

Información Cuántica

Código: 104408
Créditos ECTS: 6

2025/2026

Titulación	Tipo	Curso
Matemática Computacional y Analítica de Datos	OB	3

Contacto

Nombre: Alessio Celi

Correo electrónico: alessio.celi@uab.cat

Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

Prerrequisitos

Es recomendable tener un buen dominio de álgebra, especialmente de espacios vectoriales y, preferiblemente, de espacios Euclidianos complejos. Se recomienda también de tener familiaridad con los conceptos básicos de la información clásica, presentados en el curso "Teoría de la información" en el primer trimestre.

Objetivos y contextualización

La asignatura es una introducción a la visión actual de la mecánica cuántica y sus paradigmas. Con la tecnología de la que disponemos hoy en día, muchos de los efectos cuánticos más paradójicos han dejado de ser una mera curiosidad académica y se han convertido en potentes recursos que constituyen la base de las tecnologías cuánticas, con numerosas y sorprendentes aplicaciones prácticas. En este curso se presentarán algunas de estas aplicaciones, en particular la criptografía y la computación cuánticas.

El curso está dirigido a estudiantes de matemáticas con una fuerte vocación por la informática y el análisis de datos. Por ello, será necesario proporcionar la base física imprescindible mediante una introducción a los fundamentos de la mecánica cuántica, la criptografía y la computación clásicas. También se repasarán algunos conceptos básicos de la teoría clásica de la información.

El objetivo de la asignatura no es solo ofrecer una descripción de los avances en información cuántica, sino también proporcionar al estudiante las herramientas básicas necesarias para continuar su formación de posgrado en este campo, si así lo desea.

Resultados de aprendizaje

1. CM30 (Competencia) Explicar los postulados de la física cuántica, aplicándolos a problemas de procesamiento de información.
2. KM26 (Conocimiento) Identificar el impacto de las tecnologías cuánticas en computación, criptografía y otros protocolos de comunicación en el medio ambiente.
3. SM32 (Habilidad) Aplicar el concepto de medida cuántica a problemas de optimización de problemas sencillos de discriminación, estimación y comunicación cuánticas.

Contenido

0. Repaso de álgebra lineal i números complejos

- Espacios vectoriales reales
- Números complejos
- Espacios vectoriales complejos

1. Elementos de la teoría cuántica

- Principios básicos
- Estados mixtos
- Operadores unitarios
- Qubits
- Estados entrelazados
- Medidas de von Neumann

2. Criptografía cuántica

- Seguridad de la información
- Comunicación cuántica
- Distribución cuántica de claves

3. Medida generalizadas y Entrelazamiento

- POVM vs von Neumann
- Estados de Bell y no localidad

4. Procesado cuántico de la información

- Electrónica digital
- Puertas cuánticas
- Circuitos cuánticos

5. Computación cuántica

- Elementos de informática
- Principios de la computación cuántica
- Algoritmo de Deutsch-Jozsa y otros ejemplos

Algunos de estos argumentos se tratarán en forma de seminarios

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases teóricas	28	1,12	CM30, KM26, CM30
Seminarios temas específicos	10	0,4	CM30, KM26, SM32, CM30

Tipo: Supervisadas

Proyectos con ordenadores cuánticos online	12	0,48	
Tipo: Autónomas			
Ejercicios para entregar	36	1,44	CM30, KM26, SM32, CM30
Estudio de los fundamentos teóricos	20	0,8	CM30, KM26, CM30
Resolución numérica de ejercicios	36	1,44	SM32, SM32

La asignatura se estructura en clases teóricas, clases de ejercicios y actividades de evaluación continua. Las clases teóricas se imparten en la pizarra. Habrá algunas clases o seminarios sobre temas específicos del curso que, en general, se realizarán en inglés y se presentarán en la pizarra o como presentaciones en PowerPoint.

Los ejercicios expositivos se suelen realizar en la pizarra y consisten en la resolución de los problemas más significativos, cuyos enunciados estarán disponibles para el alumnado a través del Campus Virtual.

Habrá tres entregas. El objetivo es profundizar, consolidar y ampliar los conocimientos del alumnado sobre los aspectos y resultados explicados a lo largo del curso. Estas entregas podrán incluir problemas y cuestiones de mayor complejidad y extensión. Deberán entregarse periódicamente a lo largo del curso y en fechas previamente acordadas. El objetivo de estas actividades es fomentar el trabajo autónomo.

Todo el material - listas de problemas, material didáctico adicional, resolución detallada de algunos ejercicios y noticias relacionadas con la asignatura - estará disponible para el alumnado a través del Campus Virtual.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Asistencia y participación en seminarios especializados	5	0	0	
Entrega de ejercicios realizados de forma autónoma	30	0	0	CM30, KM26, SM32
Evaluación de aspectos computacionales	20	1,5	0,06	SM32
Prueba de evaluación de conceptos teóricos	45	2,5	0,1	CM30, KM26
Prueba de recuperación de aspectos teóricos y computacionales	65	4	0,16	CM30, KM26, SM32

La evaluación se estructura para favorecer el alumnado que sigue regularmente y entrega las entregas sin penalizar al alumnado que opta por la evaluación única.

Las 3 entregas corresponden a los argumentos desarrollados durante las clases de teoría y trabajados en las clases de problemas.

La puntuación de las entregas será: $LL = (LL1+LL2+LL3)/3$.

Habrá un examen final (y si es necesario un examen de repesca) únicamente sobre los argumentos tratados en las clases de teoría y problemas.

La evaluación final constará de la puntuación del examen (o de la repesca) Ex y de las entregas LL según la fórmula: $0.4 * LL + Ex (10 - 0.4 * LL)/10$.

Esta fórmula no penaliza a quien hace solo el examen final, pero favorece a quien hace las entregas. Sólo podrá participar en la repesca el alumnado que ha participado en el examen.

Bibliografía

Los estudiantes tendrán acceso a las lecciones en formato pdf y copias de Keynote / Powerpoint del curso. Para más información, se recomienda la siguiente bibliografía:

Bàsica

Teoria

- S.M. Barnett, Quantum Information, Oxford University Press, 2009.
- J. Preskill. Lectures notes on Quantum Computation. Es pot obtenir gratuïtament a la direcció: <http://www.theory.caltech.edu/people/preskill/ph229>.
- M.A. Nielsen; S.L. Chuang. Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge Univ. Press, Cambridge 2000.
- A. Peres. Quantum Theory: Concepts and Methods. Kluwer, Dordrecht 1995.
- D. Applebaum. Probability and Information. Cambridge Univ. Press, Cambridge 1996.
- D. Boumeester; A. Eckert; A. Zeilinger. The Physics of Quantum Information. Springer 2000.
- D. Heiss. Fundamentals of Quantum Information. Springer 2002.

Problemes

- Steeb, Willi-Hans, and Yorick Hardy. *Problems and solutions in quantum computing and quantum information*. World Scientific Publishing Company, 2018.
- C. P. Williams; S. Clearwater. *Exploration in Quantum Computing*. Springer 1998

Software

IBM quantum composer

Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre de 2025. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

Nombre	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
--------	-------	--------	----------	-------

(PLAB) Prácticas de laboratorio	1	Catalán	segundo cuatrimestre	mañana-mixto
(SEM) Seminarios	1	Catalán	segundo cuatrimestre	mañana-mixto
(TE) Teoría	1	Catalán	segundo cuatrimestre	mañana-mixto