

**Sistemes Nanoelectromecànics (NEMS)**

Codi: 43432  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
4314939 Nanociència i Nanotecnologia Avançades / Advanced Nanoscience and Nanotechnology	OT	0	1

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

### Professor/a de contacte

Nom: Núria Barniol Beumala

Correu electrònic: Nuria.Barniol@uab.cat

### Equip docent

Gabriel Abadal Berini

Francesc Torres Canals

### Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

### Prerequisits

Conceptes bàsics de física (mecànica, electrostàtica, òptica...). Fonaments de dispositius electrònics.

### Objectius

El mòdul té per objectiu donar als estudiants una visió general dels sistemes nanoelectromecànics, les seves principals propietats i aplicacions. Durant el curs s'establiran els principis físics que governen el comportament dels NEMS així com els límits entre els models quàntics i clàssics.

### Competències

- Analitzar críticament els principis de funcionament i les previsions de prestacions de dispositius electrònics operant en la nanoescala (especialitat Nanoelectrónica)
- Analitzar les solucions i els beneficis que aporten els productes de la nanotecnologia, dins de la pròpia especialitat, i comprendre'n l'origen a un nivell fonamental
- Dissenyar, planificar i dur a terme un projecte de recerca en nanociència i nanotecnologia
- Dominar la terminologia científica i desenvolupar l'habilitat d'argumentar els resultats de la recerca en el context de la producció científica, per comprendre i interactuar eficaçment amb altres professionals.
- Identificar i distingir les tècniques de síntesi, fabricació i manufactura de nanomaterials i nanodispositius propis de l'especialitat
- Identificar les tècniques de caracterització i anàlisi pròpies de la nanotecnologia i conèixer-ne els fonaments, dins de l'especialitat pròpia.
- Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.

- Que els estudiants sàpigui comunicar les seves conclusions, així com els coneixements i les raons últimes que les fonamenten, a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats
- Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant, en gran manera, amb treball autònom a autodirigit
- Tenir coneixements que aportin la base o l'oportunitat de ser originals en el desenvolupament o l'aplicació d'idees, sovint en un context de recerca

## Resultats d'aprenentatge

1. Descriure les tècniques de fabricació dels sistemes nanoelectromecànics.
2. Dissenyar i dur a terme les caracteritzacions específiques per determinar les propietats fisicoquímiques en sistemes nanoelectromecànics
3. Dissenyar sistemes nanoelectromecànics partint d'especificacions
4. Dominar la terminologia científica i desenvolupar l'habilitat d'argumentar els resultats de la recerca en el context de la producció científica, per comprendre i interactuar eficaçment amb altres professionals.
5. Escollir el mètode de simulació i modelatge més adequat per a un dispositiu nanoelectrònic, en funció de les característiques físiques i el principi de funcionament.
6. Identificar el principi de transducció necessari per a la transducció d'una propietat específica
7. Predir el comportament dels dispositius sistemes nanoelectromecànics tenint en compte l'ambient en què actuen
8. Que els estudiants sàpigui aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seva àrea d'estudi.
9. Que els estudiants sàpigui comunicar les seves conclusions, així com els coneixements i les raons últimes que les fonamenten, a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats
10. Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant, en gran manera, amb treball autònom a autodirigit
11. Reconèixer els mecanismes de transducció dels sistemes nanoelectromecànics
12. Reconèixer les oportunitats dels sistemes nanoelectromecànics per a la detecció (sensing) en aplicacions específiques
13. Reconèixer les tècniques de caracterització de sistemes nanoelectromecànics
14. Tenir coneixements que aportin la base o l'oportunitat de ser originals en el desenvolupament o l'aplicació d'idees, sovint en un context de recerca

## Continguts

1. Fonaments NEMS. Nanomecànica.
2. Dinàmica no lineal. Acoblament modal i comportament col·laboratiu. Soroll
3. Fabricació de NEMS i integració de sistemes (enginyeria dels NEMS)
4. Tècniques de transducció dels NEMS: tècniques elèctric-òptic-tèrmic-mecàniques. Auto-activació.
5. NEMS basats en dispositius de carboni
6. Aplicacions i perspectives dels NEMS. NEMS per detectar efectes mesoscòpics i propietats quàntiques. Dispositius NEMS emergents (commutadors, oscil·ladors, recol·lecció d'energia, sensors)

## Metodologia

Teoria: Exposició oral dels conceptes fonamentals. Part dels conceptes s'introduiran com en seminaris realitzats per experts en la matèria.

Laboratori: "hands-on" d'eines específiques per al disseny i anàlisi de NEMS. Eines de simulació per elements finits. Caracterització propietats no lineals dels ressonadors.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de teoria	20	0,8	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14
Pràctiques de laboratori	10	0,4	2, 3, 4, 5, 7, 9
Seminaris	5	0,2	4, 14
Tipus: Autònomes			
Estudi per a l'assimilació de conceptes	55	2,2	
Preparació i redacció dels informes i exposicions orals	50	2	4, 9

## Avaluació

L'avaluació de l'assignatura tindrà 3 seccions diferenciades:

a) Prova de síntesi escrita de l'assignatura (35%) i amb una qualificació superior a 4 per fer la mitjana amb la resta de qualificacions. Aquesta prova de síntesi es pot recuperar amb l'examen de recuperació final (al final del semestre), que també requerirà un 4 per a fer la mitjana amb la resta de qualificacions.

b) Presentació oral d'un dels casos treballats. Activitat obligatòria i no recuperable (35%).

c) Laboratori amb dues notes: Assistència i participació activa a les sessions de laboratori. Activitat obligatòria i no recuperable (5%) i informe escrit del treball realitzat al laboratori, amb especial atenció a la interpretació i discussió dels resultats en comparació amb els esperats teòricament i / o simulats (25%). Aquest treball és obligatori i no recuperable.

La qualificació "No avaluable" només es concedirà si l'estudiant no participa en cap activitat d'avaluació (assistència a les sessions de laboratori, presentació oral o exàmen)

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Laboratori: assistència i informe escrit	30%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14
Presentació oral d'un dels casos treballats	35%	6	0,24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
Prova de síntesi	35%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14

## Bibliografia

- Handbook of Nanotechnology. B. Bhushan. Springer-Verlag, (2004)
- Practical MEMS. Ville Kaajakari. Small Gear Publishing. ISBN: 978-0-9822991-0-4 (2009)

- [Modeling mems and nems](#) , Pelesko, John A., Boca Raton [etc.] : Chapman & Hall / CRC, cop. 2003
- MEMS/NEMS: handbook techniques and applications. Cornelius T. Leondes. New York : Springer, cop. (2006)
- MEMS and NEMS : systems, devices, and structures. Sergey Edward Lyshevski. Boca Raton CRC Press, cop. (2002)
- Fundamentals of microfabrication and nanotechnology. Marc J. Madou. Boca Raton, Fla. ; London : CRC, cop. (2012)