

Información, Computación y Tecnologías Cuánticas

MÓDULO	MATERIA	ASIGNATURA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER
Física Teórica y Matemática	Información, Computación y Tecnologías Cuánticas	Información, Computación y Tecnologías Cuánticas	1	1	6ECTS	Optativo
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)			
Jesús Sánchez-Dehesa Rosario González Férez			Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear Facultad de Ciencias. JSD: Despacho 132, Tlf: 958243215, Email: dehesa@ugr.es RGF: Despacho 143, Tlf: 958243220, Email: rogonzal@ugr.es			
			HORARIO DE TUTORÍAS			
			JSD: M y X 9:00-12:00 RGF: M y X 10:30-13:30			
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR			
Física y Matemáticas - FisyMat			Máster en matemáticas Máster doble MAES-FisyMat Máster en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)						
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)						
<ul style="list-style-type: none"> · Entrelazamiento y correlaciones cuánticas en sistemas compuestos. · Medidas de entrelazamiento en sistemas de partículas idénticas. Aplicación a sistemas, procesos y fenómenos atómicos y moleculares. · Dinámica cuántica de sistemas abiertos. Ecuación de Lindblad. Markovianidad cuántica. · Distribución de claves cuánticas (QKD). 						



- Computación cuántica y procesos de decoherencia y corrección de errores.
- Condensados de Bose-Einstein: ecuación de Gross-Pitaevskii.
- Gases cuánticos: aproximaciones teóricas
- Aplicaciones en metrología cuántica, óptica cuántica y simulación cuánticas

COMPETENCIAS GENERALES, ESPECÍFICAS Y TRANSVERSALES DEL MÓDULO

CG2 - Capacidad de generar y desarrollar de forma independiente propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional en el ámbito científico de la Física y Matemáticas

CG3 - Presentar públicamente los resultados de una investigación o un informe técnico, comunicar las conclusiones a un tribunal especializado, personas u organizaciones interesadas, y debatir con sus miembros cualquier aspecto relativo a los mismos

G04 - Saber comunicarse con la comunidad académica y científica en su conjunto, con la empresa y con la sociedad en general acerca de la Física y/o Matemáticas y sus implicaciones académicas, productivas o sociales

CG5 - Adquirir la capacidad de desarrollar un trabajo de investigación científica de forma independiente y en toda su extensión. Ser capaz de buscar y asimilar bibliografía científica, formular las hipótesis, plantear y desarrollar problemas y elaborar de conclusiones de los resultados obtenidos

CE1 - Resolver problemas físicos y matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos

CE2 - Desarrollar la capacidad de decidir las técnicas adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a la Modelización en Ciencias e Ingeniería, Astrofísica, Física, y Matemáticas

CE4 - Tener capacidad para elaborar y desarrollar razonamientos físicos avanzados, y profundizar en los distintos campos de la física y astrofísica

CE5 - Saber obtener e interpretar datos de carácter físico y/o matemático que puedan ser aplicados en otras ramas del conocimiento

CE6 - Demostrar la capacidad necesaria para realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de resultados e ideas nuevas y complejas en el campo de la astrofísica, física, matemáticas y biomatemáticas

CE8 - Capacidad de modelar, interpretar y predecir a partir de observaciones experimentales y datos numéricos

CT1 - Fomentar el espíritu innovador, creativo y emprendedor

CT3 - Desarrollar el razonamiento crítico y la capacidad de crítica y autocrítica

CT4 - Comprender y reforzar la responsabilidad y el compromiso éticos y deontológicos en el desempeño de la actividad profesional e investigadora y como ciudadano

CT5 - Capacidad de aprendizaje autónomo y responsabilidad (análisis, síntesis, iniciativa y trabajo en equipo)

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Los principios teóricos y la significación física del formalismo de la matriz densidad, enfatizando los aspectos teórico-informacionales y sus aplicaciones en información, computación y tecnologías



ugr

Universidad
de Granada

cuánticas

- El concepto cuantitativo de información, con las correspondientes medidas entrópico-informacionales, y con su significado y aplicaciones físicas.
- las medidas entrópicas clásicas y cuánticas, así como las medidas de complejidad asociadas
- los conceptos y técnicas de la Física de Condensados, particularmente los condensados de Bose-Einstein, y de gases cuánticos. Estos elementos son el fundamento de muchos de los desarrollos actuales en óptica cuántica y en diversas tecnologías cuánticas.
- el fenómeno del entrelazamiento (entanglement) cuántico, sus propiedades, y sus aplicaciones en contextos científicos (p.ej., desorden interno en sistemas atómicos y moleculares) y tecnológicos (por ej., metrología, óptica y simulación cuánticas, y teleportación, criptografía y distribución de claves cuánticas).
- Las propiedades y características más importantes de los gases cuánticos fermiónicos y bosónicos.

