

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501922 Nanociència i Nanotecnologia	OB	2	A

### Professor/a de contacte

Nom: Cristian Rodriguez Tinoco  
Correu electrònic: cristian.rodriguez@uab.cat

### Utilització d'idiomes a l'assignatura

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

### Equip docent

Gemma Garcia Alonso  
Ignacio Ramón Mata Martínez

### Prerequisits

Cap

### Objectius

- Introducció a la microscòpia electrònica i de proximitat
- Fonaments teòrics i descripció de l'equipament tècnic en microscopis SEM, TEM, STM i AFM.
- Anàlisis de la morfologia i microestructura superficial, a escala atòmica, de diferents materials utilitzant microscòpies.
- Fonaments de la estructura cristal·logràfica de diferents materials. Introducció a l'anàlisi estructural mitjançant difracció de raigs X.
- Introducció als conceptes de superfícies ideals i superfícies reals. Tractaments superficials i les seves aplicacions.
- Introducció a la tecnologia del buit i la seva aplicació en les nanotecnologies

### 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 oralment i per escrit en la llengua pròpia.
- Demostrar motivació per la qualitat.
- Demostrar que es comprenen els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia.
- Desenvolupar treballs de síntesi, caracterització i estudi de les propietats dels materials en la nanoescala a partir de procediments establerts prèviament.
- 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.
- Liderar i coordinar grups de treball.
- Manipular els instruments i materials estàndards propis dels laboratoris d'assaigs físics, químics i biològics per a l'estudi i l'anàlisi de fenòmens en la nanoescala.
- Mantenir un compromís ètic.
- 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 conceptes relacionats amb les tècniques de microscòpia per caracteritzar materials, dispositius i sistemes en la nanoescala.
3. Aplicar els continguts teòrics adquirits a l'explicació de fenòmens experimentals.
4. Aprendre de manera autònoma.
5. Avaluar els resultats experimentals de manera crítica i deduir-ne el significat.
6. Caracteritzar amb resolució atòmica superfícies cristal·lines per AFM/STM
7. Comprendre textos i bibliografia en anglès sobre cadascuna de les tècniques, metodologies, eines i instruments de la matèria.
8. Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
9. Demostrar motivació per la qualitat.
10. Descriure els conceptes relacionats amb les tècniques de microscòpia.
11. Determinar plans cristal·lins per TEM
12. Distingir les diferents tècniques de microscòpia (òptica, SEM, TEM i microscòpies de sonda local), descrivint el seu funcionament, les seves aplicacions i les seves limitacions.
13. Fer cerques bibliogràfiques de documentació científica.
14. Funcionalitzar superfícies i caracteritzar-les per tècniques de microscòpia
15. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
16. Identificar la tècnica de microscòpia utilitzada mitjançant les imatges de les mostres.
17. Identificar les situacions en les quals les diferents metodologies estudiades poden ajudar a resoldre situacions problemàtiques i saber seleccionar la tècnica més òptima
18. Interpretar i racionalitzar els resultats obtinguts als estudis amb les diferents tècniques de microscòpia.
19. Interpretar i racionalitzar els resultats obtinguts als estudis de difracció.
20. Liderar i coordinar grups de treball.

21. Manipular correctament els materials i productes en la preparació de les mostres.
22. Manipular els diferents instruments relacionats amb les tècniques de microscòpia.
23. Mantenir un compromís ètic.
24. Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
25. Operar amb un cert grau d'autonomia.
26. Preparar les mostres per al seu estudi amb tècniques de microscòpia.
27. Proposar idees i solucions creatives.
28. Raonar de forma crítica.
29. Realitzar estudis de caracterització de diferents mostres mitjançant tècniques de microscòpia
30. Reconèixer els fonaments físics de la microscòpia òptica, microscòpia electrònica i microscòpia de sonda local.
31. Reconèixer els termes propis de cadascun dels tòpics de la matèria Metodologies i experimentació en nanociència i nanotecnologia.
32. Redactar informes sobre la matèria en anglès.
33. Resoldre problemes amb l'ajuda de bibliografia complementària proporcionada.
34. Resoldre problemes i prendre decisions.
35. Seguir adequadament els protocols de preparació de mostres
36. Seguir adequadament els protocols de seguretat en laboratoris amb ambient controlat i en sales netes (o sala blanca).
37. Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.
38. Utilitzar adequadament les tècniques de microscòpia per a reconèixer superfícies, materials, nanomaterials, dispositius i microorganismes en estudis dins l'àmbit de la nanociència i nanotecnologia
39. Utilitzar eines informàtiques per al desenvolupament, manipulació i automatització de sistemes d'instrumentació i control.
40. Utilitzar el software i programari adequat de cada una de les tècniques de microscòpia per a l'obtenció òptima de resultats experimentals

