

**Laboratorio de Microscopias y Técnicas de  
Caracterización de Materiales**

Código: 103307  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2501922 Nanociencia y Nanotecnología	OB	2	A

## Contacto

Nombre: Cristian Rodriguez Tinoco  
Correo electrónico: cristian.rodriquez@uab.cat

## Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: Sí  
Algún grupo íntegramente en español: No

## Equipo docente

Gemma Garcia Alonso  
Ignacio Ramón Mata Martínez

## Prerequisitos

NINGUNO

## Objetivos y contextualización

- Introducción a la microscopía electrónica y de proximidad
- Fundamentos teóricos y descripción del equipamiento técnico en microscopios SEM, TEM, STM y AFM.
- Análisis de la morfología y microestructura superficial, a escala atómica, de diferentes materiales utilizando microscopias.
- Fundamentos de la estructura cristalográfica de diferentes materiales. Introducción al análisis estructural mediante difracción de rayos X.
- Introducción a los conceptos de superficies ideales y superficies reales. Tratamientos superficiales y sus aplicaciones.
- Introducción a la tecnología del vacío y su aplicación en las nanotecnologías

## Competencias

- Adaptarse a nuevas situaciones.
- Aplicar las normas generales de seguridad y funcionamiento de un laboratorio y las normativas específicas para la manipulación de la instrumentación y de los productos y materiales químicos y biológicos teniendo en cuenta sus propiedades y riesgos.

- Aplicar los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología a la resolución de problemas de naturaleza cuantitativa o cualitativa en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología.
- Aprender de forma autónoma.
- Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.
- Demostrar motivación por la calidad.
- Demostrar que comprende los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología.
- Desarrollar trabajos de síntesis, caracterización y estudio de las propiedades de materiales en la nanoescala en base a procedimientos previamente establecidos.
- Gestionar la organización y planificación de tareas.
- Interpretar los datos obtenidos mediante medidas experimentales, incluyendo el uso de herramientas informáticas, identificar su significado y relacionarlos con las teorías químicas, físicas o biológicas apropiada.
- Liderar y coordinar grupos de trabajo.
- Manipular los instrumentos y materiales estándares propios de laboratorios de ensayos físicos, químicos y biológicos para el estudio y análisis de fenómenos en la nanoescala.
- Mantener un compromiso ético.
- Obtener, gestionar, analizar, sintetizar y presentar información, incluyendo la utilización de medios telemáticos e informáticos.
- Operar con un cierto grado de autonomía e integrarse en poco tiempo en el ambiente de trabajo
- Proponer ideas y soluciones creativas.
- Razonar de forma crítica.
- Reconocer los términos relativos al ámbito de la Física, Química y Biología, así como a la Nanociencia y la Nanotecnología en lengua inglesa y utilizar eficazmente el inglés en forma escrita y oral en su ámbito laboral.
- Reconocer y analizar problemas físicos, químicos y biológicos en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología, plantear respuestas o trabajos adecuados para su resolución, incluyendo en casos necesarios el uso de fuentes bibliográficas.
- Resolver problemas y tomar decisiones.
- Trabajar en equipo y cuidar las relaciones interpersonales de trabajo.

## Resultados de aprendizaje

1. Adaptarse a nuevas situaciones.
2. Aplicar los conceptos relacionados con las técnicas de microscopia para caracterizar materiales, dispositivos y sistemas en la nanoescala.
3. Aplicar los contenidos teóricos adquiridos a la explicación de fenómenos experimentales.
4. Aprender de forma autónoma.
5. Caracterizar con resolución atómica superficies cristalinas por AFM/STM.
6. Comprender textos y bibliografía en inglés sobre cada una de las técnicas, metodologías, herramientas e instrumentos de la materia.
7. Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.
8. Demostrar motivación por la calidad.
9. Describir los conceptos relacionados con las técnicas de microscopía.
10. Determinar planos cristalinos por TEM.
11. Distinguir las diferentes técnicas de microscopia (óptica, SEM, TEM y microscopias de sonda local), describiendo su funcionamiento, sus aplicaciones y sus limitaciones.
12. Evaluar resultados experimentales de forma crítica y deducir su significado.
13. Funcionalizar superficies y caracterizarlas por técnicas de microscopía.
14. Gestionar la organización y planificación de tareas.
15. Identificar la técnica de microscopía utilizada mediante las imágenes de las muestras.
16. Identificar las situaciones en las que las distintas metodologías estudiadas pueden ayudar a resolver situaciones problemáticas y saber seleccionar la técnica más óptima.
17. Interpretar y racionalizar los resultados obtenidos en los estudios con las diferentes técnicas de microscopía.
18. Interpretar y racionalizar los resultados obtenidos en los estudios de difracción.
19. Liderar y coordinar grupos de trabajo.

