Guia docent
200249 - CQ - Computació Quàntica

Última modificació: 29/05/2025

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques.

Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN CIÈNCIA I ENGINYERIA DE DADES (Pla 2017). (Assignatura optativa).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: SIMEON MICHAEL BALL MARKS

Altres: Segon quadrimestre:
SIMEON MICHAEL BALL MARKS - A

CAPACITATS PRÈVIES

Probabilitat, àlgebra lineal.

REQUISITS

Probabilitat, àlgebra lineal.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
GM-CE2. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
GM-CE6. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.

Genèriques:
GM-CB4. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
GM-CG3. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
GM-CG6. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió
crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.
GM-CG4. CG-4. Saber abstreure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat
observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
GM-CB3. CB-3. Tenir la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants, a l'àrea de les Matemàtiques i en les seves aplicacions, per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

Transversals:
03 TLG. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.
07 AAT. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

METODOLOGIES DOCENTS

Hi haurà classes de teoria i de problemes.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

(versió àngles)

The main objective of the course is to give the student a grounding in quantum computation. This will require the student to cover the fundamentals of quantum mechanics, computer science and develop a more advanced level of linear algebra.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores grup petit	30,0	20.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Introducció

Descripció:
L'experiment del doble escletxa, bits quantics, mides, estats de Bell, teleportació quàntica.

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 9h

Àlgebra lineal i la notació de Dirac

Descripció:

Les matrius de Pauli, el teoerma de la decomposició espectral, productes tensorials, la descomposició polar i singular.

Dedicació: 25h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 5h
Aprenentatge autònom: 15h

La mecànica quàntica

Descripció:
State space, evolution, measurements, superdense coding, entanglement, Bell inequality.

L'espai dels estats, evolució, mides, coding iper-densa, entrellaçament, desigualtat de Bell.

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 12h

Computatió quàntica

Descripció:
Turing machine, quantum circuits, controlled operations, universal quantum gates.

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 12h

Algoritmes quàntics

Descripció:
Quantum Fourier transform, algorithms with super-polynomial speed-up.

La transformada quàntica de Fourier, algoritmes amb super-polinomi millorament.

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 12h

Informació quàntica

Descripció:

El soroll clàssic i quàntic. L'entropia de Shannon i Von Neumann

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 12h

Codis quantics correctors d'errors

Descripció:

Els codis correctors d'errors, el teorema de la condició de la correccío d'errors quàntics, codis estabilizadors

Dedicació: 30h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 6h
Aprenentatge autònom: 18h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Exam parcial (continguts 1, 2, 3 i 4) (P)
- Exam final (o continguts 5, 6 and 7, o tots els continguts) (F)
- Nota final : Max {(P+F) / 2, F}

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Nielsen, Michael A; Chuang, Isaac L. Quantum computation and quantum information. 10th anniversary ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, cop. 2010. ISBN 9781107002173.
- Kaye, Phillip; Laflamme, Raymond; Mosca, Michele. An Introduction to quantum computing [en línia]. Oxford [etc.]: Oxford University Press, cop. 2007 [Consulta: 26/06/2023]. Disponible a: https://academic-oup-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/41807. ISBN 9780198570493.
- Preskill, John. Quantum Computation [en línia]. [Consulta: 26/06/2023]. Disponible a: http://theory.caltech.edu/~preskill/ph229/.

Complementària:
- Diosi, Lajos. A Short course in Quantum Information Theory. Springer, 2011. ISBN 9783642161179.