## Continguts

### - Microscòpia de forces atòmiques. AFM.

- Teoria. Introducció als fonaments de la microscòpia AFM. Modes de treball, resolució lateral i vertical, concepte de convolució. Avantatges i limitacions.
- Pràctica laboratori. Observació de la superfície de diferents materials, optimització dels paràmetres experimentals, adquisició i tractament d'imatges. Interpretació de les dades.

### - Microscòpia d'efecte túnel - STM.

- Teoria: Introducció de l'efecte túnel. Materials Piezoelèctrics. Microscòpies de proximitat. Fonaments de la microscòpia STM. Modes de treball, avantatges i limitacions.
- Pràctica laboratori. Utilització d'un equip STM de docència. Anàlisi i interpretació d'imatges superficials obtingudes amb mostres de grafit, or i disulfur de molibdè.

### - Microscòpia Electrònica. SEM/TEM.

- Teoria. Introducció a la microscòpia electrònica d'escombrat i de transmissió. Aplicacions en el camp de la ciència dels materials i la nanotecnologia. Visita servei microscòpies UAB.
- Pràctica virtual. Anàlisi de la microestructura superficial de diferents materials utilitzant microscopis SEM/TEM. Interpretació de les dades.

### - Superfícies i tractaments superficials.

- Teoria: Introducció als conceptes de superfície ideal, funcionalització, tractamentssuperficials. Conceptes de mullabilitat, hidrofobicitat i hidrofilitat.
- Pràctica laboratori. Tractaments físics i químics de diverses superfícies, observació i discussió dels efectes del tractament sobre la mullabilitat de les superfícies.

### - Tecnologia del Buit.

- Teoria: Definició de buit i les seves aplicacions. Introducció als conceptes teòrics de teoria cinètica dels gasos, gasos residuals, recorregut lliure mitjà, temps de formació d'una monocapa, velocitat de bombeig, conductància.
- Pràctica en línia: vídeos i problemes sobre equips de creació i mesura de buit. Velocitat de bombeig i conductància.

#### - Difracció de raigs X.

- Teoria: introducció a la cristal·lografia. Teoria reticular. Estructures cristallines. Índex de Miller. Geometria Bragg-Brentano. Difracció de raigs-X.
- Pràctica PC. Utilització del Programa CaRIne Crystallography per a l'estudi d'estructures cristal·lines i obtenció de diagrames de difracció de pols . Anàlisi cristal·loquímica de les estructures (distàncies d'enllaç, número de coordinació, etc). Ús de la base de dades del PDF (Powder Diffraction File), del ICDD (International Centre for Diffraction Data) per a la identificació de fases
- Pràctica laboratori. Utilització d'un difractòmetre de docència. Adquisició d'espectres de difracció de monocristalls. Anàlisi de les dades. Determinació de paràmetres de cel·la, indexació de pics. Índex de Miller {hkl}. Plans i fileres, orientacions preferencials.

## Metodologia

L'assignatura es divideix en 21h de teoria, 6 hores de problemes a l'aula i 40 hores de pràctiques (laboratori i en línia).

Teoria: s'introduiran els conceptes fisicoquímics que s'utilitzaran en les diferents tècniques experimentals. Es realitzaran exercicis que permetran una millor comprensió dels fenòmens implicats així com introduir el tractament de dades i la interpretació d'aquests.

Problemes a l'aula: Us de programari lliure CaRIne Crystallography per a la resolució de problemes sobre estructures cristal·lines i difracció. L'alumne portarà el seu propi ordinador.

