



Asignatura: Síntesis de Materiales Avanzados y Nanoestructuras  
Código: 32293  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 5 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Síntesis de Materiales Avanzados y Nanoestructuras/[Synthesis of Advanced Materials and Nanostructures](#)

### 1.1. Código / Course number

32293

### 1.2. Materia / Content area

Materiales. Métodos de crecimiento/[Materials. Growth methods](#)

### 1.3. Tipo / Course type

Obligatoria/[Compulsory subject](#)

### 1.4. Nivel / Course level

Máster / [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

Los de acceso al Máster en Materiales Avanzados / [Those required for the admission to the Master in Advanced Materials](#)



Asignatura: Síntesis de Materiales Avanzados y Nanoestructuras  
Código: 32293  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 5 ECTS

## 1.9 Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / [Minimum attendance requirement](#)

La asistencia es obligatoria / [Attendance is mandatory.](#)

## 1.10 Datos del equipo docente / [Faculty data](#)

Docente(s) / [Lecturer\(s\)](#): Pilar Prieto Recio (Coordinadora / [Coordinator](#))  
Departamento de / [Department of](#): Física Aplicada  
Facultad / [Faculty](#): Ciencias  
Despacho - Módulo/ [Office - Module](#) 503-I-M12  
Teléfono / [Phone](#): +34 91 4975265  
Correo electrónico/[Email](#): pilar.prieto@uam.es  
Página web/[Website](#):  
Horario de atención al alumnado/[Office hours](#): solicitar por correo electrónico / [ask by e-mail.](#)

## 1.11 Objetivos del curso / [Course objectives](#)

El objetivo de esta asignatura es fomentar 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:

- Adquirir una visión global de las técnicas de fabricación y procesado de los materiales avanzados tanto en forma volumétrica como en forma de nanoestructura.
- Comprender las estrategias “bottom-up” y “top-down” en el crecimiento de materiales nanoestructurados.
- Comprender el efecto de la escala en las propiedades físicas de los materiales avanzados.
- Conocer las técnicas de crecimiento en fase vapor y en fase líquida más apropiadas para obtener nanopartículas, materiales porosos, láminas delgadas, crecimientos epitaxiales y materiales volumétricos.
- Conocer los diversos métodos de litografía y procesos de grabado comúnmente utilizados en la fabricación de nanoestructuras y dispositivos.
- Ser capaz de elegir la técnica de crecimiento adecuada para la obtención de un determinado tipo de material/nanoestructura de un determinado elemento/compuesto.

Además el estudiante debe:

- Alcanzar las competencias generales y específicas de la materia y adquirir los conocimientos teóricos y prácticos descritos en sus contenidos.



Asignatura: Síntesis de Materiales Avanzados y Nanoestructuras  
Código: 32293  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 5 ECTS

- Desarrollar las competencias de carácter personal, interpersonal y vinculado al desarrollo ético y responsable de la profesión.

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

### **BÁSICAS Y GENERALES**

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.

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 y Fotónica.

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 y Fotónica.

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.

### **ESPECÍFICAS:**

6 - Ampliar los conocimientos de los principios fundamentales de la Física del Estado Sólido y la Física de Materiales, siendo capaz de aplicar estos a los materiales avanzados ya sea en forma de volumen o de nanoestructuras, para aplicaciones en Fotónica y en Nanotecnología



Asignatura: Síntesis de Materiales Avanzados y Nanoestructuras  
Código: 32293  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 5 ECTS

- 7 - Conocer los últimos avances en el campo de los materiales avanzados.
- 9- Demostrar la capacidad necesaria para realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas en el campo de la Fotónica y la Nanotecnología
- 10- Desarrollar la capacidad de síntesis y transferencia de los conocimientos adquiridos en el campo de la Fotónica y la Nanotecnología para fomentar la integración multidisciplinar en áreas tales como la medicina, el medioambiente, la biomedicina, la química y la biología.
- 11- Dominar los fundamentos teóricos y prácticos de técnicas con las que se pueda realizar la caracterización de materiales tanto química y de la estructura electrónica, como morfológica, composicional y estructural
- 12- Desarrollar la capacidad de decidir la técnica ó técnicas de caracterización adecuadas para resolver un problema concreto con especial énfasis en aquellos problemas asociados a los Nanomateriales y materiales Fotónicos
- 13- Manejar e interpretar los fundamentos y los aspectos más innovadores y algunas aplicaciones de última generación de materiales semiconductores y magnéticos y dispositivos electrónicos y opto-electrónicos de elevadas prestaciones.