20. Manipular correctamente los materiales y productos en la preparación de las muestras.
21. Manipular los diferentes instrumentos relacionados con las técnicas de microscopía.
22. Mantener un compromiso ético.
23. Obtener, gestionar, analizar, sintetizar y presentar información, incluyendo el uso de medios telemáticos e informáticos.
24. Operar con un cierto grado de autonomía e integrarse en poco tiempo en el ambiente de trabajo
25. Preparar las muestras para su estudio con técnicas de microscopía.
26. Proponer ideas y soluciones creativas.
27. Razonar de forma crítica.
28. Realizar búsquedas bibliográficas de documentación científica.
29. Realizar estudios de caracterización de diferentes muestras mediante técnicas de microscopía.
30. Reconocer los fundamentos físicos de la microscopía óptica, microscopías electrónica y microscopías de sonda local.
31. Reconocer los términos propios de cada uno de los tópicos de la materia Metodologías y experimentación en Nanociencia y Nanotecnología.
32. Redactar informes sobre la materia en inglés.
33. Resolver problemas con la ayuda de bibliografía complementaria proporcionada.
34. Resolver problemas y tomar decisiones.
35. Seguir adecuadamente los protocolos de preparación de muestras.
36. Seguir adecuadamente los protocolos de seguridad en laboratorios con ambiente controlado y en salas limpias (o Sala Blanca).
37. Trabajar en equipo y cuidar las relaciones interpersonales de trabajo.
38. Utilizar adecuadamente las técnicas de microscopía para reconocer superficies, materiales, nanomateriales, dispositivos y microorganismos en estudios dentro el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología.
39. Utilizar el software y programario adecuado de cada una de las técnicas de microscopía para la obtención óptima de resultados experimentales.
40. Utilizar herramientas informáticas para el desarrollo, manipulación y automatización de sistemas de instrumentación y control.

## Contenido

- Microscopía de fuerzas atómicas. AFM.

Teoría. Introducción a los fundamentos de la microscopía AFM. Modos de trabajo, resolución lateral y vertical, concepto de convolución. Ventajas y limitaciones.

Práctica de laboratorio. Observación de las superficies de diferentes materiales, estudio de la topografía, rugosidad, defectos, ordenaciones.

- Microscopía de efecto túnel - STM.

Teoría: Introducción del efecto túnel. Materiales Piezoeléctricos. Microscopías de proximidad. Fundamentos de la microscopía STM. Modos de trabajo, ventajas y limitaciones.

Práctica de laboratorio. Utilización de un equipo STM de docencia. Análisis e interpretación de imágenes superficiales obtenidas con muestras de grafito, oro y disulfuro de molibdeno.

- Microscopía Electrónica. SEM / TEM.

Teoría. Introducción a la microscopía electrónica de barrido y de transmisión. Aplicaciones en el campo de la ciencia de los materiales y la nanotecnología. Visita al servicio de microscopía de la UAB.

Práctica virtual. Análisis de la microestructura superficial de diferentes materiales utilizando microscopios SEM/TEM. Interpretación de los datos.

- Superficies y tratamientos superficiales.

Teoría: Introducción a los conceptos de superficie ideal, funcionalización, tractamentssuperficials. Conceptos de mojabilidad, hidrofobicidad y hidrofiliidad.

Práctica de laboratorio. Tratamientos físicos y químicos de diversas superficies, observación y discusión de los

efectos del tratamiento sobre la mojabilidad de las superficies.

- Tecnología del Vacío.

Teoría: Definición de vacío y sus aplicaciones. Introducción a los conceptos teóricos de teoría cinética de los gases, gases residuales, recorrido libre medio, tiempo de formación de una monocapa, velocidad de bombeo, conductancia.

Práctica en línea: videos y problemas sobre equipos de creación y medida del vacío. Velocidad de bombeo y conductancia.

- Difracción de rayos X.

Teoría: introducción a la cristalografía. Teoría reticular. Estructuras cristalinas. Índice de Miller. Geometría Bragg-Brentano. Difracción de rayos-X.

Práctica PC. Utilización del Programa Carine Crystallography para el estudio de estructuras cristalinas y obtención de diagramas de difracción de polvo. Análisis cristalografía de las estructuras (distancias de enlace, número de coordinación, etc). Uso de la base de datos del PDF (Powder Diffraction File), del ICDD (International Centre for Diffraction Data) para la identificación de fases

Práctica de laboratorio. Utilización de un difractor de docencia. Adquisición de espectros de difracción de monocristales. Análisis de los datos. Determinación de parámetros de celda, indexación de picos. Índice de Miller {hkl}. Planes e hileras, orientaciones preferenciales.

