

GUÍA DOCENTE	M3 Técnicas físicas de caracterización.
COURSE GUIDE	M3. Physical characterization techniques.
GUIA DOCENT	M3. Tècniques físiques de caracterització.

1.- FICHA IDENTIFICATIVA / COURSE DATA/ FITXA IDENTIFICATIVA

Datos de la Asignatura / Data Subject/ Dades de l'assignatura

Código/Code/Codi	54072 (UVA)/44419 (UV)
ECTS	4,5
Curso académico/Academic year/ Curs acadèmic:	21-22

Profesor/ Professor	Univ.	email	Lesson
Miranda, Rodolfo	Autónoma de Madrid	rodolfo.miranda@imdea.org	3.3-3.6
Otero, Roberto	Autónoma de Madrid	roberto.otero@uam.es	4
Sánchez, Juan Fco	Valencia	Juan.F.Sanchez@uv.es	2; 3.1,3.2
Untiedt, Carlos	Alicante	Untiedt@ua.es	1

SEminarios: Profesores UVA

2.- RESUMEN / SUMMARY/ RESUM

Valencià
Es pretén que els alumnes es familiaritzen amb les tècniques de caracterització física habitualment utilitzades en nanociència (tècniques de microscòpia i espectroscòpia) i en especial amb les tècniques de caracterització i anàlisi de superfícies.

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/ CONEIXEMENTS PREVIS

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.

Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis

4.- COMPETENCIAS / OUTCOMES/ COMPETÈNCIES

Cód	Competencia	Outcome	Competència
CB07	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.	Students can apply the knowledge acquired and their ability to solve problems in new or unfamiliar environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their field of study.	Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seua capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relacionats amb la seua àrea d'estudi
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.	Que els estudiants siguen capaços d'integrar coneixements i afrontar la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, incloga reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.
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.	Que els estudiants posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.
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.	Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca
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.	"Que els estudiants hagen adquirit els coneixements i habilitats necessàries per a seguir futurs estudis de doctorat en Nanociencia i Nanotecnologia,"
CE02	Que los estudiantes de un área de conocimiento (p.e. física) sean capaces de comunicarse e interactuar	For students from field of knowledge (e.g. chemistry) to be able to scientifically communicate and interact	Que els estudiants d'una àrea de coneixement (p.e. física) siguen capaços de comunicar-se i 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.	with colleagues from another field (e.g. physics) in the resolution of problems laid out by the Molecular Nanoscience and Nanotechnology.	científicament amb col·legues d'altres àrees de coneixement (p.e. química en la resolució de problemes plantejats per la Nanociencia i la Nanotecnologia Molecular
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.	Adquirir els coneixements bàsics en els fonaments, l'ús i les aplicacions de les tècniques microscòpiques i espectroscòpiques utilitzades en nanotecnologia.
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).	Conèixer els problemes tècnics i conceptuals que planteja la mesura de propietats físiques en sistemes formats per una única molècula (transport de càrregues, propietats òptiques, propietats magnètiques).

5.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE / LEARNING OUTCOMES/ RESULTATS DE L'APRENTATGE

Valencià

Es pretén que els alumnes es familiaritzen amb les tècniques de caracterització física habitualment utilitzades en nanociència (tècniques de microscòpia i espectroscòpia) i en especial amb les tècniques de caracterització i anàlisi de superfícies.

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 / DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

Número de orden:	1
Nombre de la U.T. (Castellano):	



