

NUEVOS DESARROLLOS EN FÍSICA CUÁNTICA

MÓDULO	MATERIA	ASIGNATURA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)			
<ul style="list-style-type: none"> • María Cruz Boscá Díaz-Pintado • Carmen García Recio 			<ul style="list-style-type: none"> • María Cruz Boscá Díaz-Pintado Dpto. Física Atómica Molecular y Nuclear Sección Físicas. Despacho 127. Correo electrónico: bosca@ugr.es • Carmen García Recio Dpto. Física Atómica, Molecular y Nuclear Sección de Físicas. Despacho 131. Correo electrónico: g_recio@ugr.es 			
			HORARIO DE TUTORÍAS			
			<ul style="list-style-type: none"> • María Cruz Boscá Díaz-Pintado: Martes de 13h. a 14,30h. y de 16h. a 19h. Jueves de 13h. a 14,30h. • Carmen García Recio: Lunes de 16h. a 18h. Miércoles y jueves de 12h. a 14h. 			
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)						
Los requisitos previos son los propios del acceso al Máster.						
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)						
Contextualidad de los observables cuánticos. Correlaciones no locales. Óptica cuántica. Coherencia. Fotones en información cuántica. Nuevos experimentos en física cuántica. Criptografía cuántica. Computación cuántica.						



COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DEL MÓDULO

CG4 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.

CG5 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CE1 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.

CE2 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.

CE3 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.

CE4 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno debería saber/comprender:

- Las bases teóricas cuánticas de la física moderna, especialmente en su aplicación a fenómenos experimentales de reciente realización.
- La importancia de las nuevas aplicaciones derivadas de la reciente fenomenología relacionada.

El alumno debería ser capaz de:

- Adquirir un dominio de la disciplina que le permita iniciarse en nuevos campos a través del estudio independiente.
- Desarrollar un pensamiento crítico que le permita juzgar la corrección y adecuación de la información distribuida en los diversos canales de información científica.
- Resolver los problemas planteados, aplicando los métodos matemáticos y numéricos requeridos.
- Captar lo esencial de la aplicación de la teoría cuántica a algunas nuevas tecnologías en desarrollo.



TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- 1. Contextualidad y no localidad de Bell.** Teoremas de Einstein-Podolsky-Rosen, de Bell y de Bell-Kochen-Specker. Correlaciones no locales.
- 2. Óptica cuántica.** Coherencia. Interferometría. Elección retardada. Fotones en información cuántica.
- 3. Nuevos experimentos en física cuántica.** Complementariedad. Entrelazamiento. Teletransporte. Medida.
- 4. Computación y criptografía cuánticas.** Puertas y circuitos cuánticos. Algoritmos cuánticos: transformada de Fourier cuántica. Algoritmos de búsqueda, algoritmo de Grover. Algoritmos de factorización, algoritmo de Short.

BIBLIOGRAFÍA

- Bertlmann, R. A. and Zeilinger, A.; *Quantum [Un]speakables. From Bell to Quantum Information*. Springer; 2002. ISBN: 3-540-42756-2.
- Espagnat, B. D'; *Veiled Reality. An analysis of Present-day Quantum Mechanical Concepts*. Addison-Wesley, 1995.
- Fox, M.; *Quantum Optic. An introduction*. Oxford Univ. Press; Oxford, 2004. ISBN: 0-19-856672-7, 978-0-19-856672-4.
- Garrison, J. C. and R. Y. Chiao, *Quantum Optics*, Oxford Univ. Press, Oxford, 2008. ISBN: 978-0-19-850886-1.
- Gerry, C. C. and Knight, P. L., *Introductory Quantum Optics*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2005. ISBN: 0-521-82035-9.
- Home, D., Kar, G. and Majumdar A. S.; *75 years of quantum entanglement: Foundations and Information Theoretic Applications*. American Institute of Physics; New York, 2011. ISBN: 978-0-7354-0945-3.
- Jaeger, Gregg. *Quantum Information, an overview*. Springer, 2007. ISBN: 0-387-35725-4.
- Nielsen, Michael A. & Chuang, Isaac L.; *Quantum Computation and Quantum Information*. Cambridge University Press; Cambridge, 2010. ISBN: 978-1-107-00217-3.
- Paul, H.; *Introduction to Quantum Optics. From light Quanta to Quantum Teleportation*. Cambridge Univ. Press; Cambridge, 2004. ISBN: 0-521-83563-1.
- Yeung, Raymond W.; *A first course in information theory*. Kluwer Academic / Plenum Publishers; 2002. ISBN: 0-306-46791-7, 978-0-306-46791-2.

ENLACES RECOMENDADOS

- E-prints: <http://arxiv.org/archive/quant-ph>
<http://vcq.quantum.at/publications/all-publications.html>
- Quantum Computing in *Nature*:
<http://www.nature.com/nature/journal/v463/n7280/full/463441a.html>
- Noticias: <http://faeuat0.us.es/Qubit/>
- Grupos de investigación:
<http://faeuat0.us.es/QIGUS/links.htm> , www.quantumoptics.net y <http://oxfordquantum.org/>
- Cursos relacionados (con apuntes):
[Ph219/CS219 Quantum Computation](#)



<http://www.cse.iitd.ernet.in/~suban/quantum/>
<http://www.cs.berkeley.edu/~vazirani/>
<http://www.theory.caltech.edu/people/preskill/ph229/>

- <http://wdb.ugr.es/~bosca/InformacionCuantica/> (web de la primera parte del curso).

METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección magistral (clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- Actividades prácticas (clases prácticas). Para desarrollar en el alumnado las habilidades instrumentales de la materia.
- Seminarios. Para desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- Tutorías académicas. Para orientar al alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.
- Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad de autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

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

- Seguimiento del trabajo de los alumnos, la resolución de problemas y el desarrollo de proyectos individuales o en grupo.
- Evaluación de las entregas de los informes/memorias realizadas por los alumnos.
- Evaluación de la realización, exposición y defensa de los trabajos realizados por el alumnado durante el curso, incluyendo en su caso la de un trabajo final de la materia.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Enlaces útiles a otros cursos de Física Cuántica y aplicaciones en computación cuántica:

- Vídeo-lecciones de la Universidad de Stanford: [Quantum Entanglement course](#) de Leonard Susskind. (cada vídeo-lección dura alrededor de dos horas; muy buenas, merecen la pena).
- *Lectures Notes on Physics*: [Notes of Quantum Entanglement course](#), apuntes de Leonard Susskind. (las anteriores vídeo-lecciones de youtube se complementan con estos apuntes).
- De la Stanford University (Stanford Encyclopedia of Philosophy): [Quantum Computing](#). Bell's Theorem | Church-Turing Thesis | computability and complexity | quantum mechanics | quantum mechanics: collapse theories | quantum mechanics: the role of decoherence in | quantum theory: measurement in | quantum theory: quantum entanglement and information | quantum theory: the Einstein-Podolsky-Rosen argument in | Turing, Alan | Turing machines.
- Curso de computación cuántica del Department of Computer Science & Engineering, University of Washington: CSE-599d [Quantum Computing course](#), por Dave Bacon.
- Del MIT: [The classical polarization of light](#), por el famoso profesor de Física Prof. Walter Lewin.
- De "Tout est Quantique": ['Quantum made easy'](#), con vídeos y animaciones

