

Titulación	Tipo	Curso
Nanociencia Aplicada: de Materiales a Dispositivos / Applied Nanoscience: From Materials to Devices	OP	1

Profesor/a de contacto

Nombre : Marta Gonzalez Silveira

Correo electrónico : marta.gonzalez@uab.cat

Equipo docente (externo a la UAB)

Marc Gonzàlez Cuxart

Deniel Martín Jiménez

Belén Ballesteros Pérez

Idiomas de los grupos

Puede consultar esta información al [final](#) del documento.

Prerrequisitos

Conocimientos de física y química de la materia condensada, incluyendo estructura atómica, enlace químico, cristalografía, estructura de bandas y propiedades electrónicas, ópticas y magnéticas de los materiales. También se requieren conocimientos de conceptos de mecánica cuántica como la dualidad onda-partícula, los estados cuánticos y el efecto túnel electrónico, así como familiaridad con la ciencia de superficies y las interacciones a escala atómica, relevantes para las técnicas de microscopía de sonda de barrido y microscopía electrónica.

Objetivos

La asignatura tiene como objetivo presentar cómo pueden investigarse los conceptos de la física y la química de la materia condensada mediante técnicas experimentales modernas, específicamente las microscopías de sonda de barrido y electrónica. Estas permiten la visualización directa y el análisis espectroscópico de la materia a escala nanométrica y subnanométrica, que son las escalas de longitud relevantes en las que emergen los fenómenos físicos y químicos regidos por la mecánica cuántica.

Al finalizar la asignatura, el estudiantado será capaz de:

- Comprender e identificar los principios fundamentales de funcionamiento de las principales técnicas de microscopía a escala atómica, incluidos los métodos de microscopía de sonda de barrido y la microscopía electrónica de transmisión.

- Interpretar y relacionar distintos tipos de medidas espectroscópicas locales con la información física y/o química que proporcionan sobre materiales a nanoescala.
- Familiarizarse con los principios básicos de funcionamiento de la microscopía de sonda de barrido y de la microscopía electrónica de transmisión.
- Analizar e interpretar conjuntos de datos topográficos y espectroscópicos, correlacionando sus características principales para extraer información física y química significativa.
- Conectar las propiedades estructurales, electrónicas y químicas locales de los materiales con su entorno a escala atómica.
- Distinguir entre contribuciones puramente topográficas e información espectroscópica en señales de medida complejas y acopladas.
- Integrar información procedente de múltiples técnicas espectroscópicas y de imagen para construir una comprensión global de las propiedades de los nanomateriales.

Resultados de aprendizaje

- CA11 (Relacionar propiedades físicas/químicas locales con el entorno atómico.) Relacionar propiedades físicas/químicas locales con el entorno atómico.
- CA12 (Discriminar información puramente topográfica de la espectroscópica en técnicas convolucionadas.) Discriminar información puramente topográfica de la espectroscópica en técnicas convolucionadas.
- CA13 (Combinar diferentes espectroscopias para obtener una información completa sobre propiedades específicas de nanomateriales) Combinar diferentes espectroscopias para obtener una información completa sobre propiedades específicas de nanomateriales
- KA11 (Identificar los principios de operación de dos técnicas de microscopía a escala atómica: la familia de microscopía de sonda de barrido y la microscopía electrónica de transmisión.) Identificar los principios de operación de dos técnicas de microscopía a escala atómica: la familia de microscopía de sonda de barrido y la microscopía electrónica de transmisión.
- KA12 (Relacionar el tipo de espectroscopía local con la información física/química que se puede obtener con ella.) Relacionar el tipo de espectroscopía local con la información física/química que se puede obtener con ella.
- SA13 (Utilizar de manera básica un microscopio de sonda.) Utilizar de manera básica un microscopio de sonda.
- SA14 (Utilizar de manera básica un microscopio electrónico de transmisión.) Utilizar de manera básica un microscopio electrónico de transmisión.
- SA15 (Analizar mapas topográficos y espectroscópicos correlacionando sus características principales.) Analizar mapas topográficos y espectroscópicos correlacionando sus características principales.

