

Fecha de aprobación: 13/06/2024

Guía docente de la asignatura

Información Cuántica y Aplicaciones (26711H1)

Grado	Grado en Física	Rama	Ciencias				
Módulo	Física Matemática e Información Cuántica	Materia	Información Cuántica y Aplicaciones				
Curso	4 ^o	Semestre	2 ^o	Créditos	6	Tipo	Optativa

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Para poder seguir el curso se requiere un dominio suficiente de las materias correspondientes a los módulos de Fundamentos cuánticos.
Poseer la capacidad de leer y comprender textos en inglés científico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

- Entrelazamiento cuántico.** Concepto; teorema de Einstein-Podolsky-Rosen y desigualdades de Bell; entropías cuánticas.
- Medida Cuántica.** Teoría de la medida; desarrollos teóricos principales; interpretaciones y experimentos; base preferida y decoherencia.
- Desarrollos experimentales recientes.** Indeterminación, complementariedad y dualidad interferométrica; gato de Schrödinger; elección retardada; borrado cuántico.
- Aplicaciones.** Computación cuántica; teletransporte cuántico; criptografía cuántica; juegos cuánticos.

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad de análisis y síntesis
- CG02 - Capacidad de organización y planificación
- CG05 - Capacidad de gestión de la información
- CG08 - Razonamiento crítico
- CG09 - Aprendizaje autónomo

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS



- CE01 - Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.
- CE06 - Elaborar proyectos de desarrollo tecnológico y/o de iniciación a la investigación científica.
- CE07 - Trasmitir conocimientos de forma clara tanto en ámbitos docentes como no docentes.
- CE09 - Aplicar los conocimientos matemáticos en el contexto general de la física.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Tras cursar satisfactoriamente la asignatura, el alumno:

a) Conocería:

- Las principales cuestiones sobre fundamentos de la mecánica cuántica, la información cuántica, la computación cuántica y la comunicación cuántica.
- El significado del entrelazamiento cuántico como fenómeno científico y herramienta tecnológica.
- Nociones básicas sobre la concepción cuántica de la medida y los principales desarrollos teóricos relacionados.
- Algunos de los más recientes desarrollos experimentales en el campo.
- Las principales aplicaciones de la materia.

b) Debería:

- Haber percibido la gran revolución conceptual que ha supuesto la teoría cuántica.
- Ser capaz de abordar la principal bibliografía relacionada, comprendiendo los problemas planteados y las implementaciones experimentales acometidas.
- Haber comprendido la trascendencia sobre las aplicaciones actuales más importantes de la Información Cuántica, Computación Cuántica y la Comunicación Cuántica, y ser capaz de realizar explicaciones coherentes sobre ellas.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Tema 1. Introducción (Qubits. Puertas y circuitos cuánticos. Algoritmo de Deutsch. Fotones)

Tema 2. Matriz densidad (Colectividades y subsistemas. Mezcla estadística. Estados puros y mezcla de un qubit. Descomposición de Schmidt. Purificación)

Tema 3. Entrelazamiento (Desigualdades de Bell. Algunas aplicaciones del entrelazamiento. Condiciones de separabilidad. Destilación y formación de entrelazamiento. Operaciones locales y comunicación clásica. Medidas de entrelazamiento)

Tema 4. Dinámica cuántica generalizada (Canales cuánticos. Teorema de no clonación. Comunicación supralumínica)

Tema 5. Medidas cuánticas (Medidas proyectivas. Medidas generalizadas. Teorema de Naimark. Estrategias para discriminación de estados)

Tema 6. Criptografía cuántica (Protocolos B92, BB84 y E91. Compartición cuántica de secretos)

Tema 7. Algoritmos cuánticos (Algoritmos de Deutsch-Jozsa, Bernstein-Vazirani, Grover, Simon. Transformada de Fourier y estimación de fases)

Tema 8. Máquinas cuánticas (Clonación aproximada)

Tema 9. Corrección de errores (Codificación de Shor. Método de estabilizadores)

