

**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: Gemma Garcia Alonso
Correo electrónico: Gemma.Garcia@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

Martí Gibert Roca
Aitor Lopeandía Fernández

Equipo docente externo a la UAB

Ignasi Mata

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.
- Efectuar evaluaciones correctas del impacto ambiental y socioeconómico asociado a las sustancias químicas y a los nanomateriales.
- 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 microscopía 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 microscopía (óptica, SEM, TEM y microscopías 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 riesgos para el medio ambiente asociados a la manipulación de compuestos químicos y materiales en general.
32. Reconocer los términos propios de cada uno de los tópicos de la materia Metodologías y experimentación en Nanociencia y Nanotecnología.
33. Redactar informes sobre la materia en inglés.
34. Resolver problemas con la ayuda de bibliografía complementaria proporcionada.
35. Resolver problemas y tomar decisiones.
36. Seguir adecuadamente los protocolos de preparación de muestras.
37. Seguir adecuadamente los protocolos de seguridad en laboratorios con ambiente controlado y en salas limpias (o Sala Blanca).
38. Trabajar en equipo y cuidar las relaciones interpersonales de trabajo.
39. Utilizar adecuadamente las técnicas de microscopía para reconocer superficies, materiales, nanomateriales, dispositivos y microorganismos en estudios dentro el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología.
40. Utilizar el software y programario adecuado de cada una de las técnicas de microscopía para la obtención óptima de resultados experimentales.
41. 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.

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. 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.

Practica. Practica virtual. Análisis de la microestructura superficial de diferentes materiales utilizando microscopios SEM y 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.

Practica. 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.

Practica: Uso y familiarización con un equipo experimental de laboratorio de vacío medio (bomba rotatoria, sensores de presión, válvulas de vacío).

- Difracción de rayos X.

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

Practica virtual. Utilización del Programa Carine Crystallography para el estudio de estructuras cristalinas y obtención de diagramas de difracción de polvo. Análisis cristalquímica 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

Practica real. Utilización de un difractómetro de docencia. Adquisición de espectros de difracción de monocristales. Análisis de los datos. Determinación de parámetros de cel.la, indexación de picos. Índice de Miller {hkl}. Planes e hileras, orientaciones preferenciales.

Metodología

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

En la parte teórica se introducirán los conceptos fisicoquímicos que se utilizarán en las diferentes técnicas experimentales. En la medida de lo posible se realizarán ejercicios teóricos que permitirán una mejor comprensión de los fenómenos implicados así como introducir el tratamiento de datos y la interpretación de los mismos. Las sesiones prácticas se realizarán en grupo. El alumno encontrará en el aula moodle de la asignatura, los apuntes en formato pdf, la distribución por grupos y el calendario de prácticas, los guiones de las prácticas así como las instrucciones para la realización y entrega de los informes. Por perfecto aprovechamiento de las horas prácticas el alumno deberá revisar antes de cada práctica la teoría correspondiente, el guión de la práctica y la documentación complementaria (artículos, vídeos, etc) correspondiente.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de teoría	21	0,84	6, 9, 11, 30, 32
Entrega de Trabajos o problemas	6	0,24	3, 4, 12, 28, 16, 17, 18, 24, 27, 34, 35, 41, 40
Prácticas en laboratorio	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,

o aula PC			26, 27, 29, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 40
tutorías	8	0,32	2, 3, 4, 12, 6, 7, 9, 11, 28, 14, 17, 23, 24, 27, 30, 32, 35
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, 32, 34, 35
Lectura de guiones	22	0,88	14, 32, 36, 37
Redacción de informes de prácticas	28	1,12	3, 12, 6, 7, 8, 9, 28, 17, 18, 26, 33, 38
Resolución de problemas	4	0,16	2, 4, 12, 28, 15, 17, 18, 24, 27, 34, 35

Evaluación

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

- Exámenes teóricos: se realizarán dos pruebas escritas, antes y después de las prácticas, con un peso total de 30% de la nota final, que permitirá evaluar los conceptos teóricos estudiados a lo largo de la asignatura. La nota mínima de las pruebas teóricas para aprobar la asignatura será de 3.5.

- Una entrega de problemas: sobre la práctica virtual de uso del software Carine con un peso de 10%.

- Entrega de 6 Informes de prácticas: se evaluarán los informes de las prácticas realizadas en grupo, con un peso por cada informe del 10%.

- Remarcar que antes de cada sesión práctica, el profesorado realizará una breve prueba oral sobre el contenido teórico visto en el aula y sobre el guión de la práctica, de lectura previa obligatoria, con el fin de asegurarse de que el alumnado ha preparado correctamente la sesión. La NO superación de esta prueba podrá significar una penalización respecto a la nota final o la NO realización de la práctica con la correspondiente calificación de la misma con un cero.

- La asistencia a las prácticas es obligatoria. No existe prueba de recuperación de las actividades prácticas.

- La asistencia a la práctica virtual (Carine) en el aula de informática es obligatoria

- La asistencia a las clases de teoría y problemas es altamente recomendada, ya que se realizará uno de los dos test de conocimientos en alguna de las sesiones finales.

Para aprobar la asignatura es necesario tener una nota final igual o superior a 5, siempre y cuando se haya obtenido un mínimo de 3.5 en las pruebas teóricas. En caso que no se obtenga una nota igual o superior a 3.5 en las pruebas teóricas, se tendrá derecho a una prueba de recuperación teórica que contará un 50% de la nota final de teoría, es decir del 30% de la nota global de la asignatura.

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, 32, 34, 35, 38

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, 33, 38, 39, 40
Informe práctica Superficies	10	0	0	1, 3, 4, 12, 6, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 31, 32, 36, 37, 38, 41
Informe práctica XRD	10	0	0	3, 12, 6, 7, 8, 10, 28, 14, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 27, 32, 34, 35, 36, 38
Informe práctica vacío	10	0	0	1, 3, 12, 6, 7, 8, 14, 19, 22, 23, 27, 32, 34, 35, 37, 38
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, 32, 34, 36, 38, 39, 41, 40
exàmen teóricu	30	3	0,12	2, 3, 12, 9, 11, 15, 17, 18, 23, 27, 30

Bibliografía

- Materials characterization: introduction to microscopic and spectroscopic methods / Yang Leng

Llibre en línia | John Wiley & Sons | 2008

- X-Ray Diffraction Crystallography : Introduction, Examples and Solved Problems / by Yoshio Waseda, Eiichiro Matsubara, Kozo Shinoda

Llibre en línia | Springer Berlin Heidelberg | 2011

- Láminas Delgadas y Recubrimientos : Preparación, propiedades y aplicaciones J.M. Albella (ed.) ISBN: 978-84-00-08166-9