



Asignatura: Laboratorio de materiales avanzados  
Código: 32296  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 5 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Laboratorio de materiales avanzados

### 1.1. Código / Course number

32296

### 1.2. Materia / Content area

Laboratorio de materiales avanzados

### 1.3. Tipo / Course type

Optativa/ Optional subject

### 1.4. Nivel / Course level

Master (second cycle)

### 1.5. Curso / Year

1º/1<sup>st</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

1º/1<sup>st</sup>

### 1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

### 1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Licenciatura o Grado en Física, Química o Ingeniería.



Asignatura: Laboratorio de materiales avanzados  
Código: 32296  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 5 ECTS

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

La asistencia es obligatoria al menos en un 80% / **Attendance at a minimum of 80% of in-class sessions is mandatory**

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

Docente(s) / **Lecturer(s)**: Leonardo Soriano de Arpe (Coordinador)/**Coordinator**)  
Departamento de / **Department of**: Física Aplicada/ **Applied Physics**  
Facultad / **Faculty**: Ciencias / **Sciences**  
Despacho - Módulo 607 -12  
Teléfono / **Phone**: +34 91 497 4192  
Correo electrónico/**Email**: l.soriano@uam.es  
Página web/**Website**:  
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: Cita previa / **Previously scheduled**

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

El objetivo de esta asignatura es conseguir/fomentar las competencias siguientes:

### **Competencias Específicas / Specific Competences**

#### **Conceptuales / Knowledge**

- Realizar una primera aproximación experimental a la nanociencia y nanotecnología.
- Completar los conocimientos adquiridos teóricamente en asignaturas previas con datos reales de muestras fabricadas y caracterizadas por los estudiantes
- Conocer experimentalmente algunas de las técnicas de fabricación de materiales nanométricos y nanoestructuras.
- Utilizar y aplicar los resultados de algunas de las técnicas avanzadas de caracterización de nanoestructuras a las muestras sintetizadas por los estudiantes en el Laboratorio.
- Saber distinguir los datos aportados por las distintas técnicas y conocer cuáles son las características y limitaciones de las mismas.



Asignatura: Laboratorio de materiales avanzados  
Código: 32296  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 5 ECTS

### Procedimentales / Skills

- Aprendizaje de trabajo en grupo, tanto en el Laboratorio como a posteriori en el análisis de los resultados de la caracterización.
- Extraer conclusiones en función de los datos aportados por las distintas técnicas de caracterización y enlazarlos de una manera lógica y coherente.
- Expresar por escrito las conclusiones obtenidas en cada práctica siguiendo el método científico y de una manera clara y ordenada.
- Aprender a presentar oralmente trabajos de investigación a la comunidad científica de una manera coherente y ordenada.

A través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, el estudiante, al finalizar el mismo, será capaz de:

- Alcanzar las competencias generales y específicas de la materia y adquirir los conocimientos teóricos y prácticos descritos en sus contenidos.
- Desarrollar las competencias de carácter personal, interpersonal y vinculado al desarrollo ético y responsable de la profesión.

El objetivo principal de esta signatura es que los alumnos realicen una primera aproximación experimental a la nanociencia y la nanotecnología. Para ello, los alumnos tendrán la oportunidad de trabajar con algunas de las técnicas típicas de fabricación de materiales nanométricos y nanoestructuras típicas que en un estado más avanzado de desarrollo puedan dar lugar a algunos nanodispositivos concretos. En una primera etapa, los alumnos tendrán la oportunidad de sintetizar en el laboratorio estas nanoestructuras para en una segunda etapa caracterizar sus propiedades. En concreto se fabricarán tres tipos distintos de nanoestructuras: membranas nanoporosas, nanopartículas **luminiscentes** y láminas ultra-delgadas de espesor nanométrico. Estas nanoestructuras se utilizan hoy día para una gran variedad de dispositivos de última generación como biosensores (membranas nanoporosas), en medicina como plataformas para suministro controlado de medicamentos y detección de imágenes y diagnóstico dentro del cuerpo humano (nanopartículas **luminiscentes**) y dispositivos en lámina delgada, incluyendo células solares nanoestructuradas. Se usarán asimismo técnicas de caracterización avanzadas disponibles tanto en los servicios de la



Asignatura: Laboratorio de materiales avanzados  
Código: 32296  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 5 ECTS

Universidad como en los laboratorios de investigación del Departamento de Física Aplicada, incluyendo el acelerador del CMAM-UAM. Se dará especial atención a la caracterización química (EDX, XPS, RBS), morfológica (SEM, Perfilometría) y estructural (XRD). En definitiva, esta asignatura es el colofón experimental a las asignaturas del primer semestre de este Máster (Técnicas de síntesis y caracterización) donde los alumnos han recibido previamente una formación teórica.

