

**Física en la Nanoescala**

Codi: 103300  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501922 Nanociència i Nanotecnologia	OB	4	1

**Professor/a de contacte**

Nom: Aitor Lopeandia Fernandez  
Correu electrònic: aitor.lopeandia@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: espanyol (spa)  
Grup íntegre en anglès: No  
Grup íntegre en català: No  
Grup íntegre en espanyol: No

**Equip docent**

Cristian Rodriguez Tinoco  
Sara González Míguez  
Marta Gonzalez Silveira

**Prerequisits**

És necessari haver cursat Estat Sòlid i Quàntica avançada.

**Objectius**

L'objectiu d'aquesta assignatura és donar els fonaments per que l'estudiant pugui entendre la variació de les propietats físiques (electròniques, òptiques, tèrmiques i de transport) dels materials en la escala nanomètrica.

**Competències**

- Adaptar-se a noves situacions.
- Aplicar els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia a la resolució de problemes de natura quantitativa o qualitativa en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia.
- Aplicar les normes generals de seguretat i funcionament d'un laboratori i les normatives específiques per a la manipulació de la instrumentació i dels productes i materials químics i biològics tenint en compte les seves propietats i els riscos.
- Aprendre de manera autònoma.
- Comunicar-se amb claredat en anglès.
- Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
- Demostrar que es comprenen els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia.
- Gestionar l'organització i la planificació de tasques.

- Interpretar les dades obtingudes mitjançant mesures experimentals, incloent-hi l'ús d'eines informàtiques, identificar-ne el significat i relacionar-les amb les teories químiques, físiques o biològiques apropiades.
- Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
- Operar amb un cert grau d'autonomia.
- Proposar idees i solucions creatives.
- Raonar de forma crítica.
- Reconèixer els termes relatius als àmbits de la física, la química, la biologia, la nanociència i la nanotecnologia en llengua anglesa i fer servir l'anglès de manera eficaç per escrit i oralment en l'àmbit laboral.
- Reconèixer i analitzar problemes físics, químics i biològics en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia i plantejar respostes o treballs adequats per a la seva resolució, incloent-hi en els casos necessaris l'ús de fonts bibliogràfiques.
- Resoldre problemes i prendre decisions.
- Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.

## Resultats d'aprenentatge

1. Adaptar-se a noves situacions.
2. Aplicar els continguts teòrics adquirits a l'explicació de fenòmens experimentals.
3. Aprendre de manera autònoma.
4. Avaluar els resultats experimentals de manera crítica i deduir-ne el significat.
5. Comunicar-se amb claredat en anglès.
6. Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
7. Descriure les principals característiques del gas d'electrons bidimensional i les seves propietats en presència de camps elèctrics i magnètics.
8. Fer cerques bibliogràfiques de documentació científica.
9. Fer estimacions sobre les propietats físiques dels materials en sistemes d'escala nanomètrica.
10. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
11. Identificar la importància de l'escala en les propietats electròniques, tèrmiques, òptiques, magnètiques, mecàniques i de transport als materials.
12. Interpretar els fenòmens d'absorció i emissió de llum en nanoestructures.
13. Interpretar i racionalitzar els resultats obtinguts en el laboratori en processos relacionats amb la física i química en nanociència i nanotecnologia.
14. Interpretar la variació de les propietats electròniques dels sòlids amb la dimensionalitat del sistema partint de models aproximats de teoria de bandes.
15. Interpretar textos en anglès sobre aspectes relacionats amb la física i química en nanociència i nanotecnologia.
16. Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
17. Operar amb un cert grau d'autonomia.
18. Proposar idees i solucions creatives.
19. Proposar materials que tinguin propietats físiques diferenciades com a conseqüència de la dimensionalitat.
20. Racionalitzar els resultats obtinguts al laboratori en termes de les magnituds físiques i de la seva relació amb els fenòmens físics observats.
21. Raonar de forma crítica.
22. Reconèixer la importància dels fenòmens ressonants en el transport electrònic i l'emergència dels fenòmens termoelèctrics en l'escala nanomètrica.
23. Redactar i exposar informes sobre la matèria en anglès.
24. Resoldre problemes amb l'ajuda de bibliografia complementària proporcionada.
25. Resoldre problemes i prendre decisions.
26. Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.
27. Utilitzar correctament els protocols de manipulació de la instrumentació, de reactius i residus químics i el laboratori propi de la matèria.

## Continguts

0. Introducció: Conceptes d'escala i dimensionalitat.

1. Mètodes d'obtenció de NANOCRISTALLS i MATERIALS nanocrystal·lins

1.1. Nucleació i Creixement

1.2 A partir de fase vapor

1.3. A partir de fase líquida

1.4. A partir de fase sòlida

2. Propietats electròniques sota confinament.

Punts quàntics semiconductors. Model d'enllaços forts.

3. Propietats òptiques

3.1 Semiconductors: Excitons. Emissió i absorció de llum.

3.2 Partícules metàl·liques: Scattering Mie y Rayleigh. Plasmons.

4. Transport electrònic

Transport balístic. Formulisme de Landauer-Buttiker.

5. Propietats tèrmiques

5.1 Capacitat calorífica.

5.2 Temperatura i entalpia de fusió en nanopartícules.

5.3 Transport tèrmic: Teoria Cinètica. Equació de Boltzmann. Transport fonònic bal·lístic.

6. Fenòmens termoelèctrics.

Depenent de la situació sanitària, i la necessitat de fer docència no presencial, pot modificar-se.

