

1. DATOS BÁSICOS

Asignatura	Tecnologías Cuánticas
Titulación	Grado en Física
Escuela/ Facultad	Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño
Curso	Cuarto
ECTS	6 ECTS
Carácter	Optativa
Idioma/s	Castellano
Modalidad	Presencial
Semestre	Primer semestre
Curso académico	2023/2024
Docente coordinador	Jorge Luis Hita

2. PRESENTACIÓN

La asignatura “Tecnologías Cuánticas” es una asignatura de carácter optativo dentro de la planificación de las enseñanzas del Grado en Física de la Universidad Europea de Madrid. Esta asignatura forma parte del itinerario de las tres menciones ofrecidas por el Grado en Física de la UEM, la Mención en Materiales, la Mención en Electrónica y la Mención en Computación y Análisis de Datos, presentándose así como una asignatura que ofrece una visión transversal aplicable a diferentes áreas tanto de la física teórica como aplicada.

En este contexto, tras los conocimientos, habilidades y competencias adquiridas en torno al estudio de las propiedades de los sistemas físicos que se abordan en “Tecnologías Cuánticas”, la presente asignatura plantea como objetivo último la comprensión de las principales aplicaciones tecnológicas actuales basadas en los principios de la física cuántica en los campos de la información, la comunicación, la computación y los estados de la materia.

De este modo, a lo largo de la asignatura se pide analizar los elementos característicos de los sistemas cuánticos que serán objeto de estudio, su desarrollo actual, sus aplicaciones tecnológicas y las limitaciones y retos actuales de estas tecnologías.

La asignatura “Tecnologías Cuánticas” plantea el análisis y la resolución de aplicaciones y problemas de la física cuántica aplicada a los campos de la información, la comunicación, la computación y los materiales. Para este fin, se proveerá, a lo largo del curso, de las herramientas teóricas y las técnicas para la resolución analítica de problemas.

Esta asignatura supone a su vez un escenario en el que desde el punto de vista de la adquisición de competencias, se profundiza de forma paralela en la adquisición de conocimientos y habilidades teóricos y en la comprensión de la aplicabilidad tecnológica de dichos desarrollos, así como la adquisición de competencias de investigación en diferentes campos de la física teórica y experimental.

3. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos:

- CON12: Describir la estructura de distintos materiales, sus propiedades, técnicas de caracterización y su aplicación a materiales avanzados y biomateriales.
- CON17: Conocer los modelos experimentales más importantes, además de realizar experimentos de forma independiente, describiendo, analizando y evaluando críticamente los datos experimentales.

Habilidades:

- HAB09: Analizar la estructura, propiedades y técnicas de caracterización de los diferentes tipos de materiales; así como su aplicación a distintos campos como la nanotecnología, el análisis de señales o las tecnologías cuánticas.

Competencias:

- COMP01: Capacidad de planificación y de realización de trabajo autónomo en la gestión de proyectos relacionados con las diferentes áreas de la Física.
- COMP02: Comprender y expresarse en un idioma de uso científico distinto del español dentro del ámbito profesional.
- COMP03: Transmitir conocimientos, procedimientos, resultados e ideas científicas, tanto de forma oral como escrita del campo de la Física.
- COMP04: Comprender fenómenos diversos que, aun siendo físicamente diferentes, muestran analogías entre sí, permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- COMP10: Capacidad para utilizar instrumentos electrónicos y herramientas informáticas adecuadas en el estudio de problemas físicos y la búsqueda de soluciones.

4. CONTENIDOS

La materia está organizada en seis unidades de aprendizaje, las cuales, a su vez, están divididas en temas:

Unidad 1. Introducción a la teoría clásica de la información

- 1.1. El bit.
- 1.2. Puertas lógicas.
- 1.3. Información y entropía

Unidad 2. Teoría cuántica de la información

- 2.1. El qubit. La esfera de Bloch. Múltiples qubits.
- 2.2. Puertas lógicas cuánticas.
- 2.3. El entrelazamiento.
- 2.4. Operador densidad. Traza y traza parcial.
- 2.5. Teleportación. Codificación superdensa.
- 2.6. El teorema de no-clonación.
- 2.7. Monogamia del entrelazamiento.

Unidad 3. Criptografía cuántica

- 3.1. El protocolo BB84.
- 3.2. El protocolo E91.

Unidad 4. Computación cuántica

- 4.1. Introducción a los algoritmos cuánticos.
- 4.2. El algoritmo de Grover.
- 4.3. Algoritmos cuánticos variacionales: QAOA y VQE.
- 4.4. Quantum Annealing.

Unidad 5. Estados exóticos de la materia

- 5.1. Introducción a la superconductividad.
- 5.2. Corrientes persistentes.
- 5.3. Diamagnetismo perfecto.
- 5.4. Superconductores tipo I y tipo II.

