

# Guia docent

## 200249 - CQ - Computació Quàntica

Última modificació: 17/04/2021

**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:** 2021      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** SIMEON MICHAEL BALL MARKS

**Altres:** Segon quadrimestre:  
SIMEON MICHAEL BALL MARKS - M-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 abstroure 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 LENGUA: 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'APRENTATGE 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 TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Introducció

**Descripció:**

L'experiment del doble esclatxa, bits quàntics, 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 teorema de la descomposició 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, entrelaçament, desigualtat de Bell.

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 12h



### Computació 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 quàntics correctors d'errors

**Descripció:**

Els codis correctors d'errors, el teorema de la condició de la correcció d'errors quàntics, codis estabilitzadors

**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 :  $\text{Max} \{(P+F) / 2, F\}$



## 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.
- Preskill, John. Quantum Computation [en línia]. [Consulta: 30/06/2020]. Disponible a: <http://www.theory.caltech.edu/people/preskill/ph229/#lecture>.
- Kaye, Phillip; Laflamme, Raymond; Mosca, Michele. An Introduction to quantum computing [en línia]. Oxford [etc.]: Oxford University Press, cop. 2007 [Consulta: 15/03/2021]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1093/oso/9780198570004.001.0001>. ISBN 9780198570493.

### Complementària:

- Lajos Diosi. A short course In Quantum Information Theory. Springer, 2011. ISBN 978-3-642-16117-9.