Pràctiques: Les sessions pràctiques es realitzaran en grup o individualment per a assolir els resultats d'aprenentatge propis de l'assignatura.

L'alumne trobarà a l'aula moodle de l'assignatura els apunts en format pdf, la distribució per grups, el calendari i els guions de les pràctiques. Pel perfecte aprofitament de les hores pràctiques l'alumne haurà de revisar abans de cada pràctica la teoria corresponent, el guió de la practica i la documentació complementaria (articles, vídeos, etc) corresponent.

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			
classes de teoria	21	0,84	7, 10, 12, 30, 31
practiques en laboratori	40	1,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40
treballs dirigits i problemes	6	0,24	3, 4, 5, 13, 17, 18, 19, 25, 28, 33, 34, 39, 40
treballs dirigits i	8	0,32	2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 18, 24, 25, 28, 30, 31, 34

tutories

Tipus: Autònomes			
Estudi individual	16	0,64	4, 7, 9, 13, 15, 18, 19, 24, 25, 27, 28, 31, 33, 34
Lectura de guions	22	0,88	15, 31, 35, 36
Recerques bibliogràfiques	2	0,08	4, 7, 9, 13
Redacció d'informes	28	1,12	3, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 18, 19, 27, 32, 37
Resolució de problemes	4	0,16	2, 4, 5, 13, 16, 18, 19, 25, 28, 33, 34

## Avaluació

Les competències d'aquesta assignatura seran avaluades mitjançant diferents vies, cada una amb un cert pes en la nota final.

- Examen teòric: es realitzaran una prova escrita tipus test amb un pes total de 30% de la nota final, que permetrà avaluar l'assimilació dels conceptes teòrics estudiats al llarg de l'assignatura. La nota mínima de la prova teòrica per aprovar l'assignatura serà de 3.5. L'alumnat disposarà d'una segona oportunitat per superar aquest mínim, i per tant poder aprovar l'assignatura, o per millorar la seva avaluació final.

- Entregues (informes, problemes). es realitzarà una avaluació per a cada una de les entregues amb el pes especificat a la taula d'activitats formatives.

- Remarcar que abans de les sessions pràctiques de laboratori (AFM, STM, Superfícies i XRD) l'alumne disposarà d'un test individual i obligatori previ a la pràctica corresponent. La superació d'aquest test sumarà 0.5/10 a la nota final de la pràctica corresponent i la NO superació a temps significarà una penalització de 0.25/10.

- L'assistència a totes les pràctiques i la seva realització és obligatòria. No existeix prova de recuperació de l'avaluació de les activitats pràctiques.

Per aprovar l'assignatura cal tenir una nota final igual o superior a 5, sempre i quan s'hagi obtingut un mínim de 3.5 a l'examen teòric.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Entrega Informe Practica de tractaments superficials	10	0	0	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 14, 15, 20, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 35, 36, 37, 39
Entrega Informe practica Difracció de Raigs -X	10	0	0	3, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 28, 31, 33, 34, 35, 37
Entrega Informe practica Microscòpies Electròniques	10	0	0	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 37, 38, 40
Entrega de problemes programari Carine	10	0	0	3, 4, 5, 7, 8, 9, 15, 17, 19, 23, 24, 25, 28, 31, 33, 34, 37

Entrega informe pràctiques Microscòpies de proximitat	20	0	0	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 37, 38, 39, 40
Examen teòric	30	3	0,12	2, 3, 5, 10, 12, 16, 18, 19, 24, 28, 30
entrega i/o test Tecnologia del Buit	10	0	0	1, 3, 5, 7, 8, 9, 15, 20, 23, 24, 28, 31, 33, 34, 36, 37

## Bibliografia

Bibliografia (llibres virtuals disponible a la biblioteca)

A User's Guide to Vacuum Technology

First published:20 June 2003

Print ISBN:9780471270522 |Online ISBN:9780471467168 |DOI:10.1002/0471467162

Copyright © 2003 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Materials Characterization: Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, Second Edition

First published:2 August 2013

Print ISBN:9783527334636 |Online ISBN:9783527670772 |DOI:10.1002/9783527670772

Copyright © 2013 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

## Programari

Carine Crystallography. Programari d'anàlisi de dades (Matlab, Excel o equivalent).