer (2009).

M. Brownnutt, M. Kumph, P. Rabl, and R. Blatt, [Ion-trap measurements of electric-field noise near surfaces](#), *Review of Modern Physics* 87, 1419 (2015).

A. Bautista-Salvador et al, [Multilayer ion trap technology for scalable quantum computing and quantum simulation](#), *New Journal of Physics* 21, 043011 (2019).