

Laboratorio 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

Laboratorio de tecnologías cuánticas

Código asignatura

102775

Curso académico

2024-25

Planes donde se imparte

[MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS CUÁNTICAS](#)

Créditos ECTS

6

Carácter de la asignatura

OPTATIVA

Duración

Cuatrimestral

Idioma

Inglés

CONTENIDOS

Contenidos

Esta asignatura proporciona una formación básica en algunas de las técnicas experimentales que se aplican en los laboratorios en los que se llevan a cabo experimentos relacionados con comunicación, simulación, computación y sensores cuánticos. Asimismo, ofrece un contacto directo con la realización y análisis de estos experimentos, así como con sus entornos instrumentales.

La asignatura consta de dos partes. La parte primera (2 ECTS) proporciona una visión teórica de las técnicas experimentales, principalmente alrededor de los temas de

- Física de bajas temperatura

- Tecnología de microondas

- Fundamentos de láseres y detectores

En la segunda parte el alumnado debe realizar 4 de las siguientes prácticas

- Análisis de señales de fotones individuales mediante técnicas de correlado de tiempo para sistemas de comunicación cuántica (ITEFI-CSIC)
- Fuentes de un solo fotón semiconductoras (INM-CNM)
- Localización y caracterización de un centro NV-en diamante (Univ. Murcia)
- Control coherente de qubits de espín (INMA / Univ. Zaragoza)
- Uniones Josephson y SQUIDs (INMA / Univ. Zaragoza)
- Resonadores superconductores y sistemas híbridos (INMA / Univ. Zaragoza)
- Espectroscopía por efecto túnel en nanohilos híbridos (UAM)
- Bloqueo de Coulomb en nanohilos con superconductividad inducida (UAM)
- Uniones Josephson híbridas superconductoras-semiconductoras (UAM)

- Detección de un solo fotón con un detector cuántico superconductor (INMA)

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:

Las prácticas de laboratorio tienen un carácter presencial, en grupos reducidos, pero en algunas de ellas se

habilitarán también medios telemáticos para facilitar el acceso remoto de estudiantes. También se coordinarán varias prácticas para que puedan llevarse a cabo en un mínimo de tiempo (por ejemplo, las prácticas 2 y 3 se pueden combinar en dos días consecutivos). Para superar la asignatura, cada alumno/a deberá participar en al menos cuatro de las prácticas, cada una de las cuales representa un crédito, llevar a cabo el análisis de resultados y completar un informe experimental que incluya respuestas a un cuestionario.

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

Luis Vitalla, Fernando

Doctor en Física.

Profesor de Investigación CSIC.

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

Profesorado

Rodríguez Rubiales, Daniel

Doctor en Ciencias Físicas.

Catedrático de Universidad (Física Atómica Molecular y Nuclear)

Universidad de Granada

Camón Lasheras, Agustín

Doctor en ciencias Físicas.

Investigador científico del CSIC (area de materiales).

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón

Alén Millán, Benito

Doctor en Física.

Científico Titular.

Instituto de Micro y Nanotecnología, CSIC.

Lee Iga, Eduardo

Doctor en Física.

Profesor contratado doctor.

Universidad Autónoma de Madrid.

Sánchez Azqueta, Carlos

Doctor en Física.

Profesor Titular de Universidad. Área de Física Aplicada.

Universidad de Zaragoza.

Escuela de Ingeniería y Arquitectura.

Martínez Pérez, María José

Doctora en Física.

Científica Titular

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

CSIC

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

17/02/2025

12:00 - 15:00

UD1.1-Low-T Physics (video)

Agustín Camón Lasheras

Doctor en ciencias físicas.
Investigador científico del CSIC (area de materiales).
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

14:00 - 15:00

UD0-Introduction (streaming)

Fernando Luis Vitalla

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

20/02/2025

14:00 - 15:00

UD1.1-LT Physics and Cryogenic Techniques-Problem solving (streaming)

Agustín Camón Lasheras

Doctor en ciencias físicas.
Investigador científico del CSIC (area de materiales).
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

21/02/2025

11:00 - 15:00

UD1.2-Microwave Technologies (video)

Carlos Sánchez Azqueta

DOCTOR EN FÍSICA.
PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD - ÁREA DE FÍSICA APLICADA.
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA / ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

27/02/2025

14:00 - 15:00

UD1.2-Questions and problem solving on wave propagation (streaming)

Carlos Sánchez Azqueta

DOCTOR EN FÍSICA.
PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD - ÁREA DE FÍSICA APLICADA.
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA / ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

03/03/2025

12:00 - 14:00

UD1.3-Lasers, detectors and applications (video)

Daniel Rodríguez Rubiales

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

UNIVERSIDAD DE GRANADA.

