

GUÍA DOCENTE	M3 Técnicas físicas de caracterización.
COURSE GUIDE	M3. Physical characterization techniques.

1.- FICHA IDENTIFICATIVA / COURSE DATA

Datos de la Asignatura / Data Subject

Código/Code	310852
ECTS	4,5
Curso académico/Academic year	2023-24

Profesor/ Professor	Univ.	email	ECTS	Lesson
Miranda, Rodolfo	UAM	rodolfo.miranda@imdea.org	1	3.3-3.6
Otero, Roberto (coord.)	UAM	roberto.otero@uam.es	1,5	4
Sánchez, Juan Fco	UV	Juan.F.Sanchez@uv.es	1	2; 3.1,3.2
Untiedt, Carlos	UA	Untiedt@ua.es	1	1

2.- RESUMEN / SUMMARY

Castellano
Se pretende que los alumnos se familiaricen con las técnicas de caracterización física habitualmente utilizadas en nanociencia (técnicas de microscopia y espectroscopia) y en especial con las técnicas de caracterización y análisis de superficies.

English
The aim of this subject is to make the students familiar with physical characterization techniques usually employed in nanoscience (microscopy and spectroscopy), with emphasis on surface sensitive characterization and analysis techniques.

3.- CONOCIMIENTOS PREVIOS / PREVIOUS KNOWLEDGE

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

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

Relationship to other subjects of the same degree

There are no specified enrollment restrictions with other subjects of the curriculum.

4.- COMPETENCIAS / OUTCOMES

Cód	Competencia	Outcome
CB07	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de	Students can apply the knowledge acquired and their ability to solve problems in new or unfamiliar environments within broader (or

	contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.	multidisciplinary) contexts related to their field of study.
CB08	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.	Students are able to integrate knowledge and handle the complexity of formulating judgments based on information that, while being incomplete or limited, includes reflection on social and ethical responsibilities linked to the application of their knowledge and judgments.
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.	Students have the learning skills that will allow them to continue studying in a way that will be largely self-directed or autonomous.
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.	Students have the knowledge and understanding that provide a basis or an opportunity for originality in developing and/or applying ideas, often within a research context.
CE01	Que los estudiantes hayan adquirido los conocimientos y habilidades necesarias para seguir futuros estudios de doctorado en Nanociencia y Nanotecnología.	To possess the necessary knowledge and abilities to continue with future studies in the PhD program in Nanoscience and Nanotechnology.
CE02	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.	For students from field of knowledge (e.g. chemistry) to be able to scientifically communicate and interact with colleagues from another field (e.g. physics) in the resolution of problems laid out by the Molecular Nanoscience and Nanotechnology.
CE07	Adquirir los conocimientos básicos en los fundamentos, el uso y las aplicaciones de las técnicas microscópicas y espectroscópicas utilizadas en nanotecnología.	To acquire the basics knowledge in fundamentals, use and applications of microscopic and spectroscopic techniques used in nanotechnology.
CE15	Conocer los problemas técnicos y conceptuales que plantea la medida de propiedades físicas en sistemas formados por una única molécula (transporte de cargas, propiedades ópticas, propiedades magnéticas).	To know the technical and conceptual problems laid out by the physical properties measurement in single molecular systems (charge transport, optical properties, magnetic properties).

5.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE / LEARNING OUTCOMES

Castellano
Se pretende que los alumnos se familiaricen con las técnicas de caracterización física habitualmente utilizadas en nanociencia (técnicas de microscopia y espectroscopia) y en especial con las técnicas de caracterización y análisis de superficies.

English
The aim of this subject is to make the students familiar with physical characterization techniques usually employed in nanoscience (microscopy and spectroscopy), with emphasis on surface sensitive characterization and analysis techniques.

6.- DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

Número de orden:	1
Nombre de la U.T. (Castellano):	
U.T. Name (English):	
Descripción de contenidos (Castellano):	
<p>TEMA 1: Microscopías de campo lejano</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción 2. Microscopía óptica. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Revisión de óptica geométrica 2.2. Límites de resolución y técnicas de superresolución: Aberraciones y difracción. 3. Microscopía electrónica <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Fundamentos 3.2. Instrumentación: fuentes de electrones y lentes electrostáticas. 3.3. TEM, SEM y STEM 3.4. Información que puede obtenerse de las diferentes señales. <p>TEMA 2: Espectroscopía óptica</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Propiedades ópticas de nanoestructuras: Confinamiento electrónico, excitones y plasmones 2. Espectroscopía de absorción y luminiscencia: gaps de energía y el principio de Frank-Condon. 3. Espectroscopía infrarroja y Raman: vibraciones. 4. Espectroscopía de “pump-probe”: Tiempos de vida media de las excitaciones. <p>TEMA 3: Espectroscopía de fotoelectrones y técnicas relacionadas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Efecto fotoeléctrico, función de trabajo, recorrido libre medio electrónico y efectos de estado final. 2. Instrumentación: Fuentes de luz, monocromadores, “flood guns”, analizadores de energía electrónica. 3. Instrumentación: Ultra-Alto Vacío (UHV) y técnicas de preparación de muestras en UHV. 4. Espectroscopía de fotoemisión de rayos X (XPS): Identificación química y corrimiento químico. 5. Espectroscopía de fotoemisión ultravioleta (UPS): Banda de valencia, UPS resuelto en ángulo, dispersión electrónica en las bandas del sólido. 6. Técnicas basadas en la radiación sincrotrón: NEXAFS y dicroísmo magnético <p>TEMA 4: Microscopías de sonda local.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Microscopía túnel de barrido. <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Fundamentos teóricos e instrumentación. 1.2. Información topográfica y espectroscópica con el STM. 	