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

### PROGRAMA SINTÉTICO

1. INTRODUCCIÓN
2. MÉTODOS BOTTOM-UP DE FABRICACIÓN DE NANOESTRUCTURAS EN SOLUCIÓN
3. MÉTODOS DE FABRICACIÓN EN FASE VAPOR DE LÁMINAS DELGADAS Y NANOESTRUCTURAS
4. TÉCNICAS DE EPITAXIA
5. TÉCNICAS DE LITOGRAFIA Y GRABADO
6. MATERIALES AVANZADOS VOLUMÉTRICOS

### PROGRAMA DETALLADO

1. INTRODUCCIÓN:  
Situación actual y clasificación de los materiales avanzados y nanoestructuras. Propiedades Físicas vs escalas. Estrategias “Top-down” y “Bottom-up”.
2. MÉTODOS BOTTOM-UP DE FABRICACIÓN DE NANOESTRUCTURAS EN SOLUCIÓN:  
Técnicas layer-by-layer. Técnicas de flujo. Síntesis de nanopartículas por coprecipitación (sonoquímica, microondas, descomposición organometálica), por métodos hidrotermales, microemulsiones y sol-gel.  
Métodos electroquímicos: Óxidos mesoporosos. Síntesis “on template”. Técnicas VLS: Puntos cuánticos y nanohilos.
3. MÉTODOS DE FABRICACIÓN EN FASE VAPOR DE LÁMINAS DELGADAS Y NANOESTRUCTURAS:



Asignatura: Síntesis de Materiales Avanzados y Nanoestructuras  
Código: 32293  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 5 ECTS

Introducción al vacío. Fundamentos del crecimiento en fase vapor. Evaporación. Ablación laser. Sputtering. Nanoclusters por agregación en fase gaseosa. Procesos CVD. Métodos asistidos con iones.

#### 4. TÉCNICAS DE EPITAXIA:

Epitaxia en fase vapor. Epitaxia por haces moleculares. Epitaxia por haces químicos

#### 5. TÉCNICAS DE LITOGRAFIA Y GRABADO:

Litografía óptica. Litografía por haz de electrones. Litografía con Rayos X. Litografía por nanoimpresión. Procesos de grabado. Nanoestructuras obtenidas mediante el uso de IBL.

#### 6. MATERIALES AVANZADOS VOLUMÉTRICOS:

Introducción. Fundamentos de Crecimiento de Cristales: termodinámicos, fenómenos de transporte y cinética. Técnicas de Crecimiento de Cristales: a partir del fundido, a partir del vapor y a partir de soluciones.

## 1.13 Referencias de consulta / Course bibliography

1. Crystal Growth TEchnology: from fundamental and simulation, to large-scale crystals. H.S.Scheel, Ed. Wiley
2. G. A. Ozin et. al., in “Nanochemistry”. RSC Publishing, (2005).
3. B. Rogers, S. Pennathur and J. Adams, in “Nanotechnology”. CRC Press, (2007)
4. T. Watanabe, in “Nano-plating”. Elsevier (2004).
5. Photochemical processing of electronic Materials  
I.W. Boyd and R.B. Jackman, Academic Press
6. Epitaxy - Physical Principles and Technical implementation  
M.A. Herman, W. Richter and H. Sitter, Springer
7. Láminas delgadas y recubrimientos: Preparación, Propiedades y Aplicaciones.  
Ed. por José M. Albella, CSIC, 2003.
8. Low energy ion assisted film growth  
A.R. González-Elipe, F. Yubero, J.M. Sanz. Ed. Imperial College Press (2003)
9. Introduction to Nanoscience and Nanotechnology  
Chris Binns. John Wiley and Sons, 2010.
10. Hanbook of physical vapor deposition (PVD) processing



Asignatura: Síntesis de Materiales Avanzados y Nanoestructuras  
Código: 32293  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 5 ECTS

D.M. Mattox, Noyes Publ. 1998.