El alumno será capaz de:

- Analizar el desorden interno de los sistemas cuánticos finitos por medio de entropías y medidas de complejidad clásicas y cuánticas, con énfasis en las medidas de entrelazamiento de tipo von Neumann y generalizaciones.
- Estudiar las correlaciones de los sistemas compuestos por medio del entrelazamiento cuántico entre sus partículas constituyentes.
- Aplicar las medidas de entrelazamiento cuántico a problemas científico-tecnológicos diversos relativos, tales como a la distribución segura de claves secretas a grandes distancias, los dispositivos de comunicación y computación cuánticas.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- Información cuántica. Formalismo matemático. Medidas proyectivas y generalizadas. Sistemas bipartitos.
- Entrelazamiento y correlaciones cuánticas. Entropías y medidas de complejidad clásicas y cuánticas.
- Entrelazamiento cuántico de sistemas compuestos multipartitos. Criterios de separabilidad.
- Aplicaciones a sistemas multielectrónicos.
- Evolución de sistemas cuánticos cerrados y abiertos. Descripción teórico y aplicaciones dinámicas.
- Gases cuánticos: Descripción teórica.
- Tecnologías cuánticas y aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- J.A. Bergou y M. Hillery, Introduction to the Quantum Information Processing (Springer, 2013)
- J.A. Jones y D. Jaksch, Quantum Information, Computation and Communication (Cambridge U. Press, 2012)
- E.G. Riffel, Quantum Computing: A Gentle Introduction (M.I.T. Press, 2011)
- V. Vedral, Introduction to Quantum Information Science. (Oxford U.P., Oxford, 2006)



- H.T. Williams, Discrete Quantum Mechanics (Morgan and Claypool Publishers, 2015)
- N. Nielsen and I.L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge U. P., 2010).
- Quantum Optics: An Introduction, Marlan O. Scully and M. Suhail Zubairy, (Cambridge University Press 1997)
- Quantum Gas Experiments: Exploring Many-Body States, Päivi Törmä and Klaus Sengstock, World Scientific Publishing
- Bose-Einstein Condensation in Dilute Gases, C. J. Pethick and H. Smith (Cambridge University Press 2008)
- Bose-Einstein Condensation, L. Pitaevskii and S. Stringari, (Oxford University Press)

ENLACES RECOMENDADOS

- John Preskill, Lecture notes on Quantum Computation; available online at <http://www.theory.caltech.edu/people/preskill/ph229/>.
- A. Galindo, "Del bit al qubit": <http://teorica.fis.ucm.es/~agt/conferencias/leccionweb.pdf>
- Quantum Computing in Nature: <http://www.nature.com/nature/journal/v463/n7280/full/463441a.html>
- Grupos de investigación: www.qubit.org ; www.quantumoptics.net ; <http://faeuat0.us.es/QIGUS/links.htm>; <http://www.pcqc.fr/>; <http://oxfordquantum.org/>
- www.quantiki.org ; una wiki-cuántica
- Quantum manifesto of the European Union. A New Era of Technology (Marzo 2016).
- The quant-ph arxiv and its closest mirror: the preprint server of your longings

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Clases teóricas (29 horas 100% presencialidad)
 Clases prácticas, de observación o laboratorio (5 horas 100% presencialidad)
 Seminarios (8 horas 100% presencialidad)
 Tutorías académicas (10 horas 0% presencialidad)
 Trabajo autónomo del estudiante (98 horas 0% presencialidad)

METODOLOGÍA DOCENTE

Lección magistral
 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
 Seminarios
 Tutorías académicas
 Realización de trabajos individuales o en grupos
 Análisis de fuentes y documentos
 Sesiones de discusión y debate

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- Valoración de las pruebas, exámenes, ejercicios, prácticas y/o problemas realizados individualmente o en grupo a lo largo del curso: 30.0%
- Realización, exposición y defensa final de informes, trabajos, proyectos y/o memorias realizadas de forma individual o en grupo: 50 %



- Realización de exámenes parciales o finales escritos: entre 0% y 20%
- Valoración de la asistencia y participación del alumno en clase y en los seminarios, y sus aportaciones en las actividades desarrolladas: entre 10% y 30%

INFORMACIÓN ADICIONAL



ugr

Universidad
de Granada