U.T. Name (English):	
Nom de la U.T. (valencià)	
Descripción de contenidos (Valencià):	
<p>1. Microscopies de camp llunyà</p> <p>1.1. Introducció</p> <p>1.2. Microscòpia òptica.</p> <p>1.2.1.Revisió d'òptica geomètrica</p> <p>1.2.2.Límits de resolució i tècniques de superresolució: Aberracions i difracció.</p> <p>1.3. Microscòpia electrònica</p> <p>1.3.1.Fonaments</p> <p>1.3.2.Instrumentació: fonts d'electrons i lents electrostàtiques.</p> <p>1.3.3.TEM, SEM i STEM</p> <p>1.3.4.Informació que pot obtindries dels diferents senyals.</p> <p>2: Espectroscòpia òptica</p> <p>2.1. Propietats òptiques de nanoestructures: Confinament electrònic, excitons i plasmons</p> <p>2.2. Espectroscòpia d'absorció i luminescència: gaps d'energia i el principi de Frank-Condon.</p> <p>2.3. Espectroscòpia infraroja i Raman: vibracions.</p> <p>2.4. Espectroscòpia de "pump-probe": Temps de vida mitjana de les excitacions.</p> <p>3: Espectroscòpia de fotoelectrons i tècniques relacionades</p> <p>3.1 Efecte fotoelèctric, funció de treball, recorregut lliure mitjà electrònic i efectes d'estat final.</p> <p>3.2 Instrumentació: Fonts de llum, monocromadors, "Flood guns", analitzadors d'energia electrònica.</p> <p>3.3 Instrumentació: ultra alt buit (UHV) i tècniques de preparació de mostres en UHV.</p> <p>3.4 Espectroscòpia de fotoemissió de rajos X (XPS): Identificació química i corrent químic.</p> <p>3.5 Espectroscòpia de fotoemissió ultravioleta (UPS): Banda de valència, UPS resolt en angle, dispersió electrònica en les bandes del sòlid.</p> <p>3.6 Tècniques basades en la radiació sincrotró: NEXAFS i dicromisme magnètic</p> <p>4. Microscòpies de sonda local.</p> <p>4.1. Microscòpia túnel d'agranat.</p> <p>4.1.1.Fonaments teòrics i instrumentació.</p> <p>4.1.2.Informació topogràfica i espectroscòpia amb el STM.</p> <p>4.1.3.Espectroscòpia inelàstica i excitacions elementals.</p> <p>4.1.4.Manipulació atòmica amb el STM.</p> <p>4.2. Microscòpia de forces atòmiques</p> <p>4.2.1.Fonaments teòrics i instrumentació.</p> <p>4.2.2.Topografia, fricció i corbes de força vs. distància.</p> <p>4.2.3.Proprietats mecàniques de nanoestructures</p> <p>4.3. Altres microscòpies de sonda local: Microscòpia de Forces Magnètiques i Microscòpia Òptica de Camp Pròxim.</p>	
Descripción de contenidos (Castellano):	
<p>TEMA 1: Microscopías de campo lejano</p> <p>1. Introducción</p> <p>2. Microscopía óptica.</p> <p>2.1. Revisión de óptica geométrica</p> <p>2.2. Límites de resolución y técnicas de superresolución: Aberraciones y difracción.</p>	

3. Microscopía electrónica
 - 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.

TEMA 2: Espectroscopía óptica

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.

TEMA 3: Espectroscopía de fotoelectrones y técnicas relacionadas

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

TEMA 4: Microscopías de sonda local.

1. Microscopía túnel de barrido.
 - 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/ VOLUM DE TREBALL

Actividad	Activity	Activitat	Horas/ Hours/ Hores
Presencial	In-person	Presencial	
Asistencia a clases de teoría	Evaluation and/or exam.	Clases de teoria	22
Seminarios teóricos/participativos.	Research work exposition and public defence.	Seminaris	7
Tutorías sobre las clases teóricas	Exams study and preparation.	Tutories sobre les classes teòriques.	6
Evaluación y/o examen	Teamwork preparation.	Avaluació i/o examen,	2
No presencial	Not in-person	No presencial	
Preparación y estudio clases teoría	Laboratory experimental work	Preparació i estudi classes de teoria.	18



Estudio y preparación de pruebas	Research work report elaboration.	Estudi i preparació de les proves.	57,5
Total presenciales	Total in-person	Total presencials	37
Total no presenciales	Total not in-person	Total no presencials	75,5
Total	Total	Total	112,5

