UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

Informació Quàntica

2026/2027

Codi: 104408
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs
Matemàtica Computacional i Analítica de Dades	OB	3

Professor/a de contacte

Nom : Alessio Celi

Correu electrònic : alessio.celi@uab.cat

Equip docent

Gabriele De Chiara

Axel Pérez-Obiol Castañeda

Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al final del document.

Prerequisits

És recomenable tenir un bon domini d'àlgebra, especialment d'espais vectorials i, preferiblement, d'espais Euclidis complexos. Es recomana també tenir familiaritat amb conceptes basics d'informació clàssica, tractats al curs "Teoria de la informació" al primer trimestre.

Objectius

L'assignatura és una introducció a la visió actual de la mecànica quàntica i els seus paradigmes. Amb la tecnologia de què avui dia disposem, molts del efectes quàntics més paradoxals han deixat ja de ser una curiositat acadèmica i han esdevingut recursos potentíssims que són la base de la tecnologies quàntiques amb nombroses i sorprenents aplicacions pràctiques. En aquest curs se'n presenten algunes: criptografia i computació quàntiques, en particular. El curs està dirigit a matemàtics amb una forta vocació informàtica d'anàlisi de dades, per tant, caldrà proveir la formació física imprescindible amb una introducció als fonaments de la mecànica quàntica, a la criptografia i a la computació clàssiques. Es repassen també uns conceptes basics de la teoria clàssica de la informació. L'objectiu de l'assignatura no és només donar una descripció dels avenços que s'han produït en informació quàntica, sinó també proporcionar a l'estudiant les eines bàsiques per a poder continuar la seva formació de post grau en aquest camp, si aquest és el seu interès.

Resultats d'aprenentatge

- CM30 (Explicar els postulats de la física quàntica, aplicant-los a problemes de processament d'informació.) Explicar els postulats de la física quàntica, aplicant-los a problemes de processament d'informació.
- KM26 (Identificar l'impacte de les tecnologies quàntiques en la computació, la criptografia i altres protocols de comunicació en el medi ambient.) Identificar l'impacte de les tecnologies quàntiques en la

computació, la criptografia i altres protocols de comunicació en el medi ambient.
- SM32 (Aplicar el concepte de mesura quàntica a problemes d'optimització senzills de discriminació, estimació i comunicació quàntiques.) Aplicar el concepte de mesura quàntica a problemes d'optimització senzills de discriminació, estimació i comunicació quàntiques.

Continguts

0. Repàs de algebra lineal i nombres complexos

- Espais vectorials reals
- Nombres complexos
- Espais vectorials complexos

1. Elements de la teoria quàntica

- Principis bàsics.
- Estats mixtes
- Operadors unitaris
- Qubits
- Estats entrellaçats
- Mesures de von Neumann.

2. Criptografia quàntica

- Seguretat de la informació
- Comunicacions quàntiques
- Distribució de claus quàntiques

3. Mesure generalitzades i Entanglement

- POVM vs von Neumann
- Estats de Bell i no localitat

4. Processament quàntic d'informació

- Electrònica digital
- Portes quàntiques
- Circuits quàntics

5. Computació quàntica

- Elements d'informàtica.
- Principis de la computació quàntica.
- Algoritme Deutsch-Jozsa i altres exemples

Alguns de aquests arguments es tractaran en forma de seminaris

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Seminarios temas específicos	8	0,32	CM30, KM26, SM32
Classes teòriques	28	1,12	CM30, KM26
Estudi dels fonaments teòrics	40	1,6	CM30, KM26
Resolució de problemes	52,5	2,1	SM32
classes de Problemes	14	0,56	CM30, KM26, SM32

L'assignatura s'estructura en classes de teoria, classes d'exercicis i activitats d'avaluació contínua.

Les classes teòriques s'imparteixen generalment amb pissarra. S'organitzaran algunes classes o seminaris sobre temes específics del curs que s'impartiran en anglès, ja sigui mitjançant la pissarra o amb presentacions de PowerPoint.

