Asignatura: Microscopiás de efecto túnel y de fuerzas
Código: 32679
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Microscopias de efecto túnel y de fuerzas/Scanning Probe Microscopy

1.1. Código / Course number

32679

1.2. Materia / Content area

Módulo de especialidad: Nanofísica y Biofísica / Specialization module: Nanophysics and Biophysics

1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / Elective subject

1.4. Nivel / Course level

Máster / Master

1.5. Curso / Year

1º/1st

1.6. Semestre / Semester

2º / 2nd

1.7. Idioma / Language

Inglés y castellano / English and Spanish

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Para cursar esta asignatura es imprescindible poseer un buen conocimiento de Física del Estado Sólido y de Física de Superficies. También se debe disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer la bibliografía de consulta / To follow this subject,

Asignatura: Microscopiás de efecto túnel y de fuerzas
Código: 32679
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

a good background in Solid State Physics and Surface Science is required. Students must have a level of English suitable to read references in that language.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es obligatoria al menos en un 90% / Attendance of (minimum) 90% of the lectures is mandatory
La asistencia a los prácticas experimentales y de simulaciones teóricas es obligatoria en un 100% / Attendance to 100% of experimental and simulations practical lessons is mandatory

1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Coordinador / Coordinator: Jose María Gómez Rodríguez
Departamento de / Department of: Física de la Materia Condensada
Facultad / Faculty: Ciencias
Despacho - Módulo / Office – Module: 01.03.DES.609
Teléfono / Phone: +34 91 497 6417
Correo electrónico/Email: josem.gomez@uam.es
Página web/Website:
Horario de atención al alumnado/Office hours: LXJ 12.30-13:30h

Coordinador / Coordinator: Rubén Pérez Pérez
Departamento de / Department of: Física Teórica de la Materia Condensada
Facultad / Faculty: Ciencias
Despacho - Módulo / Office – Module: 01.05.DES.601
Teléfono / Phone: +34 91 497 4906
Correo electrónico/Email: ruben.perez@uam.es
Página web/Website: www.uam.es/ruben.perez
Horario de atención al alumnado/Office hours: LXJ 12.00-13:00h

1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El curso presenta una introducción a algunos conceptos fundamentales en Nanotecnología, con especial énfasis en la caracterización y manipulación mediante microscopios de proximidad (SPM): microscopios de efecto túnel, de fuerzas atómicas y óptico de campo cercano. Se proporciona, además, una primera aproximación (mediante prácticas tuteladas) a estas técnicas experimentales y a su simulación teórica./This is an introductory course dealing with some basic concepts in Nanotechnology, with a special focus on the characterization and manipulation of solid surfaces using scanning probe microscopes (SPM), i.e. scanning tunneling microscopy and atomic force microscopy. The students will have also a first approach

to experiments and theoretical simulations related to these techniques by means of tutorial sessions.

El objetivo de esta asignatura es conseguir a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, que el estudiante, al finalizar el mismo, sea capaz de alcanzar las competencias generales y específicas de la materia y adquirir los conocimientos teóricos y prácticos descritos en sus contenidos. En particular, el estudiante adquirirá conocimientos sobre los fundamentos, aplicaciones, manejo e interpretación de microscopías de proximidad.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

- CG1 - Desarrollar destrezas teóricas y experimentales que permitan aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares), los conceptos, principios, teorías o modelos adquiridos y relacionados con los retos que actualmente plantea la sociedad en lo referente a la Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos.
- CG2 - Saber trabajar en equipo y comunicarse con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de la Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos y sus implicaciones académicas, productivas o sociales.
- CG3 - Manejar las principales fuentes de información científica, siendo capaces de buscar información relevante a través de internet, de las bases de datos bibliográficas y de la lectura crítica de trabajos científicos, conociendo la bibliografía especializada en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos.
- CG4 - Ser capaz de elaborar documentos escritos con datos bibliográficos, teóricos y/o experimentales, escribiendo un resumen o articulado en extenso - tal y como se realizan los artículos científicos-, formulando hipótesis razonables, composiciones originales y conclusiones motivadas.
- CG5 - Presentar públicamente los resultados de una investigación o un informe técnico, comunicar las conclusiones a un tribunal especializado, personas u organizaciones interesadas, y debatir con sus miembros cualquier aspecto relativo a los mismos.
- 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.
- CE10 - La capacidad de síntesis y de transferencia de conocimientos de nuevas ideas y técnicas (tanto teóricas como experimentales) para abordar nuevos problemas y/o fomentar la integración interdisciplinar en áreas tales como medicina, medio ambiente, química, biología y nanotecnología.
- CE6 - La adquisición de conocimientos avanzados, tanto desde el punto de vista teórico como experimental, en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos.
- CE7 - La adquisición de conocimientos en la vanguardia de la investigación en las áreas de Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos: teorías y experimentos actualmente en desarrollo, problemas abiertos, aplicaciones novedosas y nuevas áreas de investigación resultantes de la interconexión de diferentes disciplinas.
- CE8 - La capacidad para realizar un análisis crítico de una teoría o experimento reciente o de vanguardia en las áreas de Física de Materia Condesada y de los Sistemas Biológicos, basándose en la consistencia lógica del desarrollo formal, la rigurosidad de las técnicas (teóricas o experimentales) empleadas, y la consistencia con los conocimientos previos.
- CE9 - La capacidad para abordar y resolver un problema avanzado en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos, mediante: la elección adecuada del contexto, la identificación de los conceptos relevantes y el uso de las técnicas teóricas, experimentales y/o computacionales previamente adquiridas que constituyen la mejor aproximación para así llegar a la solución.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

