# FICHA IDENTIFICATIVA

## DATOS DE LA ASIGNATURA

**Código:** 44419
**Nombre:** Técnicas físicas de caracterización
**Ciclo:** Máster Universitario Oficial / Postgrado Doctorado
**Créditos ECTS:** 4,5
**Curso académico:** 2026-27

## TITULACIONES

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

## MATERIAS

| Titulación | Materia | Carácter |
|---|---|---|
| 2208 - M.U.en Nanociencia y Nanotecnología Molecular | Técnicas físicas de caracterización | OBLIGATORIA |

## COORDINACIÓN

CORONADO MIRALLES EUGENIO

# RESUMEN

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.
ies.

# 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

Se requieren los conocimientos previos sobre química, física o ciencias de materiales que se imparten en las titulaciones indicadas en el perfil de ingreso recomendado al máster. Se requieren los conocimientos previos sobre nanociencia y nanotecnología molecular que se imparten en el Módulo Introducción.

# COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE

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

Adquirir los conocimientos básicos en los fundamentos, el uso y las aplicaciones de las técnicas microscópicas y espectroscópicas utilizadas en nanotecnología.

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).

Poseer 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 de un área de conocimiento (p.e. física) sean capaces de comunicarse e interaccionar científicamente con colegas de otras áreas de conocimiento (p.e. química en la resolución de problemas planteados por la Nanociencia y la Nanotecnología Molecular.

Que los estudiantes hayan adquirido los conocimientos y habilidades necesarias para seguir futuros estudios de doctorado en Nanociencia y Nanotecnología

Saber 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.

Ser 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.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### Técnicas físicas de caracterización.

**TEMA 1: Microscopías de campo lejano**
1. Introducción
2. Microscopía óptica.
2.1. Revisión de óptica geométrica
2.2. Límites de resolución y técnicas de superresolución: Aberraciones y difracción.
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. Espectroscopia 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.

## VOLUMEN DE TRABAJO (HORAS)

### ACTIVIDADES PRESENCIALES

| Actividad | Horas |
|---|---|
| Tutorías | 6,00 |
| Teoría | 22,00 |
| Seminario | 7,00 |
| Otras actividades | 2,00 |
| **Total horas** | **37,00** |

### ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

| Actividad | Horas |
|---|---|
| Asistencia a otras actividades | 0,00 |
| Elaboración de trabajos individuales o en grupo | 0,00 |
| Estudio y trabajo autónomo | 0,00 |
| Preparación de clases | 18,00 |
| Preparación de actividades de evaluación | 57,50 |
| Resolución de casos prácticos | 0,00 |
| **Total horas** | **75,50** |

## METODOLOGÍA DOCENTE

Las clases de esta asignatura se impartirán, junto con las del resto del módulo básico, de forma intensiva durante 3 semanas de enero y cada año en una universidad diferente.

Durante las **clases teóricas** el profesorado el profesorado dará una visión general del tema objeto de estudio haciendo hincapié en los aspectos nuevos o de especial complejidad. Se indicarán las fuentes bibliográficas necesarias para la profundización por parte del alumnado.

Las **clases prácticas** de esta asignatura se dedicarán a la organización de seminarios en los que se plantearán y resolverán problemas relacionados con el contenido teórico. De igual modo, se discutirán con el alumnado casos prácticos y otros temas relacionados con la materia.

Durante estas horas de actividades prácticas se organizarán, en la medida de lo posible, vistas a los laboratorios e instalaciones relacionadas con los contenidos de las clases teóricas. Esto incluye visitas a los laboratorios de caracterización física avanzada de nanomateriales mediante técnicas microscópicas (incluidas AFM, STM, TEM y SEM), espectroscópicas (incluidas XPS, IR y Raman) y de difracción (incluidas Rayos X sobre monocristal y polvo).

Tras las clases presenciales intensivas, el profesorado planteará a los estudiantes una serie de **cuestiones** sobre los contenidos impartidos que el alumno deberá resolver.

El profesorado realizará **tutorías** con el alumnado para resolver las dudas y cuestiones que pueda resolver. Estas tutorías serán de forma presencial o a distancia (email, videoconferencia, teléfono, etc.) según si alumno y profesor son de la misma o diferente universidad.

Mediante todas estas actividades el alumnado adquirirá las competencias descritas en el apartado correspondiente. Las competencias básicas se trabajarán sobre todo durante los seminarios.

">

## EVALUACIÓN

La adquisición de las competencias de la asignatura se evaluará mediante la realización de un examen escrito basado en las cuestiones que se han planteado al alumnado. La nota de dicho examen representará el 90% de la nota final de la asignatura.

La participación del alumnado durante las actividades formativas representará el 10% de la nota final.

Para aprobar la asignatura será necesario haber asistido a un 80% de las actividades formativas presenciales.

## BIBLIOGRAFÍA


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