11. B.L. Cushing, V.L. Kolesnichenko, and C.J. O'Connor. Recent Advances in the Liquid-Phase Syntheses of Inorganic Nanoparticles Chem. Rev. 2004, 104, 3893-3946.
12. Doh C. Lee, Danielle K. Smith, Andrew T. Heitsch and Brian A. Korgel. Colloidal magnetic nanocrystals: synthesis, properties and applications. Annu. Rep. Prog. Chem., Sect. C, 2007, 103, 351-402.
13. T. T. Kudas and M. Hampden-Smith. Aerosol Processing of Materials. Wiley-VCH (1999) New York.
14. H. Hahn, Gas Phase Synthesis of Nanocrystalline Materials. NanoStructured Materials (1997) 9: 3.

## 2 Métodos docentes / Teaching methodology

La enseñanza y el aprendizaje de la asignatura se llevará a cabo mediante la impartición de clases teóricas, seminarios y la resolución de problemas concretos.

- **Actividades Presenciales**

- Clases teóricas  
En las clases teóricas el profesor explicará los conceptos esenciales contenidos en el programa de la asignatura.
- Seminarios  
Algunas clases tendrán carácter de seminarios sobre temas avanzados y algunas técnicas más específicas. Se propondrán trabajos dirigidos con el objetivo de acercar a los alumnos al mundo científico.

- **Actividades Dirigidas**

- Tutorías  
Durante las tutorías se atenderán las dudas de los alumnos sobre los aspectos en los que hayan encontrado mayores dificultades y sobre todo a la hora de realizar los trabajos dirigidos.



Asignatura: Síntesis de Materiales Avanzados y Nanoestructuras  
Código: 32293  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 5 ECTS

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

TIPO DE ACTIVIDAD DOCENTE		Tiempo trabajo alumno (Nº de horas)
Presencial	Clases teóricas / Seminarios	40 h
	Realización controles periódicos	4 h
	Realización del examen final	4 h
	Tutorías	6 h
No presencial	Estudio clases teóricas (4h/semana x 14 semanas)	56 h
	Realización trabajo dirigido	15 h
<b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 5 ECTS</b>		<b>125 h</b>

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

Los resultados de aprendizaje serán evaluados a lo largo del curso. Se realizarán tres exámenes parciales escritos eliminatorias con un peso de un 33.3 % de la nota final cada uno. Se realizará junto con el tercer examen parcial una recuperación de los dos primeros exámenes parciales bien si se han suspendido o si se quiere subir nota.

Si la nota promedio de las tres pruebas escritas es superior a 4, se ofrecerá la posibilidad de subir la nota final (máximo 1 punto) con la realización de un trabajo dirigido.

En la convocatoria extraordinaria se realizará un único examen con un valor de un 100% de la nota. Si la nota es superior a 4, se ofrecerá de nuevo la posibilidad de subir la nota final (máximo 1 punto) mediante la realización de un trabajo dirigido.



Asignatura: Síntesis de Materiales Avanzados y Nanoestructuras  
Código: 32293  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Máster en Materiales Avanzados  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 5 ECTS

La calificación final para superar la asignatura debe ser de 5 sobre 10.

En las pruebas escritas se evaluarán los resultados del aprendizaje relacionados con la adquisición de contenidos teóricos y su aplicación a la resolución de problemas, así como el análisis crítico y la capacidad de síntesis.

En la elaboración del trabajo dirigido se evaluará la capacidad de análisis y síntesis, de búsqueda bibliográfica y selección de información, elaboración de informes y presentación e interpretación de resultados. Se evaluarán las competencias 3, 4, 5, 6 y 7.

## Cronograma\* / [Course calendar](#)

Tema	Tipología	Horas Presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	Clases Teóricas/ Seminarios	2	2
2	Clases Teóricas/ Seminarios	12	16
3	Clases Teóricas/ Seminarios	10	14
4	Clases Teóricas/ Seminarios	4	6
5	Clases Teóricas/ Seminarios	4	6
6	Clases Teóricas/ Seminarios	8	12

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.