

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

Código	44420
Nombre	Técnicas físicas de nanofabricación
Ciclo	Máster
Créditos ECTS	3.0
Curso académico	2022 - 2023

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2208 - M.U. en Nanociencia y Nanotecnología Molecular	Facultad de Química	1	Primer cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Caracter
2208 - M.U. en Nanociencia y Nanotecnología Molecular	4 - Técnicas físicas de nanofabricación	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
CORONADO MIRALLES, EUGENIO	320 - Química Inorgánica

RESUMEN

Se pretende que los alumnos adquieran aquellos conocimientos básicos relacionados con la aproximación ascendente para la nanofabricación, en particular las posibilidades y los límites de las técnicas litográficas como herramienta para la nanofabricación

CONOCIMIENTOS PREVIOS**Relación con otras asignaturas de la misma titulación**

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

**Otros tipos de requisitos**

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

COMPETENCIAS**2208 - M.U. en Nanociencia y Nanotecnología Molecular**

- Que los/las 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.
- Que los/las 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.
- Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
- 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.
- Que los estudiantes hayan adquirido los conocimientos y habilidades necesarias para seguir futuros estudios de doctorado en Nanociencia y Nanotecnología
- Que los estudiantes de un área de conocimiento (p.e. física) sean capaces de comunicarse e interactuar científicamente con colegas de otras áreas de conocimiento (p.e. química en la resolución de problemas planteados por la Nanociencia y la Nanotecnología Molecular.
- Conocer las aproximaciones metodológicas utilizadas en Nanociencia.
- Conocer las principales técnicas de nanofabricación de sistemas moleculares.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Se pretende que los alumnos adquieran aquellos conocimientos básicos relacionados con la aproximación ascendente para la nanofabricación, en particular las posibilidades y los límites de las técnicas litográficas como herramienta para la nanofabricación.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS**1. Técnicas físicas de nanofabricación**

- 1) Introducción: Técnicas litográficas en el contexto de técnicas de nanofabricación.
- 2) Litografía óptica.
 - 2.1. Procesos básicos y lift-off.
 - 2.2. Deposición de películas delgadas de foto-resina mediante spin-coating.
 - 2.3. Exposición de la foto-resina a través de una máscara: métodos y resolución; técnicas para mejorar



la resolución; Foto-resinas: tipos, ejemplos, parámetros de evaluación, foto-resinas amplificadas químicamente.

2.4. Límites y futuro de la técnica.

3) Técnicas de ataque.

3.1 Técnicas de ataque húmedo.

3.2 Técnicas de ataque seco: ataque iónico reactivo (RIE) y variantes, sputtering, ablación láser, etc.

3.3 Salas limpias.

4) Nanolitografía mediante nanoimpresión y microcontacto.

4.1. Impresión por microcontacto.

4.2. Litografía de nanoimpresión (NIL) y variantes: NIL térmico, NIL a temperatura ambiente, NIL asistido por disolventes, step and flash NIL, etc

4.3. Moldeado de plásticos: hot embossing, inyección, etc.

5) Litografía por haz de electrones

5.1 El microscopio electrónico de barrido (SEM).

5.2 Interacciones entre los electrones y la materia.

5.3 Litografía por haz de electrones.

5.4 Aplicaciones y algunos ejemplos.

6) Litografía por sonda de barrido (SPL).

6.1 El microscopio de fuerzas.

6.2 La variedad de litografías por sonda de barrido.

6.3 SPL oxidativo.

6.4 SPL térmico.

6.5 Aplicaciones: Transistores de nanohilos de Silicio; sensores bimoleculares; arquitecturas moleculares.

7) El microscopio de fuerzas atómicas (AFM) en biología y en ciencia de materiales.

7.1 Principios de operación.

7.2 Modos AFM.

7.3 Fuerzas y resolución especial.

7.4 Imágenes de alta resolución de materia blanda.

7.5 Espectroscopías de fuerzas nanomecánicas y de moléculas aisladas.

8) Litografía por haz de iones focalizado (FIB) y otros métodos directos de grabado.

8.1 Introducción a los métodos de grabado directo.

8.2 Litografía por haz laser.

8.3 Grabado asistido por haz de electrones.

8.4 Litografía por haz de iones focalizado.

**VOLUMEN DE TRABAJO**

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	15,00	100
Tutorías regladas	5,00	100
Seminarios	4,00	100
Otras actividades	2,00	100
Preparación de actividades de evaluación	39,00	0
Preparación de clases de teoría	10,00	0
TOTAL	75,00	

METODOLOGÍA DOCENTE

- Clases teóricas lección magistral participativa
- Discusión de artículos.
- Debate o discusión dirigida.
- Discusión de casos prácticos o problemas en seminario.
- Seminarios.
- Problemas.
- Prácticas y demostraciones de laboratorio y visitas a instalaciones.
- Conferencias de expertos.
- Asistencia a cursos, conferencias o mesas redondas.

EVALUACIÓN



Examen escrito sobre contenidos básicos de la materia	70-90%
Asistencia y participación activa en los seminarios.	0-10%
Resolución de cuestiones.	10-20%

REFERENCIAS

Básicas

- From Instrumentation to Nanotechnology, J.W. Gardner, H.T. Hingle, Gordon & Breach Publishing Group, 1999.
- Micromachines & Nanotechnology: The Amazing New World of the Ultrasmall, David Darling, Silver Burdett Press, 1995.
- Zheng Cui (Author) Micro-Nanofabrication: Technologies and Applications; Higher Education Press; Springer; 2005.
- E. Menard et al. Micro- and Nanopatterning Techniques for Organic Electronic an optoelectronic system; Chem. Rev. 107, 1117, 2007.
- P. Rai-Choudhury (Ed) Handbook of Microlithography, Micromachining and Microfabrication, Vol. 1, SPIE Optical Engineering Press, Bellingham, WA, 1997
- Kazuaki Suzuki & Bruce W. Smith (Eds.) Microlithography: Science & Technology, 2nd Ed. (Optical Sci. and Eng.); CRC Press, 2007
- D. Xia, Z. Ku, S.C. Lee, and S.R.J. Brueck, Nanostructures and Functional Materials Fabricated by Interferometric Lithography, Adv. Mater. 23, 147 179 (2011).

Complementarias

- Fundamentals of microfabrication and nanotechnology. M.J. Madou, CRC Press (2011)
- Amplitude modulation AFM, R. Garcia, Wiley-VCH (2010)
- Scanning Probe Microscopy: The lab on a tip, E. Meyer, H. Hug, R. Bennewitz, Springer (2004)
- Advanced scanning probe lithography, R.. Garcia, A.W. Knoll, E. Riedo, Nature Nanotechnology 9, 577-587 (2014)