PRÁCTICO



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- J. A. Bergou & M. Hillery, Introduction to the Theory of Quantum Information Processing (Springer, 2013).
- N. Nielsen & I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge UP, 2010).
- S. Barnett, Quantum Information (Oxford UP, 2009).
- J. Audretsch, Entangled Systems: New Directions in Quantum Physics (Wiley-VCH, 2007).
- D. McMahon, Quantum Computing Explained (Wiley, 2008).
- J. Preskill, Notas del curso (<https://theory.caltech.edu/~preskill/ph229/>)
- J. A. Bergou, M. Hillery & M. Saffman, Quantum Information Processing. Theory and Implementation (Springer, 2021).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- H. T. Williams, Discrete Quantum Mechanics (Morgan & Claypool Publishers, IOP, 2015).
- D. C. Marinescu, Classical and Quantum Information (Academic Press, 2011).
- E. G. Rieffel, Quantum Computing: A Gentle Introduction (M.I.T. Press, 2011).
- A. Zagoskin, Quantum Engineering: Theory and Design of Quantum Coherent Structures (Springer, 2011).
- A. Renyi, Diary on information theory (Wiley, 1987).
- R. P. Feynman, Lectures on Computation (Addison-Wesley, 1996)
- L. Brillouin, Science and Information Theory (Academic Press, 1962).
- T. M. Cover, J. A. Thomas, Elements of Information Theory (Wiley, 1991).
- N. Abramson, Information Theory and Coding (McGraw-Hill, 1963).
- R. G. Gallager, Information Theory and reliable communication (Wiley, 1983).
- G. Benenti, G. Casati, & G. Strini, Principles of Quantum Computation and Information, vols. I y II (World Scientific, 2007).
- B. Schumacher & M. D. Westmoreland, Quantum Processes, Systems and Information (Cambridge UP, 2010).
- M. M. Wilde, Quantum Information Theory (Cambridge UP, 2013).
- J. A. Jones & D. Jaksch, Quantum Information, Computation and Communication (Cambridge UP, 2012).
- V. Vedral, Introduction to Quantum Information Science (Oxford UP, 2006).
- G. Jaeger, Quantum Information: An Overview (Springer, 2007).
- A. Albert et al, Quantum Information. An Introduction to Basic Theoretical Concepts and Experiments (Springer, 2001).
- W. H. Steeb, Problems & Solutions in Quantum Computing & Quantum Information (World Scientific, 2004).
- E. Desurvire, Classical and Quantum Information Theory: An Introduction for the Telecom Scientist (Cambridge UP, 2011).
- I. Bengtsson & C. Zyczkowski, Geometry of Quantum States: An Introduction to Quantum Entanglement (Cambridge UP, 2006).



ENLACES RECOMENDADOS

- [Curso Preskill \(apuntes\), Curso en vídeos](#)
- <https://www.quantumoptics.net/>
- <https://qserver.usc.edu/quantum-links/>
- [Curso Ekert](#)
- <https://quantum.country/>

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

- La evaluación será continua y se realizará mediante exámenes de teoría y problemas, prácticas de ordenador y trabajos opcionales, en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias adquiridas.
- Para la superación de la asignatura se requerirá un conocimiento uniforme y equilibrado de toda la materia.

La calificación del examen final constituirá el 70% de la nota y el 30% restante se evaluará según: participación en clase, entrega de trabajos y problemas, controles periódicos orales o escritos.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

- Opción 1. Un examen único que incluirá varias cuestiones teórico-prácticas y problemas que constituye el 100% de la nota.
- Opción 2. Un examen único que incluirá varias cuestiones teórico-prácticas y problemas que constituye el 70% de la nota a sumar al 30% de la evaluación continua del curso si el alumno expresa explícitamente su preferencia por esta opción.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Evaluación única final: Aquellos estudiantes que, siguiendo la Normativa de la UGR en los términos y plazos que en ella se exigen, se acojan a esta modalidad de evaluación, realizarán un examen que incluirá varias cuestiones teórico-prácticas y problemas.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo





Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos \(https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad\)](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

