

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2017/18
<b>Centro académico</b>	100 - Facultad de Ciencias
<b>Titulación</b>	538 - Máster Universitario en Física y Tecnologías Físicas
<b>Créditos</b>	5.0
<b>Curso</b>	1
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Optativa
<b>Módulo</b>	---

## 1. Información Básica

### 1.1. Introducción

Breve presentación de la asignatura

La Nanociencia es una novedosa temática científica que exige el conocimiento de diferentes disciplinas tradicionales como la Física, Química, Ingeniería, Medicina, etc. En este curso, nos centraremos en el papel desempeñado por los procesos físicos en la producción de materiales nanoestructurados, su caracterización y aplicaciones. Sin embargo, se mencionarán también la contribución requerida de las otras disciplinas. Una breve descripción de los contenidos de este tema incluye:

1. Métodos de preparación para nanosistemas, centrándose en enfoques "top-down": el crecimiento por métodos físicos y litografía.
2. Las técnicas de caracterización de materiales nanoestructurados, centrándose en técnicas físicas tales como SEM, AFM, TEM, relajatividad.
3. Aplicaciones: las principales aplicaciones serán revisadas, con énfasis en nano-dispositivos y aplicaciones biomédicas.

Las clases teóricas se complementan con cinco sesiones prácticas, incluyendo:

1. El crecimiento de películas delgadas por técnicas de deposición por láser pulsado y pulverización catódica (sputtering).
2. Litografía óptica en la Sala Blanca para micro-fabricación.
3. Nanolitografía usando un equipo "dual beam" en la Sala Blanca para nano-fabricación.
4. Caracterización de superficies por AFM.
5. Caracterización del tiempo de relajación y de la relajatividad de nanopartículas magnéticas para su aplicación en agentes de contraste para Imagen por Resonancia Magnética (MRI).

### 1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura

Esta asignatura cuenta con 5 créditos ECTS ó 125 horas de trabajo del alumno divididos en 3,5 para la teoría y 1,5 corresponden a las sesiones prácticas de laboratorio. El curso se imparte en el primer trimestre del curso académico. El objetivo de este módulo es dar al alumno una visión global de la Nanociencia y Nanotecnología, centrándose en los diversos métodos físicos para la preparación de materiales nanoestructurados, su caracterización y sus aplicaciones. Las clases teóricas se acompañan y complementan con seis sesiones prácticas a través de las cuales los estudiantes pueden ver de cerca en el laboratorio las dificultades y ventajas de los diferentes métodos de preparación y caracterización de estos materiales, con acceso a equipos altamente especializados que utilizarán bajo supervisión del personal responsable. Con el fin de ser capaz de seguir el curso sin dificultades, el estudiante debe tener un grado en Física, Química o Ingeniería. Otros cursos del Máster opcionales recomendados por su complementariedad son:

## 60038 - Nanociencia y nanotecnología

"Ciencia de Materiales", "Física de Materiales magnéticos" y "Física de bajas temperaturas y Tecnologías cuánticas".

### 1.3.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Junto a los cursos de "Ciencia de Materiales", "Física de materiales magnéticos" y "Física de Bajas Temperaturas y Tecnologías Cuánticas", el curso presente constituye una introducción complementaria y profunda a los conceptos, herramientas experimentales y aplicaciones de la investigación moderna en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología.

### 1.4.Actividades y fechas clave de la asignatura

Las clases se iniciarán y terminarán en la fecha indicada por la Facultad de Ciencias.

- Clases: 3 sesiones / semana. Fechas a decidir.
- Prácticas de laboratorio: Se fijarán por el profesor al inicio del curso.
- Sesiones de evaluación: A decidir.

## 2.Resultados de aprendizaje

### 2.1.Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados:

- Madurez para distinguir entre las diferentes aproximaciones, herramientas y técnicas utilizadas en Nanociencia y Nanotecnología.
- Describir varias aplicaciones en cada uno de los diferentes campos de la Nanotecnología.
- Diferenciar entre los distintos métodos de crecimiento, fabricación y caracterización de nanosistemas.
- Nombrar las temáticas más importantes de investigación en Nanociencia.
- Explicar los diferentes pasos que se requieren en cada aplicación para realizarla en términos de preparación y fabricación de los nanosistemas así como su caracterización.
- Calcular la interacción entre una punta de AFM y una superficie.
- Evaluar la reflectividad de rayos X de una película en función de su espesor y rugosidad.
- Calcular la corriente túnel entre una punta de STM y una superficie.
- Estimar el ritmo de crecimiento de un material en la técnica FEBID.
- Calcular la respuesta de un biosensor magnético.