## Metodología

La asignatura se divide en 21h de teoría, 6 horas de problemas en el aula y 40 horas de prácticas (laboratorio y en línea).

Teoría: se introducirán los conceptos fisicoquímicos que se utilizarán en las diferentes técnicas experimentales. Se realizarán ejercicios que permitirán una mejor comprensión de los fenómenos implicados así como introducir el tratamiento de datos y la interpretación de estos.

Problemas en el aula: Uso de software libre Carine Crystallography para la resolución de problemas sobre estructuras cristalinas y difracción. El alumno llevará su propio ordenador.

Prácticas: Las sesiones prácticas se realizarán en grupo o individualmente para lograr los resultados de aprendizaje propios de la asignatura.

El alumno encontrará en el aula Moodle de la asignatura los apuntes en formato pdf, la distribución por grupos, el calendario y los guiones de las prácticas. Por el perfecto aprovechamiento de las horas prácticas el alumno tendrá que revisar antes de cada práctica la teoría correspondiente, el guión de la práctica y la documentación complementaria (artículos, videos, etc) correspondiente.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de teoría	21	0,84	6, 9, 11, 30, 31
Entrega de Trabajos o problemas	6	0,24	3, 4, 12, 28, 16, 17, 18, 24, 27, 33, 34, 40, 39

Prácticas en laboratorio o aula PC	40	1,6	1, 2, 3, 4, 12, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 39
tutorías	8	0,32	2, 3, 4, 12, 6, 7, 9, 11, 28, 14, 17, 23, 24, 27, 30, 31, 34
Tipo: Autónomas			
Busquedas bibliográficas	2	0,08	4, 6, 8, 28
Estudio individual	16	0,64	4, 6, 8, 28, 14, 17, 18, 23, 24, 26, 27, 31, 33, 34
Lectura de guiones	22	0,88	14, 31, 35, 36
Redacción de informes de prácticas	28	1,12	3, 12, 6, 7, 8, 9, 28, 17, 18, 26, 32, 37
Resolución de problemas	4	0,16	2, 4, 12, 28, 15, 17, 18, 24, 27, 33, 34

## Evaluación

Las competencias de esta asignatura serán evaluadas mediante diferentes vías, cada una con cierto peso en la nota final.

- Examen teórico: se realizarán una prueba escrita tipo test con un peso total de 30% de la nota final, que permitirá evaluar la asimilación de los conceptos teóricos estudiados a lo largo de la asignatura. La nota mínima de la prueba teórica para aprobar la asignatura será de 3.5. El alumnado dispondrá de una segunda oportunidad para superar este mínimo, y por tanto poder aprobar la asignatura, o para mejorar su evaluación final.

- Entregas (informes, problemas). se realizará una evaluación para cada una de las entregas con el peso especificado a la tabla de actividades formativas.

- Remarcar que antes de las sesiones prácticas de laboratorio (AFM, STM, Superficies y XRD) el alumno dispondrá de un test individual y obligatorio previo a la práctica correspondiente. La superación de este test sumará 0.5/10 a la nota final de la práctica correspondiente y la NO superación a tiempo significará una penalización de 0.25/10.

- La asistencia a todas las prácticas y su realización es obligatoria. No existe prueba de recuperación de la evaluación de las actividades prácticas.

Para aprobar la asignatura hay que tener una nota final igual o superior a 5, siempre y cuando se haya obtenido un mínimo de 3.5 al examen teórico.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entrega problemas XRD- CARINE	10	0	0	3, 4, 12, 6, 7, 8, 14, 16, 18, 22, 23, 24, 27, 31, 33, 34, 37
Informe práctica ME	10	0	0	2, 3, 4, 12, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 25, 27, 30, 32, 37, 38, 39
Informe práctica Superficies	10	0	0	1, 3, 4, 12, 6, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 31, 35, 36, 37, 40

Informe práctica XRD	10	0	0	3, 12, 6, 7, 8, 10, 28, 14, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 27, 31, 33, 34, 35, 37
Informes practicas Microscopías de sonda de proximidad (AFM i STM)	20	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 28, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 37, 38, 40, 39
exàmen teóricu	30	3	0,12	2, 3, 12, 9, 11, 15, 17, 18, 23, 27, 30
prueba de conocimiento sobre tecnología del vacío	10	0	0	1, 3, 12, 6, 7, 8, 14, 19, 22, 23, 27, 31, 33, 34, 36, 37

## Bibliografía

Bibliografía (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

## Software

Carine Crystallography. Programario de analisi de datos (Matlab, Excel o equivalente).