Les classes d'exercicis se solen realitzar a la pissarra i consisteixen en la resolució dels problemes més significatius, els enunciats dels quals es posen a disposició de l'alumnat a través del Campus Virtual.

Es realitzaran tres tests avaluables. L'objectiu d'aquestes proves és consolidar i ampliar els coneixements de l'alumnat sobre els aspectes i els resultats explicats al llarg del curs; per tant, els tests poden incloure petits problemes. Aquestes activitats es lliuraran en correspondència amb els dos exàmenes parcials i tenen com a finalitat fomentar el coneixement de les tecnologies quàntiques i les seves aplicacions.

Tot el material (llistes de problemes, material didàctic addicional, resolució detallada d'alguns exercicis i notícies relacionades amb l'assignatura) es posa a disposició de l'alumnat a través del Campus Virtual

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè l'alumnat completi les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

Avaluació

Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Prova de recuperació de conceptes teòrics i aplicats	70	3	0,12	CM30, KM26, SM32
Primera prova d'avaluació de conceptes teòrics i aplicats	35	1,5	0,06	CM30, KM26, SM32
Segona prova d'avaluació de conceptes teòrics i aplicats	35	1,5	0,06	CM30, KM26, SM32
Tres tests avaluables	30	1,5	0,06	CM30, KM26, SM32

L'avaluació s'estructura per afavorir l'alumnat que segueix el curs regularment, sense penalitzar aquell que opti per l'avaluació única. [1]

Opció d'avaluació contínua

Hi haurà tres tests avaluables. Els tres tests correspondran als continguts desenvolupats durant les classes de teoria i treballats a les classes de problemes. La puntuació dels tests serà:

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

Hi haurà dos exàmenes parcials centrats únicament en els continguts tractats a les classes de teoria i problemes. La puntuació dels parcials serà:

Ex=(Ex1+Ex2)/2.

La nota final de l'avaluació contínua constarà de la puntuació dels exàmenes parcials (o de la seva recuperació) Ex=(Ex1+Ex2)/2, i dels tests TT segon la fórmula:

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

Accés a la recuperació: L'alumnat amb una Nota <4.9 que hagi aconseguit una puntuació Ex ≥ 3 podrà accedir a la prova de recuperació dels exàmenes parcials.

No avaluable: L'alumnat amb una Nota <4.9 i Ex < 3 rebrà la qualificació de "No Avaluable".

Opció avaluació única

L'alumnat que opti per aquesta modalitat serà avaluat mitjançant un examen únic. En aquest examen s'avaluaran les competències teòriques i pràctiques amb problemes (punctuació Ex de 0 a 7) i un test (puntuació TT de 0 a 3) i la nota final es calcularà com:

Nota = Ex + TT.

Aquest examen es podrà recuperar només pel que fa a la part Ex, de la mateixa manera que en l'avaluació contínua, si es compleix que Ex≥ 3.

Bibliografia

A través del *Campus Virtual*, es posa a disposició de l'alumnat apunts de l'assignatura en format pdf i còpia del *Keynote/Powerpoint* del curs. Per a ampliar informació es recomana la següent bibliografia:

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.

Problemas

- 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

Programari

Es permet l'ús de la IA només com a eina d'estudi individual. Totes les activitats avaluades es faran a classe. Durant aquestes activitats, l'ús de la IA està estrictament prohibit. L'ús il·lícit serà sancionat amb la invalidació de la prova d'avaluació i es comunicarà a la coordinació del grau.

Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre. A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través d'aquest enllaç. Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

Tipus de docència	Grup	Idioma	Semestre	Torn
(TE) Teoria	1	Català	segon quadrimestre	matí-mixt
(PLAB) Pràctiques de laboratori	1	Català	segon quadrimestre	matí-mixt
(SEM) Seminaris	1	Català	segon quadrimestre	matí-mixt