Contenidos

MODULE 1: Atomic Force Microscopy (AFM) - 7 h (Daniel Martín)

- Historia de la microscopía de fuerza atómica.
- Conceptos básicos de ciencia de superficies.
- Fuerzas superficiales.
- Funcionamiento de la AFM.
- Parámetros del sensor AFM.
- AFM en diferentes entornos.
- Modos de medida en AFM.
- Force-Distance Curves.
- Artefactos de imagen.
- Nanotribología y microscopía de fuerza de fricción (FFM).
- Caracterización eléctrica a nanoescala.
- Aplicaciones de AFM.
- Microscopía de fuerza electrostática (EFM) y microscopía Kelvin de fuerza (KPFM).

- AFM de modulación de frecuencia en ultra alto vacío (FM-AFM-UHV).
- Últimos avances en AFM.
- Software para análisis de imagen.
- Requisito: El estudiantado debe traer sus propios ordenadores e instalar el software requerido.
- Propiedades nanomecánicas.

MODULE 2: Scanning Tunnelling Microscopy (STM) - 6 h (Marc González Cuxart)

- Fundamentos e historia.
- Efecto túnel.
- Conceptos electrónicos.
- Funcionamiento de la STM.
- Imagen y topografía.
- Instrumentación.
- STM y espectroscopía de efecto túnel de barrido (STS).
- STM y espectroscopía de efecto túnel electrónico inelástico (IETS).
- Manipulación atómica.
- Técnicas avanzadas de STM.

MODULE 3: Transmission Electron Microscopy (TEM) - 6 h (Belén Ballesteros)

- Fundamentos e historia de la microscopía electrónica.
- Fundamentos de la microscopía electrónica.
- Tecnología central de la TEM y aberraciones.
- Instrumentación TEM y función de las diferentes partes.
- Principios de formación de contraste en TEM.
- Técnicas de difracción electrónica.
- Microscopía electrónica de transmisión de barrido.
- Espectroscopías en TEM a escala atómica.
- Técnicas avanzadas de TEM.
- Estrategias para la preparación de muestras para TEM.

Actividades formativas y Metodología

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Trabajo autónomo	48	1,92	
Clases prácticas	2	0,08	CA11, CA12, CA13, KA11, KA12, SA13, SA14, SA15
Tutorías	8	0,32	CA11, CA12, CA13, KA11, KA12, SA15
Clases magistrales	17	0,68	CA11, CA12, CA13, KA11, KA12, SA13, SA14, SA15

Las clases consistirán en clases magistrales teóricas, sesiones prácticas supervisadas y tutorías. Se realizarán visitas a instalaciones científicas donde se podrán ver en funcionamiento los diferentes tipos de microscopios estudiados en la asignatura.

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.

Evaluación

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Pruebas escritas (x3)	60%	0	0	CA11, CA12, CA13, KA11, KA12, SA13, SA14, SA15
Presentación oral	40%	0	0	CA11, CA12, CA13, KA11, KA12, SA15

Tres pruebas escritas que se entregarán durante el curso (20% cada una).

Presentación oral al final del curso (40%).

Bibliografía

R García. Amplitude modulation atomic force microscopy. Wiley-VCH, 2010. 373, 2010

Garcia, R., & Perez, R. (2002). Dynamic atomic force microscopy methods. *Surface science reports*, 47(6-8), 197-301.

Cappella, B., & Dietler, G. (1999). Force-distance curves by atomic force microscopy. *Surface science reports*, 34(1-3), 1-104.

Axt, A., Hermes, I. M., Bergmann, V. W., Tausendpfund, N., & Weber, S. A. (2018). Know your full potential: Quantitative Kelvin probe force microscopy on nanoscale electrical devices. *Beilstein journal of nanotechnology*, 9(1), 1809-1819.

R. Wiesendanger, *Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy: Methods and Applications*, Cambridge University Press, (1994).

Williams, D. B., & Carter, C. B. *Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science* (2nd ed.). Springer (2009).

Software

Nanonis STM Simulator V5e (<https://www.specs-group.com/nanonis/products/mimea/>).

Gwyddion (<https://gwyddion.net/>).

Grupos e idiomas de la asignatura

La información proporcionada es provisional hasta el 30 de noviembre. A partir de esta fecha, podrá consultar el idioma de cada grupo a través de este [enlace](#). Para acceder a la información, será necesario introducir el CÓDIGO de la asignatura

Tipo de docencia	Grupo	Idioma	Semestre	Turno
(TEm) Teoría (máster)	1	Inglés	primer cuatrimestre	tarde