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

#### BÁSICAS

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.

#### GENERALES

1.- 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 materiales avanzados con especial interés en Nanotecnología.



Asignatura: Laboratorio de materiales avanzados  
Código: 32296  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 5 ECTS

2- Saber trabajar en equipo y comunicarse con la comunidad académica en su conjunto y con la sociedad en general acerca de los materiales de nueva generación y sus implicaciones académicas, productivas o sociales.

3- 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 Nanotecnología.

4- Elaborar un trabajo escrito con datos bibliográficos, teóricos y experimentales, escribiendo un resumen o articulado en extenso, tal y como se realizan los artículos científicos, formulando hipótesis razonables, composiciones originales y conclusiones motivadas.

5- 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.

## 1.12. Contenidos del programa / **Course contents**

Se realizarán prácticas experimentales donde se fabricarán y caracterizarán diversas nanoestructuras. Entre ellas se detallan las siguientes:

1) Síntesis de láminas ultra-delgadas de CdTe de espesor nanométrico: Se realizará la síntesis mediante evaporación térmica en vacío tipo flash. En concreto, se crecerán 4 muestras a distintas temperaturas para observar la dependencia del gap, morfología, tamaño de grano y composición con la temperatura. Para ello se llevará a cabo una caracterización óptica mediante un espectrofotómetro trabajando en el Infrarrojo-visible mediante la medida de las constantes ópticas en función de la longitud de onda. Se calculará a partir de ellas la energía del gap y se estudiará su variación con la temperatura del sustrato y con el espesor. Se harán además las siguientes caracterizaciones: composición, estado químico, sistema cristalino y tamaño de grano con EDAX, XPS y XRD. Se realizará también un análisis RBS en el acelerador del CMAM.



Asignatura: Laboratorio de materiales avanzados  
 Código: 32296  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 N° de créditos: 5 ECTS

2) Fabricación y caracterización de membranas nanoporosas de alúmina: Se fabricarán membranas de alúmina nanoporosa a partir de la oxidación anódica de discos de aluminio. Las membranas crecidas se caracterizarán por microscopía electrónica de barrido (SEM) para determinar el tamaño del poro y la calidad de la membrana crecida. Se trabajará también para encontrar las condiciones experimentales que hagan variar el tamaño del poro y se aprenderá a separar la membrana de su sustrato de aluminio.

3) Síntesis y caracterización de nanopartículas luminiscentes: se sintetizarán nanopartículas por descomposición térmica de precursores organometálicos en disolvente orgánicos con elevada temperatura de ebullición. Posteriormente, la superficie de estas nanopartículas será modificada para facilitar su biocompatibilidad. Las nanopartículas se caracterizarán por diversas técnicas, tales como: Difracción de Rayos-X (XRD), microscopía electrónica de transmisión (TEM), y espectroscopía ultravioleta visible (UV-VIS).

### 1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

- Basic vacuum technology Chambers, A. Fitch, R.K. Halliday B.S.
- Handbook of vacuum arc science and technology: fundamentals and applications Boxman, Raymond L. (Ed.) Sanders, David M. (Ed.) Martin, Philip J. (Ed.), William Andrew 1997
- Practical surface analysis. Volume 1: Auger and x-ray photoelectron spectroscopy Briggs, D. (Ed.) Seah, M.P. (Ed.), John Wiley & Sons; 2 edition, 1996
- Nanoshell particles: synthesis, properties and applications. S. Kalele, S. W. Gosavi, J. Urban and S. K. Kulkarni. *Current Science*, Vol. 91, NO. 8, 2006: 1038 - 1052.
- The synthesis of rare earth fluoride based nanoparticles. P. Rahman and M. Green, *Nanoscale* 1, 2009, 214-224.