### 2.2.Importancia de los resultados de aprendizaje

La nanotecnología es hoy en día una tecnología emergente que se traduce rápidamente en aplicaciones reales. A modo de ejemplo, la creciente miniaturización de los dispositivos electrónicos para el comportamiento más optimizado es una fuerza impulsora para entender la base de los fenómenos observados y sus limitaciones y aprender cómo producir tales estructuras pequeñas. Además, las nuevas aplicaciones biomédicas se basan en el uso de nanomateriales que necesitan ser controlados en cuanto a sus dimensiones y propiedades físicas, para que tengan la funcionalidad deseada. Estos son sólo dos ejemplos de la importancia de este curso para adquirir una comprensión global de las tecnologías existentes y de cómo van a afectar nuestras vidas. Por otra parte, los estudiantes serán capaces de utilizar algunos de los instrumentos más avanzados para fabricar y analizar la materia en las escalas más pequeñas, adquiriendo una formación muy valiosa para su futuro desarrollo profesional.

## 3.Objetivos y competencias

### 3.1.Objetivos

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Las propiedades y la funcionalidad de los nano-sistemas dependen de un control preciso de sus dimensiones. Por ello el estudiante necesita saber cómo alcanzar tales dimensiones con métodos físicos. El alumno aprenderá cómo hacer

## 60038 - Nanociencia y nanotecnología

crecer los materiales capa a capa, incluso átomo por átomo. Por lo tanto, en este curso, se examinarán las técnicas de producción, considerando la técnica más adecuada en cada caso para el material que queremos utilizar así como la arquitectura y la aplicación final del nano-dispositivo que tenemos la intención de fabricar. Por otra parte, se proporcionará al alumno una visión de las técnicas más comunes y necesarias para la caracterización de nanomateriales. En cada caso se hará hincapié en la información que puede obtenerse de cada una de ellas, al objeto de comprobar que el material sintetizado tiene las propiedades requeridas para su posterior aplicación. Algunas de estas técnicas requieren instrumentos científicos altamente especializados. La Universidad de Zaragoza, el Instituto de Nanociencia de Aragón (INA) y el Instituto de Ciencia de los Materiales de Aragón (ICMA) proporcionan a los estudiantes del Máster equipos de última generación, lo que les permite adquirir habilidades y destrezas en el manejo de instrumentos que son de gran valor en el plan de estudios de un profesional en disciplinas dentro del campo de la Nanociencia y la Nanotecnología.

### 3.2. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:

- Consolidar de las competencias básicas y la interrelación entre los diferentes ámbitos de la Física y las Tecnologías de la Física (CE3).
- Integrar conocimientos, manejar la complejidad y formular juicios con información limitada, en el área de la Física y las Tecnologías de la Física (CE4).
- Conocer el nivel de importancia de la investigación y las aplicaciones industriales de Física y las Tecnologías de la Física, así como de su desarrollo social, impacto económico y legal (CE6).
- Realizar un uso del lenguaje apropiado en el campo de la Nanociencia y la Nanotecnología
- Evaluar la realidad del impacto tecnológico de la Nanociencia y la Nanotecnología.
- Identificar los temas científicos con gran interés hoy en el campo de la Nanociencia y Nanotecnología.
- Conocer los principales métodos de síntesis de los objetos a escala nanométrica por métodos físicos.
- Distinguir los diferentes métodos de litografía y sus aplicaciones.
- Conocer las principales herramientas disponibles para la caracterización de nano-sistemas y la información obtenida de ellos.
- Entender las diferencias entre los distintos métodos 'top-down' de crear nanosistemas y sus aplicaciones.

### 4. Evaluación

#### 4.1. Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

Una evaluación continua que tendrá en cuenta el trabajo personal de los alumnos durante todo el curso. Los estudiantes recibirán un cuestionario después de cada una de las tres secciones principales del curso. La evaluación (50% de la nota final) reflejará la calidad de las soluciones dadas a los cuestionarios.

El curso también comprenderá cinco sesiones prácticas en el laboratorio. Después de estas sesiones, los alumnos escribirán un breve informe que incluya el objetivo de la sesión de práctica y los resultados obtenidos. La evaluación (50% de la nota final) reflejará la calidad de los informes.

Superación de la asignatura mediante una prueba global única.

El curso ha sido diseñado principalmente para los estudiantes que son capaces de asistir a las clases presenciales. Sin embargo, también habrá una prueba de evaluación para los estudiantes que no puedan asistir a estas clases o que fracasen en su primera evaluación. La prueba consistirá en la resolución de un cuestionario relacionado con los resultados esperados del curso.