8.- METODOLOGÍA DOCENTE / TEACHING METHODOLOGY / METODOLOGIA DOCENT

METODOLOGÍAS DOCENTES	TEACHING METHODOLOGY	Metodologies docents
Clases teóricas lección magistral participativa	Theory classes, participatory lectures	Clases teòriques lliçó magistral participativa.
Discusión de artículos.	Articles discussion.	Discussió d'articles.
Debate o discusión dirigida.	Chaired debate or discussion.	Debat o discussió dirigida.
Discusión de casos prácticos o problemas en seminario.	Practical cases or seminar problems discussion.	Discussió de casos pràctics o problemes en seminari.
Seminarios.	Seminars.	Seminaris
Problemas.	Problems.	Problemes.
Prácticas y demostraciones de laboratorio y visitas a instalaciones.	Laboratory practices and demonstrations and visit to installations.	Pràctiques i demostracions de laboratori i visites a instal·lacions.
Conferencias de expertos.	Experts conferences.	Conferències d'experts.

9.- EVALUACIÓN / EVALUATION/ AVALUACIÓ

EVALUACIÓN	EVALUATION	AVALUACIÓ	
Examen escrito sobre contenidos básicos de la materia	Written exam about the subject basic contents	Examen escrit sobre continguts bàsics de la matèria.	70-90%
Resolución de cuestiones.	Questions answering	Resolució de qüestions.	10-20%
Asistencia y participación activa en los seminarios.	Attendance and active participation in seminars.	Assistència i participació activa en els seminaris.	0-10%

10.- REFERENCIAS / REFERENCES/ REFERÈNCIES

10.1 Básicas/Basic/ Bàsiques

- Practical Methods in Electron Microscopy. Ed. Glauer, A.M. Nort 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.

10.2 Complementarias

- Introduction to Scanning Tunneling Microscopy. Chen, C.J. Oxford Scholarship Online. 2007.

ADENDA

FITXA D'ADDENDA DE LA GUIA DOCENT - FICHA DE ADENDA A LA GUÍA DOCENTE	
TEACHING GUIDE ADDENDUM FORM	
1. Contenido /Contingut/ Content	Contents initially included in the teaching guide are maintained.
2. Volum de treball i planificació temporal de la docència 2. Volumen de trabajo y planificación temporal de la docencia 2. Workload and teaching time planning	
3. Metodología docente / Metodología docente/ Teaching Methodology	<p>The workload of different teaching activities (theory classes, seminars and tutorials) is maintained.</p> <p>The theory classes, which should have been taught intensively in Alicante during two weeks, are being recorded as a slide show with narration. This material will be available to students in a e-learning platform (Moodle (Aula Virtual), MS Teams or similar) . Students will be informed how to access these classes.</p> <p>All these lessons have a seminar part, which is planned to be given online by each professor using the common videoconference programs available in the participating universities (Blackboard collaborate, Teams, Zoom, etc.). This seminar part includes solving practical problems, questions and student doubts related to the subject. The attendance to these online videoconferences will be compulsory for all master students and will be recorded and uploaded in the e-learning platform. This part will be tentatively scheduled during the last week of january and/or beginning of february. The students will be informed about the time schedule for these online seminars with at least 7 days in advance.</p> <p>Finally, person to person tutorials to answer questions / doubts will be available as in previous years through telephone, E-mail and, additionally, through chats in the e-learning platform.</p>
4. Avaluació/Evaluación/ Evaluation	Given that this exam will be carried out by small groups of students in each university (maximum of 10 students in the University of Valladolid), it will be attempted to do it "in person". If the face-to-face

examination would not be possible, it will be carried out telematically using the e-learning platform videoconference.

'Questions answering' and 'Attendance and active participation in seminars' will be evaluated during the online seminars.

Students will be informed with at least 10 days in advance if the exams will be done in-person or telematically.

5. Bibliografía/Bibliografía/Bibliography

Some of the recommended bibliography is available online. In case a student wants more detailed information on a specific topic, professors will provide it through scientific articles (to which the Universities are subscribed or published with open-access), doctoral PhD theses in public repositories, etc.