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology



Asignatura: Laboratorio de materiales avanzados  
Código: 32296  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
Nivel: Máster  
Tipo: Optativa  
Nº de créditos: 5 ECTS

Se impartirán clases prácticas de laboratorio. Los alumnos se dividirán en pequeños grupos para la realización de las tres prácticas. El trabajo en grupo será de especial relevancia, dividiéndose dentro del grupo las diferentes tareas a realizar en cada práctica. En este sentido, cada grupo debe presentar un trabajo conjunto de cada práctica en formato de artículo científico que tendrán que exponer al finalizar el estudio. Se utilizarán los recursos informáticos necesarios para ilustrar algunas técnicas y se manejarán programas que permiten la interpretación y cuantificación de los resultados obtenidos.

En resumen, las prácticas se realizarán de acuerdo a tres etapas bien diferenciadas:

- Síntesis y crecimiento de las nanoestructuras en el Laboratorio durante un periodo de tres semanas bajo la supervisión directa del profesor.
- Caracterización de las nanoestructuras crecidas por los alumnos en los laboratorios del servicio de la UAM, Laboratorios de investigación y en el acelerador del CMAM.
- Análisis de los datos recolectados, interpretación, conclusiones, y preparación del trabajo y su presentación. Cada alumno se especializará en una tarea concreta y se encargará de transmitir al resto del grupo los resultados y conclusiones obtenidos. En la presentación final de cada grupo, cada alumno deberá presentar alguna de las partes del trabajo distinta de la trabajada por él.

Se realizarán tutorías periódicas, a petición de los alumnos, en las que los alumnos podrán consultar dudas sobre los aspectos en los que hayan encontrado mayores dificultades.



Asignatura: Laboratorio de materiales avanzados  
 Código: 32296  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 Nº de créditos: 5 ECTS

## Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

|   |   | Nº de horas  | Porcentaje |
|---|---|--------------|------------|
| Presencial  | Clases teóricas                         | 45           | 40%=50h    |
|   | Clases prácticas                        |              |            |
|   | Realización de la exposición final      | 5            |            |
| No presencial   | Realización de actividades prácticas    | 45           | 60%=75h    |
|   | Estudio semanal (5h/semana x 3 semanas) | 15           |            |
|   | Preparación de la exposición            | 15           |            |
| <b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 5 ECTS</b> |   | <b>125 h</b> |            |

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

La evaluación de la asignatura será continua. Se valorará la iniciativa de los alumnos para proponer problemas y casos prácticos relacionados con cada práctica del curso.

La evaluación final del curso corresponderá a la suma de estas dos contribuciones:

1. El 40% de la nota se basará en la participación de cada alumno en la realización de la práctica presencialmente en el laboratorio. Se tendrá en cuenta su actitud durante la realización de las prácticas, capacidad de aprendizaje y capacidad de trabajo en grupo.
2. Otro 60% corresponderá a la realización por escrito y su presentación oral del trabajo realizado en grupo, donde deberán participar todos los miembros del grupo, según las indicaciones anteriores.

En el caso de tener que recurrir a la convocatoria extraordinaria, el alumno deberá entregar una versión revisada de las prácticas suspensas y será sometido a un examen oral sobre las mismas por el profesor encargado de la práctica.

Los resultados de aprendizaje serán evaluados a lo largo del curso mediante los métodos de evaluación arriba expuestos.



Asignatura: Laboratorio de materiales avanzados  
 Código: 32296  
 Centro: Facultad de Ciencias  
 Titulación: Máster en Materiales Avanzados, Nanotecnología y Fotónica  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Optativa  
 N° de créditos: 5 ECTS

1.- En la participación de cada alumno en la realización de la práctica presencialmente en el laboratorio se evaluarán los resultados de aprendizaje relacionado con las competencias generales 1 y 2.

2.- En la escritura y presentación oral del trabajo se evalúan las competencias: 2, 3, 4 y 5 mencionadas anteriormente.

## Cronograma\* / Course calendar

| Semana<br>Week | Contenido<br>Contents | Horas presenciales<br>Contact hours | Horas no presenciales<br>Independent study time |
|----------------|-----------------------|-------------------------------------|---|
| 1              | Práctica 1            | 15                                  | 12  |
| 2              | Práctica 2            | 15                                  | 12  |
| 3              | Práctica 3            | 15                                  | 10  |

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.