## Metodologia

En aquest curs s'ofereix un ensenyament específic on hi hauran les diferents activitats formatives que es descriuen a continuació. Les hores de treball que s'especifiquen per a cada activitat formativa corresponen a un alumne promig. Naturalment, no tots els alumnes necessiten el mateix temps per a aprendre conceptes i dur a terme determinades activitats, de manera que la distribució de temps s'ha d'entendre com a orientativa. En aquesta assignatura s'intenta potenciar la participació activa de l'estudiant com una eina rellevant d'aprenentatge.

Activitats formatives dirigides:

Classes magistrals: classes en les que el professor de teoria explica els conceptes més rellevants de cada tema. Habitualment són classes de pissarra, malgrat que en algunes ocasions és fan classes amb programes d'ordinador. Els alumnes disposen d'apunts al campus virtual o de còpia de les transparències en format pdf amb antelació i dins el campus virtual de la UAB.

Classes de problemes: classes en les que el professor de problemes explica als alumnes com es resolen els problemes tipus de l'assignatura. El professor resoldrà en detall una llista de problemes seleccionats, i proposarà als alumnes una llista de problemes que s'han de lliurar de forma obligatòria doncs formen part de l'avaluació de l'assignatura.

Classes de discussió: Es recomana la lectura d'articles científics en relació directa a la temàtica de l'assignatura i es discuteix els seu contingut en classe.

Pràctiques de laboratori: Els alumnes realitzaren pràctiques de laboratori com una eina més d'aprenentatge.

Activitats formatives supervisades:

Tutories: en les hores d'atenció als alumnes, els professors estaran disponibles per a les consultes dels alumnes que tinguin dubtes en qualsevol dels temes del temari.

Activitats formatives autònomes:

Resolució de problemes i lliurament de problemes addicionals: l'alumne ha de resoldre els problemes de la llista que lliuren els professors i els addicionals que li demani el professor de problemes o els que l'alumne vulgui fer pel seu compte per a preparar-se millor l'assignatura.

Estudi i preparació d'exàmens: Treball personal de l'alumne per tal d'adquirir els conceptes teòrics de l'assignatura i les habilitats per a la resolució de problemes.

Treballs: als estudiants se'ls sol·licitaran treballs que complementen els continguts de l'assignatura en certs temes, i aquesta activitat formarà part de l'avaluació de l'assignatura.

En cas de que la situació sanitària ho requereixi, i es redueixi la presencialitat:

- Les sessions magistrals es penjaràn en format video per tal de ser visualitzades pels alumnes de forma remota.

- Els horaris presencials es detinaràn a la resolució de problemes, i a la realització de tutories específiques sobre el material teòric previament suminstata.

- L'assistència a pràctiques s'adaptarà per tal de seguir les consideracions sanitàries.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Problemes	13	0,52	1, 3, 17, 21, 24, 25
Pràctiques	6	0,24	1, 2, 4, 6, 10, 13, 16, 18, 20, 21, 26
classes magistrals	28	1,12	2, 7, 9, 11, 12, 14, 19, 21, 22
Tipus: Autònomes			
Estudi: examens, elaboració informes, resolució problemes	60	2,4	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27

## Avaluació

L'assignatura considerarà diferents tipologies d'activitats d'avaluació.

- Exàmens Parcial: Es faran varies proves de síntesi o parcials (més de dos) on s'avaluaran els coneixements teòrics de cadascun del blocs temàtics separadament. Aquestes proves es farán coincidir en calendari amb

les dates reservades per examens parcials que ja hi son programaràn al llarg del semestre. El pes conjunt dels parcials sobre la nota final serà del 70%. Si qualsevol dels parcials, no supera la nota de 4 sobre 10, haurà de recuperar-se a una avaluación final.

El pes relatiu de cada parcial es decidirà en funció del curs acadèmic i dels continguts donats, però en cap cas cap parcial representarà més del 50% de la nota final.

- Activitat de avaluació continua i pràctiques. Durant el curs es realitzaran diferents activitats d'avaluació continua que tindran un pes del 30% sobre la nota final. Aquestes activitats inclouran pràctiques al laboratori, la redacció dels informes, treballs monogràfics, presentacions i entrega de problemes tipus.

Recuperació. Hi haurà un examen final de recuperació on els alumnes es podran examinar-se dels blocs temàtics que tinguin suspesos.

Per tal de poder-se presentar a la recuperació, l'alumne s'ha haver avaluat com a mínim de 2/3 de les activitats d'avaluació total de l'assignatura. Les activitats d'avaluació continua tenen com a objectiu avaluar el seguiment diari de l'assignatura i per tant igual que en el cas de les pràctiques de laboratori no estan subjectes a recuperació.

Si la situació sanitària ho requereix, s'adaptaran les proves a un escenari no presencial.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació continuada: Pràctiques, problemes, treballs	30%	34	1,36	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27
EXAMENS	70%	9	0,36	1, 2, 7, 9, 11, 12, 14, 19, 21, 22, 25

## Bibliografia

The physics of low-dimensional semiconductors. J. H. Davies. Cambridge University Press. 1998.

[Electronic transport in mesoscopic systems, S. Datta, Cambridge University Press, 1995.](#)

[Nanoscale energy transport and conversion : a parallel treatment of electrons, molecules, phonons, and photons.](#) G. Chen, Oxford University Press, 2005.

## Programari

-