1. **Microscopía de efecto túnel (STM):** Perspectiva general en microscopías de proximidad (SPM). Instrumentación en STM. Aplicaciones de STM en caracterización y nanomanipulación
2. **Teoría del transporte electrónico y aplicación a la descripción teórica del STM:** Transporte cuántico en nanoestructuras (formalismo de Landauer, funciones de Green). Aproximaciones para el STM.
3. **Microscopía de fuerzas atómicas (AFM):** Instrumentación en AFM. Aplicaciones de AFM en caracterización y nanomanipulación.
4. **Interacciones punta-muestra y teoría de AFM:** Tipos de interacción en AFM: alcance e intensidad. Teoría de AFM.
5. **Prácticas experimentales de STM y AFM**
6. **Simulaciones teóricas de STM y AFM**

Asignatura: Microscopiás de efecto túnel y de fuerzas
Código: 32679
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

1. **Scanning tunneling microscopy (STM):** Scanning Probe Microscopy (SPM) overview. STM instrumentation. STM applications: characterization and nanomanipulation.
2. **Theory of electronic transport and application to theoretical description of STM:** Quantum transport in nanostructures (Landauer formalism, Green's functions). STM approximations.
3. **Atomic force microscopy (AFM):** AFM instrumentation. AFM applications: characterization and nanomanipulation.
4. **Tip-sample interactions and AFM theory:** Types of interaction in AFM: range and intensity. AFM theory.
5. **Experimental practical sessions on STM and AFM.**
6. **Theoretical simulations for STM and AFM.**

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

- BONNEL, D. (ed.): *Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy: Theory, Techniques and Applications*, Second Edition, Wiley, New York (2001).
- CHEN, C.J.: *Introduction to Scanning Tunneling Microscopy*, Second Edition, Oxford University Press, Oxford (2008).
- GÜNTHERODT, H.-J. and WIESENDANGER R. (eds.): *Scanning Tunneling Microscopy*, Springer, Berlin (1996).
- MEYER, E., HUG, H. J. AND BENNEWITZ, R.: *Scanning Probe Microscopy. The Lab on a Tip*, Springer, Berlin (2004).
- MORITA, S., WIESENDANGER, R. and MEYER, E. (eds.): *Noncontact Atomic Force Microscopy*, Springer, Berlin (2002).
- MORITA, S., GIESSIBL, F. J. and WIESENDANGER, R. (eds.): *Noncontact Atomic Force Microscopy. Volume 2*, Springer, Berlin (2009).
- SARID, S.: *Scanning Force Microscopy*, Oxford University Press, Oxford (1994).
- STROSCIO, J.A. and KAISER W.J. (eds.): *Scanning Tunneling Microscopy*, Academic Press, San Diego (1993).
- WIESENDANGER, R.: *Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy. Methods and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge (1994).

2. Métodos docentes / Teaching methodology

Clases teóricas, prácticas experimentales tuteladas de STM y AFM y simulaciones de ordenador./Lectures, experimental practical work on STM and AFM and computer simulation sessions.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	**Clases teóricas**	**20 h (50%)**	**40%**

Asignatura: Microscopiás de efecto túnel y de fuerzas
Código: 32679
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

	Prácticas experimentales	**8 h (20%)**	
	Prácticas de simulaciones teóricas	**8 h (20%)**	
	Presentación de los trabajos finales	**4 h (10%)**	
No presencial	**Estudio semanal**	**36 h (60%)**	**60%**
	Informes de prácticas	**16 h (27%)**	
	Preparación del trabajo final	**8 h (13%)**	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 4 ECTS		**100 h**	

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

Evaluación continua, incluyendo informes de las prácticas experimentales y simulaciones teóricas y presentación oral de un trabajo que profundice en alguno de los temas impartidos. La nota final será la obtenida con la siguiente fórmula: (a) Informe de prácticas experimentales = 30%; (b) Informe de simulaciones por ordenador = 30%; (c) Trabajo de fin de curso = 30%; (d) Participación en clase = 10%./ Students will be marked using a continuous evaluation scheme that will include reports of the practical sessions (experiments and simulations) as well as a final presentation on a topic related to the course contents. The final grade will be the result of the following formula: (a) Experimental sessions report = 30%; (b) Computer theoretical simulations report = 30%; (c) Final presentation = 30%; (d) Classroom activity = 10%.

5. Cronograma* / **Course calendar**

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1-2	TEMA 1 / Unit 1	5	5
2-3-	TEMA 2 / Unit 2	5	5
3-4	TEMA 3 / Unit 3	5	5
4-5	TEMA 4 / Unit 4	5	5
6-8	TEMA 5 / Unit 5	8	8
8-10	TEMA 6 / Unit 6	8	8
11	Informes de prácticas y trabajo de fin de curso / Reports and final work	0	20

Asignatura: Microscopiás de efecto túnel y de fuerzas
Código: 32679
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y de los Sistemas Biológicos
Nivel: Máster
Tipo: Optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
12	Presentación oral de trabajos finales / Oral presentation of final works	4	4

*Este cronograma tiene carácter orientativo.