



Asignatura: Nanofísica  
Código: 16425  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Nanofísica / Nanophysics

### 1.1. Código / Course number

16425

### 1.2. Materia / Content area

Física de la materia condensada avanzada / Advanced condensed matter physics

### 1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / Elective subject

### 1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

### 1.5. Curso / Year

4º / 4<sup>th</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

2º / 2nd (Spring semester)

### 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

Se recomienda haber cursado las asignaturas de Mecánica Cuántica I y II, Termodinámica y Física Estadística I y II, y cursar o haber cursado Física del Estado Sólido, así como disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía de consulta/ It is advisable to have passed the courses Quantum Mechanics I and II, Thermodynamics and Statistical Physics I and II, and to follow or have passed Solid State Physics, as well as a suitable level of English to read references in this language.



Asignatura: Nanofísica  
Código: 16425  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

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

Es obligatoria la asistencia a un mínimo del 75% de las clases de teoría y prácticas. / **A minimum of a 75% of attendance to lectures is mandatory, for both theory and practice.**

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

Coodinador

Docente / **Lecturer:** Enrique García Michel

Departamento de Física de la Materia Condensada/ **Department of Physics of Condensed Matter**

Facultad de Ciencias/ **Faculty of Sciences**

Despacho- Módulo/ **Office- Module:** Módulo 3 - 613

Teléfono / **Phone:** 91 497 47 59

Correo electrónico/**Email:** [enrique.garcia.michel@uam.es](mailto:enrique.garcia.michel@uam.es)

Página

web/**Website:**

[https://www.uam.es/departamentos/ciencias/fismateriac/pagesmem/enrique\\_garcia.html](https://www.uam.es/departamentos/ciencias/fismateriac/pagesmem/enrique_garcia.html)

Horario de atención al alumnado: Cita previa con el profesor/**Office hours: contact the lecturer in advance**

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

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

#### Conceptuales / **Knowledge**

- Comprender y asimilar las propiedades específicas de los objetos y sistemas de dimensiones nanoscópicas.
- Comprender y asimilar la aplicación de las leyes de la Física y de otros conocimientos adquiridos en materias estudiadas previamente en el estudio de objetos y sistemas de dimensiones nanoscópicas.
- Comprender y asimilar las características específicas de la interacción de estos objetos con el exterior.
- Comprender y asimilar los métodos teóricos y las técnicas experimentales que permiten estudiar las propiedades de objetos y sistemas de dimensiones nanoscópicas.

#### Procedimentales / **Skills**

- Aplicar las leyes de la Física en objetos y sistemas de dimensiones nanoscópicos.
- Resolver problemas y calcular magnitudes físicas derivados del estudio de los sistemas y objetos de dimensiones nanoscópicas.



Asignatura: Nanofísica  
Código: 16425  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## Contenidos del programa / [Course contents](#)

### PROGRAMA SINTÉTICO

**TEMA I: Introducción: la Física en la escala del nanómetro**

**TEMA II: Estructura electrónica y transporte en sistemas de dimensiones nanométricas**

**TEMA III: Transporte en sistemas de dimensiones nanométricas**

**TEMA IV: Objetos nanométricos**

**TEMA V: Nanomagnetismo**

**TEMA VI: Fabricación y técnicas experimentales.**

### PROGRAMA DETALLADO

#### **TEMA I: INTRODUCCIÓN: LA FÍSICA EN LA ESCALA DEL NANÓMETRO:**

##### **Contenidos Teóricos y Prácticos**

Concepto de Nanociencia y Nanotecnología. Impacto en la sociedad: el potencial de la Nanociencia. La escala del nanómetro: implicaciones científicas y tecnológicas.

#### **TEMA II: ESTRUCTURA ELECTRÓNICA EN SISTEMAS DE DIMENSIONES NANOMÉTRICAS:**

##### **Contenidos Teóricos y Prácticos**

Propiedades electrónicas de los sólidos en función de su dimensionalidad: 3D, 2D, 1D y 0D. Gases de electrones bidimensionales: estados de pozo cuántico, electrones en superficies, túnel a través de una o dos barreras. Materiales 1D: nanohilos. Propiedades de los materiales 0D: átomos artificiales y puntos cuánticos.

#### **TEMA III: TRANSPORTE EN SISTEMAS DE DIMENSIONES NANOMÉTRICAS:**

##### **Contenidos Teóricos y Prácticos**

Transporte en sistemas de baja dimensionalidad: transporte balístico y transporte cuántico. Cuantización de la conductancia. Túnel resonante. Túnel de un solo electrón y bloqueo de Coulomb.



Asignatura: Nanofísica  
Código: 16425  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

#### TEMA IV: OBJETOS NANOMÉTRICOS

##### Contenidos Teóricos y Prácticos

Relación superficie/volumen. Nanopartículas: estabilidad, números mágicos, propiedades físicas, químicas y ópticas. Los materiales basados en carbono: fullerenos, nanotubos, grafeno.

Dispositivos lógicos. El transistor de un solo electrón. Puntos cuánticos dobles. Electrónica molecular.

#### TEMA V: NANOMAGNETISMO:

##### Contenidos Teóricos y Prácticos

Interacción de intercambio y materiales magnéticos. Dependencia con el tamaño de la ordenación magnética. Magnetorresistencia gigante. Imanes moleculares.