- 1.3. Espectroscopía inelástica y excitaciones elementales.
- 1.4. Manipulación atómica con el STM.
2. Microscopía de fuerzas atómicas
 - 2.1. Fundamentos teóricos e instrumentación.
 - 2.2. Topografía, fricción y curvas de fuerza vs. distancia.
 - 2.3. Propiedades mecánicas de nanoestructuras
3. Otras microscopías de sonda local: Microscopía de Fuerzas Magnéticas y Microscopía Óptica de Campo Cercano.

Descripción de contenidos (English):**CHAPTER 1: Far-field microscopies.**

- 1.1. Introduction
- 1.2. Optical microscopies
 - 1.2.1. Overview of geometrical optics
 - 1.2.2. Resolution limits and superresolution techniques: Aberrations and diffraction
- 1.3. Electron microscopies
 - 1.3.1. Fundamentals
 - 1.3.2. Instrumentation: electron sources and electrostatic lenses
 - 1.3.3. TEM, SEM y STEM
 - 1.3.4. Information that can be obtained from the different signals.

CHAPTER 2: Optical spectroscopies.

- 2.1. Optical properties of nanostructures: quantum confinement, excitons and plasmons.
- 2.2. Absorption and luminescence spectroscopies: energy gaps and the Frank-Condon principle.
- 2.3. Infrared and Raman spectroscopies: vibrations
- 2.4. Pump-probe spectroscopy: Excitation lifetimes.

CHAPTER 3: Photoelectron spectroscopies.

- 3.1. Photoelectric effect, work function, electron mean-free path and final state effects (screening).
- 3.2. Instrumentation: Light sources, monochromators, flood guns, energy analyzers
- 3.3. Instrumentation: Ultra-High Vacuum and sample preparation techniques in UHV
- 3.4. X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS): Chemical identification and Chemical shifts.
- 3.5. Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy (UPS): Valence band, angle resolved UPS, band dispersion.
- 3.6. Synchrotron-based techniques: Near-Edge X-ray Absorption Fine Structure (NEXAFS) and magnetic dichroism.

CHAPTER 4: Scanning probe microscopies.

- 4.1. Scanning Tunneling Microscopy
 - 4.1.1. Theoretical foundations and instrumentation.
 - 4.1.2. Topographical and spectroscopic information with the STM
 - 4.1.3. Inelastic spectroscopy and elementary excitations
 - 4.1.4. STM manipulation
- 4.2. Atomic Force Microscopy
 - 4.2.1. Theoretical foundations and instrumentation
 - 4.2.2. Topography, friction and Force vs. Distance curves
 - 4.2.3. Mechanical properties of nanostructures

4.3. Other Scanning Probe Microscopies: Magnetic Force Microscopy (MFM) and Scanning Near-field Optical Microscopy (SNOM)

7.- VOLUMEN DE TRABAJO / WORKLOAD

Actividad	Activity	Horas/ Hours/ Hores
Presencial	In-person	
Asistencia a clases de teoría	Evaluation and/or exam.	22
Seminarios teóricos/participativos.	Research work exposition and public defence.	7
Tutorías sobre las clases teóricas	Exams study and preparation.	6
Evaluación y/o examen	Teamwork preparation.	2
No presencial	Not in-person	
Preparación y estudio clases teoría	Laboratory experimental work	18
Estudio y preparación de pruebas	Research work report elaboration.	57,5
Total presenciales	Total in-person	37
Total no presenciales	Total not in-person	75,5
Total	Total	112,5

8.- METODOLOGÍA DOCENTE / TEACHING METHODOLOGY

METODOLOGÍAS DOCENTES	TEACHING METHODOLOGY
Clases teóricas lección magistral participativa	Theory classes, participatory lectures
Discusión de artículos.	Articles discussion.
Debate o discusión dirigida.	Chaired debate or discussion.
Discusión de casos prácticos o problemas en seminario.	Practical cases or seminar problems discussion.
Seminarios.	Seminars.
Problemas.	Problems.
Prácticas y demostraciones de laboratorio y visitas a instalaciones.	Laboratory practices and demonstrations and visit to installations.
Conferencias de expertos.	Experts conferences.

9.- EVALUACIÓN / EVALUATION

EVALUACIÓN	EVALUATION	
Examen escrito sobre contenidos básicos de la materia	Written exam about the subject basic contents	70-90%
Resolución de cuestiones.	Questions answering	10-20%
Asistencia y participación activa en los seminarios.	Attendance and active participation in seminars.	0-10%

10.- REFERENCIAS / REFERENCES

10.1 Básicas/Basic

- Practical Methods in Electron Microscopy. Ed. Glauber, A.M. North Holland Publishing Company. 1990-1997
- Desarrollo de técnicas de espectroscopía láser y su aplicación al análisis químico, Montero Catalina, Carlos, Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones, 2001.
- Introduction to Scanning Tunneling Microscopy. Chen, C.J. Oxford Scholarship Online. 2007.