El cuestionario estará compuesto por las dos partes siguientes:

1. Una parte contendrá preguntas relacionadas con los principales conceptos tratados en la parte teórica del curso. El

## 60038 - Nanociencia y nanotecnología

estudiante dispondrá de 1,5 horas para resolver esta parte. Se evaluará de 0 a 10 y el resultado supondrá el 50% de la nota final.

2. Una segunda parte contendrá preguntas relacionadas con aspectos experimentales de las cinco sesiones prácticas desarrolladas durante el curso. El estudiante dispondrá de 1,5 horas para resolver esta parte. Se evaluará de 0 a 10 y el resultado supondrá el 50% de la nota final.

### 5. Metodología, actividades, programa y recursos

#### 5.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Los resultados programados para este curso incluyen el logro de conocimientos teóricos y experimentales en el campo de la Nanociencia y la Nanotecnología. Para ello, en primer lugar, el estudiante que sigue las sesiones teóricas adquirirá conocimientos sobre los conceptos básicos de Nanociencia y Nanotecnología, también requeridos para las sesiones prácticas. Más tarde, las sesiones prácticas permitirán al alumno fijar dichos conceptos. Más específicamente, las actividades serán:

Clases de teoría: 3,5 ECTS

Estas lecciones tienen por objeto la adquisición de los conocimientos básicos necesarios en Nanociencia y Nanotecnología relacionados con aspectos de Física y Ciencia de Materiales. Estas lecciones serán apoyadas por la bibliografía recomendada, así como por el material audiovisual, presentaciones de PowerPoint y la información complementaria, todos ellos disponibles para los estudiantes en forma digital. La participación del alumno a lo largo de las conferencias será estimulada continuamente por los profesores. Se requiere el trabajo autónomo del estudiante. El apoyo tutorial estará siempre a disposición de los estudiantes.

Clases prácticas: 1,5 ECTS

Se organizarán cinco sesiones de trabajo práctico utilizando los equipos de investigación existentes en el INA en el Campus Río Ebro. Los profesores y técnicos ayudarán al estudiante a utilizar las herramientas necesarias y les guiarán en la redacción del informe.

#### 5.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades:

- Clases sobre los principales temas de la asignatura. Algunas de éstas tendrán la forma de seminarios, impartidos por expertos en los campos correspondientes.
- Sesiones prácticas en nanociencia y nanotecnología.

#### 5.3. Programa

El contenido de las clases y seminarios es:

1. Introducción. Se abordarán los conceptos básicos de la Nanociencia y la Nanotecnología, así como la descripción precisa del curso.
2. Preparación de Nanoestructuras: tecnologías de vacío. Tecnologías para el crecimiento de películas delgadas: pulverización catódica, la ablación por láser, epitaxia de haces moleculares, evaporación. Métodos artificiales para la fabricación: litografía óptica, electrónica y por haz de iones, litografía de sonda local, nanoimpresión. Autoensamblaje y autoorganización. Fabricación de nanopartículas. Funcionalización de nanopartículas.

## 60038 - Nanociencia y nanotecnología

3. Técnicas de caracterización en Nanociencia: microscopías de sonda local (STM, AFM, MFM). Microscopía Electrónica de barrido y de transmisión (SEM, TEM, STEM). Técnicas de caracterización de películas delgadas, superficies e interfaces (XRD, XRR, XPS, Auger, RHEED, LEED). Técnicas de caracterización física de nanopartículas para aplicaciones biomédicas (tiempo de relajación y relaxatividad).
4. Aplicaciones de Nanociencia y Nanotecnología: Almacenamiento y procesamiento de la información. Sensores. Biosensores. Sistemas nanoelectromecánicos (NEMS). Las aplicaciones en las telecomunicaciones. La miniaturización en Electrónica. Bio-ferrofluidos. Agentes de contraste para imagen por resonancia magnética.. Nanopartículas para administración de fármacos.

Las sesiones prácticas consistirán en:

1. Crecimiento de películas delgadas y heteroestructuras por pulverización catódica y ablación con láser pulsado
2. Litografía óptica en la Sala Blanca para micro-fabricación.
3. Uso del Dual Beam en Nanotecnología
4. Caracterización de nanoestructuras mediante técnicas de microscopía de fuerzas atómicas
5. Medidas de relajatividad en agentes de contraste para MRI.

### 5.4. Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario final tiene que ser establecido. Se anunciará con antelación.

### 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

LA BIBLIOGRAFÍA ACTUALIZADA DE LA ASIGNATURA SE CONSULTA A TRAVÉS DE LA PÁGINA WEB DE LA BIBLIOTECA <http://psfunizar7.unizar.es/br13/eBuscar.php?tipo=a>