04/03/2025

14:00 - 15:00

UD1.3-Lasers, detectors and applications-Problem solving (streaming)

Daniel Rodríguez Rubiales

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

05/03/2025

12:00 - 14:00

UD1.3-Lasers, detectors and applications (video)

Verónica Fernández Mármol

Científica titular
ITEFI-CSIC

10/03/2025

12:00 - 14:00

UD1.3-Lasers, detectors and applications (video)

Javier Prior Arce

Profesor Titular de Universidad

Universidad de Murcia

12/03/2025

14:00 - 15:00

UD1.3-Lasers, detectors and applications-Problem solving (streaming)

Javier Prior Arce

Profesor Titular de Universidad
Universidad de Murcia

01/04/2025

14:00 - 15:00

UD1.3-Lasers, detectors and applications-Problem solving (streaming)

Verónica Fernández Mármol

Científica titular
ITEFI-CSIC

11/04/2025

14:00 - 15:00

UD2-Organization of Laboratory classes. Questions (streaming)

Fernando Luis Vitalla

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

22/04/2025

14:00 - 15:00

UD1.1-Low-T Physics-Evaluation problem solving (streaming)

Agustín Camón Lasheras

Doctor en ciencias físicas.
Investigador científico del CSIC (area de materiales).
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

23/04/2025

14:00 - 15:00

UD1.3-Lasers and detectors-Evaluation problem solving (streaming)

Daniel Rodríguez Rubiales

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

24/04/2025

14:00 - 15:00

UD1.3-Lasers and detectors-Evaluation problem solving (streaming)

Verónica Fernández Mármol

Científica titular
ITEFI-CSIC

25/04/2025

14:00 - 15:00

UD1.3-Lasers and detectors-Evaluation problem solving (streaming)

Javier Prior Arce

Profesor Titular de Universidad
Universidad de Murcia

28/04/2025

14:00 - 15:00

UD1.2-Wave propagation-Evaluation problems solving (streaming)

Carlos Sánchez Azqueta

DOCTOR EN FÍSICA.
PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD - ÁREA DE FÍSICA APLICADA.
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA / ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

29/04/2025

12:00 - 20:00

UD2.3- Addressing and characterizing an NV center in diamond-Laboratory class. Universidad de Murcia.

Javier Prior Arce

Profesor Titular de Universidad
Universidad de Murcia

05/05/2025

12:00 - 20:00

UD2.2-Generating a qubit with a trapped ion-Laboratory class. Universidad de Granada

Daniel Rodríguez Rubiales

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

12/05/2025

12:00 - 20:00

UD2.1-Analysis of individual photon signals for quantum communication systems by means of time correlation methods-Laboratory class. ITEFI-CSIC, Madrid

Verónica Fernández Mármol

Científica titular
ITEFI-CSIC

13/05/2025

12:00 - 20:00

UD2.7-Spectroscopy of a hybrid superconducting qubit-Laboratory class. Universidad Autónoma de Madrid

Eduardo Lee Iga

Doctor en Física.
Profesor contratado doctor
Universidad Autónoma de Madrid.

14/05/2025

12:00 - 20:00

UD2.9-Semiconductor Single Photon Source Devices-Laboratory class. IMN-CNM, Madrid

Benito Alén Millán

Científico Titular
Instituto de Micro y Nanotecnología, CSIC

15/05/2025

12:00 - 20:00

UD2.9-Semiconductor Single Photon Source Devices-Laboratory class. IMN-CNM, Madrid

Benito Alén Millán

Científico Titular
Instituto de Micro y Nanotecnología, CSIC

19/05/2025

12:00 - 20:00

UD2.4-Coherent control of spin qubits-Laboratory class. INMA, CSIC-Universidad de Zaragoza

Jesús Ignacio Martínez Martínez

Catedrático de Universidad, Física de la Materia Condensada
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón/Zaragoza
Universidad de Zaragoza

20/05/2025

12:00 - 20:00

UD2.5-Josephson junctions and SQUIDs-Laboratory class. INMA, CSIC-Universidad de Zaragoza

María José Martínez Pérez

Investigadora distinguida CSIC
INMA (CSIC)
Universidad de Zaragoza

21/05/2025

12:00 - 20:00

UD2.6-Superconducting resonators and hybrid quantum systems-Laboratory class. INMA, CSIC-Universidad de Zaragoza

Fernando Luis Vitalla

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

22/05/2025

12:00 - 20:00

UD2.8-Single photon detection with a superconducting quantum detector-Laboratory class. INMA, CSIC-Universidad de Zaragoza

Agustín Camón Lasheras

Doctor en ciencias fúscas.
Investigador científico del CSIC (area de materiales).
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón.

23/05/2025

14:00 - 15:00

UD2-Work on laboratory classes. Questions

Fernando Luis Vitalla

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

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RELACIONADOS

Bibliografía

C.L. Degen, F. Reinhard, and P. Cappellaro, [Quantum Sensing](#), Rev. Mod. Phys. 89, 035002 (2017).

Waldemar Nawrocki, [Introduction to quantum metrology](#), Springer (2015).

J.M. Taylor et al., [High-sensitivity diamond magnetometer with nanoscale resolution](#), Nat. Phys. 4 (10), 810 (2008).

L. Pezze, A. Smerzi, M. Oberthaler, R. Schmied and P. Treutlein, [Quantum metrology with nonclassical states of atomic ensembles](#), Rev. Mod. Phys. 90, 035005 (2018).