

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA Y TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN

MÓDULO	MATERIA	ASIGNATURA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	CARÁCTER
COMÚN	Microscopía electrónica y técnicas de caracterización	Microscopía electrónica y técnicas de caracterización	1	1	3	Obligatoria
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)			
Fernando Vereda Moratilla Isabel Sánchez Almazo María del Mar Abad Ortega Fátima Linares Ordóñez			<p>Fernando Vereda Moratilla: Dpto. Física Aplicada, 1ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 11. Tel. 958240025 fvereda@ugr.es</p> <p>Isabel Sánchez Almazo: Centro de Instrumentación Científica (Microscopía de Barrido Ambiental) Tel. 958248846/7 sanchez@ugr.es</p> <p>Mª del Mar Abad Ortega: Centro de Instrumentación Científica (Microscopía Electrónica de transmisión de Alta Resolución) Tel. 958249989 mmabad@ugr.es</p> <p>Fátima Linares Ordóñez: Centro de Instrumentación Científica (Microscopía de Fuerza Atómica) Tel. 958244209 flinaor@ugr.es</p>			
			HORARIO DE TUTORÍAS			
			Fernando Vereda Moratilla: Lunes, miércoles y viernes de 9:30 a 11:30			
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR			
Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica por la Universidad de Granada						



PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)

Conocimientos básicos de los fenómenos de interacción radiación-materia. Dualidad onda-partícula y empleo de electrones en microscopía. Estructura cristalina de los sólidos y métodos de difracción de radiación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)

Microscopía electrónica de barrido y transmisión (SEM, TEM). Microscopía de fuerza atómica (AFM). Instrumentación en microscopía. Instrumentación en análisis de estructuras.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DEL MÓDULO

CG3 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.

CG4 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.

CG5 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CE1 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.

CE2 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.

CE3 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.

CE4 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.



OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El estudiante deberá llegar a conocer los aspectos fundamentales de la tecnología SEM, TEM-STEM y AFM, y eventualmente manejar alguno de los microscopios existentes en el Centro de Instrumentación Científica de la UGR, aunque sea bajo supervisión.

Debe ser capaz de diagnosticar las condiciones que hacen necesario el empleo de una u otra de las técnicas disponibles.

Igualmente, se requerirá que esté preparado para interpretar los resultados obtenidos en la propia microscopía (imágenes de campo claro, campo oscuro, difracción de electrones, STEM-HAADF, alta resolución, imágenes de electrones secundarios y electrones retrodispersados, EBSD), así como en difracción de rayos X, EDX, EELS.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- Introducción. Límites de la microscopía óptica.
- Generalidades sobre la interacción radiación-materia.
- Difracción en muestras amorfas y cristalinas: ley de Bragg, red recíproca y esfera de Ewald.
- Reglas que rigen la difracción de electrones en TEM. Métodos e interpretación de resultados.
- Componentes en los microscopios electrónicos: cañones de electrones, lentes, aperturas, detectores.
- Preparación de muestras.
- TEM: formación de imagen; técnicas existentes: contraste de amplitud, imágenes de campo claro (BF) y campo oscuro (DF), contraste de fase y alta resolución (HRTEM y UHRTEM), barrido de electrones transmitidos (STEM-HAADF), tomografías en TEM. Difracción de electrones mediante selección de área (SAED)
- SEM: formación de imagen; electrones secundarios y retrodispersados; SEM ambiental; EBSD (electron backscatter diffraction)
- Espectrometría por dispersión de energía (EDX). Espectrometría por pérdida de energía (EELS),
- AFM: componentes de un AFM; modos de operación; imágenes de topografía e imágenes de fase; medidas de fuerza y otras aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- J. Mittemeijer and Udo Welzel (Ed), "Modern diffraction methods", Wiley-VCH, 2013.
- Qiang Wu, Fatima A. Merchant, Kenneth R. Castleman, "Microscope image processing", Elsevier/Academic Press, 2008.
- A. W. Robards, A. J. Wilson (Ed), "Procedures in electron microscopy", John Wiley & Sons, 1993
- Miguel Aballe Carride, José López Ruiz, Paloma Adeva Ramos, José María Badía Pérez, "Microscopía electrónica de barrido y microanálisis por rayos X", CSIC, 1996.
- Joseph I. Goldstein *et al.*, "Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis", Kluwer Academic, 2003.
- D.B. Williams & C. B. Carter, "Transmission electron microscopy: A textbook for materials science." Ed. Plenum Press, 1996.
- P. Buseck, J Cowley & L. Eyring (Eds.) "High-Resolution Transmission electron microscopy and associated techniques" Ed. Oxford Science Publications, 1992
- P. Buseck (Ed), "Minerals and reactions at the atomic scale: Transmission electron microscopy." Rev. in Mineralogy, Vol 27. Series Editor: P.H. Ribbe. Mineralogical Society of America, 1992
- G. Haugstad, "Atomic force microscopy: exploring basic modes and advanced applications" John Wiley & Sons, 2012. Recurso electrónico en la biblioteca de la Universidad de Granada.
- P.C. Braga, D. Ricci, "Atomic force microscopy in biomedical research: Methods and protocols." Methods in Molecular Biology. Vol. 736. Springer 2011. Recurso electrónico en la biblioteca de la Universidad de Granada.



- Manuel Rodríguez Gallego, "La difracción de los rayos X", Alhambra, 1982.
- A. Guinier, "X-ray diffraction in crystals, imperfect crystals and amorphous bodies" Dover Publications Inc., 1994

ENLACES RECOMENDADOS

www.mse.iastate.edu/research/laboratories/sem/microscopy/ (Enlace de Iowa State University sobre el SEM)
www.fei.com/introduction-to-electron-microscopy/ (Introducción a la microscopía electrónica del fabricante FEI)
www.matter.org.uk/tem/ (Ideas básicas sobre el TEM del consorcio 'Matter' formado por universidades británicas)
www.doitpoms.ac.uk/tlplib/tem/index.php (página de la Universidad de Cambridge dedicada al TEM)
www.doitpoms.ac.uk/tlplib/afm/index.php (página de la Universidad de Cambridge dedicada al AFM)

METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección magistral (Clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- Actividades prácticas (Clases prácticas). Para desarrollar en el alumnado las habilidades instrumentales de la materia.
- Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.
- Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Resolución de colecciones de problemas y actividades propuestas por el profesor
 (Entre 30% y 60%)

Evaluación de un trabajo final de la materia sobre técnicas relacionadas con el curso y su aplicación en la investigación.
 (Entre 30% y 60%)

Realización de exámenes
 (Entre 0% y 40%)

Seguimiento del trabajo de los alumnos en el laboratorio
 (Entre 0% y 10%)

INFORMACIÓN ADICIONAL



ugr | Universidad
de Granada