Unidad 6. Introducción a física del plasma

- 6.1. Propiedades de los plasmas.
- 6.2. La sección eficaz de colisión.
- 6.3. Ecuaciones de continuidad.

5. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

A continuación, se indican los tipos de metodologías de enseñanza-aprendizaje que se aplicarán:

- Clase magistral.
- Aprendizaje autónomo y resolución de ejercicios.
- Exposición de presentaciones.

6. ACTIVIDADES FORMATIVAS

A continuación, se identifican los tipos de actividades formativas que se realizarán y la dedicación en horas del estudiante a cada una de ellas:

Modalidad presencial:

Actividad formativa	Número de horas
Lecciones magistrales	22
Clases magistrales asíncronas	4
Exposiciones orales de trabajos y debates	6
Elaboración de informes	21
Evaluación	6
Actividades prácticas (problemas, trabajos, proyectos, talleres y/o laboratorios)	21
Tutorías	16
Trabajo autónomo	54
TOTAL	150

7. EVALUACIÓN

A continuación, se relacionan los sistemas de evaluación, así como su peso sobre la calificación total de la asignatura:

Modalidad presencial:

Sistema de evaluación	Peso
Pruebas presenciales de conocimiento individuales, de carácter teórico y/o práctico	50%
Defensa oral	10%
Entrega de informes/ trabajos/ proyectos/ ejercicios grupales y/o individuales	30%
Observación del desempeño	10%

En el Campus Virtual, cuando accedas a la asignatura, podrás consultar en detalle las actividades de evaluación que debes realizar, así como las fechas de entrega y los procedimientos de evaluación de cada una de ellas.

7.1. Convocatoria ordinaria

Para superar la asignatura en convocatoria ordinaria deberás obtener una calificación mayor o igual que 5,0 sobre 10,0 en la calificación final (media ponderada) de la asignatura.

En todo caso, será necesario que obtengas una calificación mayor o igual que 4,0 en la prueba final, para que la misma pueda hacer media con el resto de actividades.

7.2. Convocatoria extraordinaria

Para superar la asignatura en convocatoria ordinaria deberás obtener una calificación mayor o igual que 5,0 sobre 10,0 en la calificación final (media ponderada) de la asignatura.

En todo caso, será necesario que obtengas una calificación mayor o igual que 4,0 en la prueba final, para que la misma pueda hacer media con el resto de actividades.

Se deben entregar las actividades no superadas en convocatoria ordinaria, tras haber recibido las correcciones correspondientes a las mismas por parte del docente, o bien aquellas que no fueron entregadas.

8. CRONOGRAMA

En este apartado se indica el cronograma con fechas de entrega de actividades evaluables de la asignatura:

Actividades evaluables	Fecha
Actividad 1. Resolución de ejercicios teóricos	Semanas 4-14
Actividad 2. Presentación oral sobre un tema relacionado con la asignatura	Semana 14
Actividad 3. Redacción de un entregable sobre un tema relacionado con la asignatura	Semana 14
Actividad 4. Prueba final presencial	Semana 15

Este cronograma podrá sufrir modificaciones por razones logísticas de las actividades. Cualquier modificación será notificada al estudiante en tiempo y forma.

9. BIBLIOGRAFÍA

La obra de referencia para el seguimiento de la asignatura es:

- M.A. Nielsen & I.L. Chuang. (2010). *Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition*. Cambridge University Press,

A continuación, se indica bibliografía recomendada:

- G. Jaeger. (2007). *Quantum Information. An overview*. Springer.
- D. Bouwmeester, A. Ekert y A. Zeilinger. (2000). *The Physics of Quantum Information*. Springer.
- B. Schumacher. (2012). *Quantum Processes Systems, and Information*. Cambridge University Press.
- J. Hidary. (2019). *Quantum Computing: An Applied Approach*. Springer.
- T. Wong. (2022). *Introduction to Classical and Quantum Computing*. Rooted Grove.
- K. Fossheim & A. Sudbø. (2004). *Superconductivity. Physics and Applications*. Wiley.
- L. Conde. (2014). *An Introduction to Plasma Physics and its Space Applications*. Archivo online.

10. UNIDAD DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo:

Las adaptaciones o ajustes curriculares para estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo, a fin de garantizar la equidad de oportunidades, serán pautadas por la Unidad de Atención a la Diversidad (UAD).

Será requisito imprescindible la emisión de un informe de adaptaciones/ajustes curriculares por parte de dicha Unidad, por lo que los estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo deberán contactar a través de: unidad.diversidad@universidadeuropea.es al comienzo de cada semestre.

11. ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN

¡Tú opinión importa!

La Universidad Europea te anima a participar en las encuestas de satisfacción para detectar puntos fuertes y áreas de mejora sobre el profesorado, la titulación y el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las encuestas estarán disponibles en el espacio de encuestas de tu campus virtual o a través de tu correo electrónico.

Tu valoración es necesaria para mejorar la calidad de la titulación.

Muchas gracias por tu participación.