UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

Información Cuántica

2026/2027

Código: 104408
Créditos: 6

Titulación	Tipo	Curso
Matemática Computacional y Analítica de Datos	OB	3

Profesor/a de contacto

Nombre : Alessio Celi

Correo electrónico : alessio.celi@uab.cat

Equipo docente

Gabriele De Chiara

Axel Pérez-Obiol Castañeda

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 "Teoria de la informació" en el primer trimestre.

Objetivos

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

- CM30 (Explicar los postulados de la física cuántica, aplicándolos a problemas de procesamiento de información.) Explicar los postulados de la física cuántica, aplicándolos a problemas de procesamiento de información.

- KM26 (Identificar el impacto de las tecnologías cuánticas en computación, criptografía y otros protocolos de comunicación en el medio ambiente.) Identificar el impacto de las tecnologías cuánticas en computación, criptografía y otros protocolos de comunicación en el medio ambiente.
- SM32 (Aplicar el concepto de medida cuántica a problemas de optimización de problemas sencillos de discriminación, estimación y comunicación cuánticas.) Aplicar el concepto de medida cuántica a problemas de optimización de problemas sencillos de discriminación, estimación y comunicación cuánticas.

Contenidos

0. Repaso de algebra lineal i numeros complejos

- Espacios vectoriales reales
- Numeros 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
Seminarios temas específicos	8	0,32	CM30, KM26, SM32

Clases teóricas	28	1,12	CM30, KM26
Estudio de los fondamentos teóricos	40	1,6	CM30, KM26
Resolución de problemas	52,5	2,1	SM32
clases de Problemas	14	0,56	CM30, KM26, 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
Prueba de recuperación de conceptos teóricos y aplicados	70	3	0,12	CM30, KM26, SM32
Primera prueba de evaluación de conceptos teóricos y aplicados	35	1,5	0,06	CM30, KM26, SM32
Segunda prueba de evaluación de conceptos teóricos y aplicados	35	1,5	0,06	CM30, KM26, SM32
Tres tests evaluables	30	1,5	0,06	CM30, KM26, SM32

La evaluación se estructura para favorecer al alumnado que sigue el curso regularmente, sin penalizar a aquel que opte por la evaluación única.

Opción de evaluación continua

Habrá tres tests evaluables. Los tres tests corresponderán a los contenidos desarrollados durante las clases de teoría y trabajados en las clases de problemas. La puntuación de los tests será:

TT= (TT1+TT2+TT3)/3.

Habrá dos exámenes parciales centrados únicamente en los contenidos tratados en las clases de teoría y problemas. La puntuación de los parciales será:

Ex=(Ex1+Ex2)/2.

La nota final de la evaluación continua constará de la puntuación de los exámenes parciales (o de su recuperación), Ex, y de los tests, TT, según la fórmula:

Nota= 0.3 * TT + Ex (10 - 0.3* TT)/10.

Acceso a la recuperación: El alumnado con una Nota < 4.9 que haya conseguido una puntuación Ex $\geq$ 3 podrá acceder a la prueba de recuperación de los exámenes parciales.

No evaluable: El alumnado con una Nota < 4.9 y Ex < 3 recibirá la calificación de "No Evaluable".

Opción de evaluación única

El alumnado que opte por esta modalidad será evaluado mediante un examen único. En este examen se evaluarán las competencias teóricas y prácticas con problemas (puntuación Ex de 0 a 7) y un test (puntuación TT de 0 a 3). La nota final se calculará como:

Nota = Ex + TT.

Este examen se podrá recuperar solo en lo que respecta a la parte Ex, del mismo modo que en la evaluación continua, si se cumple que Ex $\geq$ 3.

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, Quatum 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 Physiscs 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

Se permite el uso de la IA solo como herramienta de estudio individual. Todas las actividades evaluadas se realizarán en clase. Durante estas actividades, el uso de la IA está estrictamente prohibido. El uso ilícito será sancionado con la invalidación de la prueba de evaluación y se comunicará a la coordinación del grado.

Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre. 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

Tipo de docencia	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(TE) Teoría	1	Catalán	segundo cuatrimestre	manaña-mixto
(PLAB) Prácticas de laboratorio	1	Catalán	segundo cuatrimestre	manaña-mixto
(SEM) Seminarios	1	Catalán	segundo cuatrimestre	manaña-mixto