#### TEMA VI: FABRICACIÓN Y TÉCNICAS EXPERIMENTALES

##### Contenidos Teóricos y Prácticos

Crecimiento de películas delgadas. Métodos de fabricación "desde arriba": litografía. Técnicas de fabricación "desde abajo": autoensamblado. Microscopías de proximidad (STM, AFM) y nanomanipulación. Espectroscopía de fotoelectrones. Microscopía electrónica de transmisión. Otras técnicas experimentales

### 1.12. Referencias de consulta / Course bibliography

- a) POOLE C.P and OWENS F.J., *Introduction to Nanotechnology*, Wiley 2003.
- b) DUPAS C. *Nanophysics*, Ed. Springer, 2007.
- c) HORNYAK G.L, MOORE J.J., TIBBALS H.F., and DUTTA J., *Fundamentals of Nanotechnology*, CRC Press 2009.
- d) WOLF E.L., *Nanophysics and Nanotechnology*, 2ª edición, Ed. Wiley, 2006.
- e) KITTEL, C. *Introduction to Solid State Physics*, capítulo 18, 8ª edición, Wiley, 2004.
- f) DATTA, S. *Electronic Transport in Mesoscopic Systems*, Cambridge, 1997.

Se suministrará bibliografía específica adicional a lo largo del curso mediante la página web de la asignatura.

Página Web de la Asignatura: <https://moodle.uam.es/>



Asignatura: Nanofísica  
Código: 16425  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

La enseñanza y el aprendizaje de la asignatura se estructurarán por medio de clases teóricas y clases prácticas de resolución de problemas.

- **Actividades Presenciales**

- Clases teóricas

En las clases teóricas el profesor explicará los conceptos esenciales contenidos en el programa de la asignatura, invitando a los alumnos a participar con preguntas. En las clases teóricas se sugerirán también los métodos de resolución de problemas.

- Clases prácticas

Las clases prácticas estarán orientadas hacia la resolución de problemas específicos derivados de la aplicación del contenido de las clases teóricas. Los problemas se propondrán previamente a los alumnos para que intenten resolverlos con anterioridad. En la clase práctica, los alumnos podrán resolver y explicar los problemas a los demás compañeros.

- **Actividades Dirigidas**

- Trabajos individuales o en grupo

Como parte de las clases prácticas, se podrán proponer trabajos a los estudiantes, que estos realizarán individualmente o en grupo. Los estudiantes deberán desarrollar un tema a partir de referencias bibliográficas. Los temas propuestos serán siempre de profundización y/o ampliación de los conceptos básicos de las clases teóricas y se expondrán, a modo de seminario, ante los compañeros.

- Tutorías

Durante las tutorías, se atenderán las dudas de los alumnos y se repasarán los conceptos expuestos en clase de forma personalizada.



Asignatura: Nanofísica  
Código: 16425  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

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

	Nº horas	%
<b>Actividades presenciales:</b>	<b>70</b>	<b>46,7</b>
Clases teóricas: 3 hs/semana x 13 semanas	39	26,0
Clases prácticas: 1 h/semana x 13 semanas	13	8,7
Presentaciones de trabajos: 4 hs/semana x 2 semanas	8	5,3
Realización de evaluación final	4	2,7
Tutorías	6	4
<b>Actividades no presenciales (trabajo autónomo del estudiante)</b>	<b>80</b>	<b>53,3</b>
Estudio semanal (preparación de clases teórico-prácticas) 4 hs/semana x 13 semanas	52	34,7
Preparación de trabajos	8	5,3
Preparación de pruebas de evaluación	20	13,3
<b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 créditos ECTS</b>	<b>150</b>	<b>100,0</b>

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

- Descripción detallada del procedimiento para la evaluación.

Para superar la asignatura, el alumno debe demostrar que:

- Comprende los principales conceptos introducidos en la asignatura, su aplicación y su relación con otras materias estudiadas previamente.
- Utiliza con soltura las estrategias necesarias para resolver problemas, seleccionando y aplicando los conceptos físicos necesarios y las herramientas matemáticas adecuadas.

Todo lo anterior será evaluado a través de la resolución continuada de los problemas planteados o trabajos propuestos en las clases prácticas, tanto oralmente como por escrito, y de pruebas objetivas escritas.

- Porcentaje en la calificación final

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

El porcentaje de cada uno de los apartados que forman parte de la calificación, será el siguiente:



Asignatura: Nanofísica  
Código: 16425  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Física  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación optativa  
Nº de créditos: 6 ECTS

- Actividades y pruebas periódicas objetivas: 60%
- Trabajos individuales o en grupo y exposición en clase: 10%
- Entrega de problemas resueltos y resolución oral de problemas en clase: 30%

#### *Convocatoria extraordinaria:*

En caso de que el alumno no haya aprobado la asignatura podrá presentarse a la convocatoria extraordinaria. Esta constará de dos partes:

- Examen en el que se evaluará el conocimiento de todos los Temas que componen la asignatura, y que representa el 60% de la nota.
- Trabajo individual y exposición oral: 10%.
- Las actividades evaluables relacionadas con entregas periódicas de problemas y participación en clase no serán reevaluables en la convocatoria extraordinaria, y se mantendrá por tanto la calificación obtenida en la evaluación ordinaria.

El estudiante que haya participado en menos de un 10% de las actividades de evaluación, será calificado en la convocatoria ordinaria como “No evaluado”.

## 5. Cronograma\* / Course calendar

Tema	Tipología	Horas Presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
I	Clases Teóricas	3	3
	Clases Prácticas	1	1
II	Clases Teóricas	6	8
	Clases Prácticas	2	2
III	Clases Teóricas	6	13
	Clases Prácticas	2	5
IV	Clases Teóricas	9	9
	Clases Prácticas	3	3
V	Clases Teóricas	9	6
	Clases Práctica	3	2
VI	Clases Teóricas	6	
	Clases Prácticas	2	
	Presentaciones	8	8

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.