

Curso

2017-2018

# Guía Docente del Master en Nanofísica y Materiales Avanzados



Facultad de Ciencias Físicas.  
Universidad Complutense de Madrid

## Tabla de contenidos

1. Estructura del Plan de Estudios .....	2
1.1. Estructura general .....	2
1.2. Asignaturas del Plan de Estudios .....	3
2. Listado de Competencias de las Asignaturas.....	3
Tabla del Listado de Competencias.....	4
3. Fichas de las Asignaturas .....	6
Nanomagnetismo.....	7
Nanomateriales semiconductores.....	10
Física de Superficies .....	14
Nanodispositivos .....	18
Electrones en nanoestructuras .....	22
Espintrónica.....	26
Métodos Experimentales Avanzados.....	29
Temas Avanzados en Física de la Materia Condensada .....	33
Trabajo Fin de Máster.....	37
4. Cuadros Horarios.....	40
5. Calendario Académico.....	41
Calendario de Exámenes.....	43

25 de enero 2018

# 1. Estructura del Plan de Estudios

## 1.1. Estructura general

El presente Plan de Estudios está estructurado en módulos (unidades organizativas que incluyen una o varias materias), materias (unidades disciplinares que incluyen una o varias asignaturas) y asignaturas.

El Máster en Nanofísica y Materiales Avanzados se organiza en un curso académico, desglosado en 2 semestres. Cada semestre tiene 30 créditos ECTS para el estudiante (se ha supuesto que 1 ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante).

Las enseñanzas se estructuran en 2 módulos: un módulo obligatorio para todos los estudiantes (Trabajo Fin de Master) y otro módulo integrado por asignaturas de 6 ECTS, todas ellas optativas. El estudiante tiene que cursar los 12 créditos obligatorios del Trabajo Fin de Master y 48 créditos adicionales de asignaturas optativas (8 asignaturas) que podrá elegir libremente entre asignaturas de cualquier materia.

A continuación, se describen brevemente los diferentes módulos:

- **Trabajo Fin de Master** (obligatorio, 12 ECTS).
- **Módulo de Nanofísica y Materiales Avanzados** Constituye el núcleo de la titulación y consta de las siguientes materias:
  - Materia Condensada, que versará sobre aquellas propiedades y fenómenos físicos de interés desde el punto de vista más fundamental, tales como las propiedades electrónicas de los sólidos a escala nanométrica, las transiciones de fase y los fenómenos de no equilibrio o todos los fenómenos cuánticos que aparecen a bajas temperaturas (superconductividad, superfluidez, condensación de Bose-Einstein...).
  - Nanomateriales y nanotecnología, que enfocará el estudio de los materiales teniendo en cuenta como se modifican las propiedades físicas al reducir la dimensionalidad o trabajar en la en la escala del nanómetro, además de tener en cuenta tanto aplicaciones actuales como posibles aplicaciones futuras de sistemas nanométricos.
  - Métodos Experimentales Avanzados, que expondrá la importancia actual que tiene tanto el estudio de materiales avanzados como el análisis de sistemas nanométricos de disponer de un conjunto de técnicas experimentales altamente especializadas y adaptadas a las necesidades específicas de un campo que es singular en muchos aspectos.

## 1.2. Asignaturas del Plan de Estudios

Oferta de asignaturas del curso 2017/18

Código	Materia	Módulo	Tipo	Sem.	ECTS
606842	Nanomagnetismo	Nanofísica y Materiales Avanzados	OP	1º	6
606843	Nanomateriales semiconductores		OP	1º	6
606844	Física de Superficies		OP	2º	6
606845	Nanodispositivos		OP	2º	6
606848	Electrones en nanoestructuras	Materia Condensada	OP	1º	6
606850	Temas Avanzados en Materia Condensada		OP	1º	6
606851	Espintrónica		OP	2º	6
606852	Métodos Experimentales Avanzados	Métodos Experimentales Avanzados	OP	1º	6
606853	Trabajo Fin de Máster	Trabajo Fin de Máster	OB	2º	12

OB = Asignatura obligatoria

OP = Asignatura optativa

## 2. Listado de Competencias de las Asignaturas

Las asignaturas que forman parte de la Materia “Materia Condensada”, es decir:

- .- Efectos cooperativos y de dimensionalidad en solidos
- .- Electrones en nanoestructuras
- .- Procesos de no equilibrio en materiales y Nanofísica
- .- Espintrónica
- .- Temas avanzados de Física de la Materia Condensada

Desarrollan todas las competencias Básicas, Generales y Transversales, así como las Competencias específicas CE1, CE2 y CE3.

Las asignaturas que forman parte de la Materia “Nanofísica y Materiales Avanzados” es decir:

- .- Nanomagnetismo
- .- Nanomateriales semiconductores
- .- Nanopartículas en Medicina
- .- Nanodispositivos
- .- Física de Superficies

Desarrollan todas las competencias Básicas, Generales y Transversales, así como las Competencias específicas CE1, CE2 y CE3.

Las asignaturas que forman parte de la Materia “Métodos Experimentales Avanzados” es decir:

.- Métodos experimentales avanzados

Desarrollan todas las competencias Básicas, Generales y Transversales, así como las Competencias específicas CE1, CE2 y CE3.

El Trabajo Fin de Master desarrolla todas las competencias Básicas, Generales y Transversales, así como las Competencias específicas CE3, CE4 y CE5.

### Tabla del Listado de Competencias

#### Competencias Básicas:

Código	Denominación	Tipo
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.	Básicas
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	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	Básicas
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	Básicas
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	Básicas

#### Competencias Generales:

Código	Denominación	Tipo
CG1	Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en nanofísica y materiales avanzados	General
CG2	Saber integrar los conocimientos y la comprensión de estos, su fundamentación científica y la capacidad de resolución de problemas en	General

Código	Denominación	Tipo
	entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente cualificados.	
CG3	Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión social y ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.	General
CG4	Capacidad de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.	General
CG5	Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, los resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.	General
CG6	Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro del ámbito de la nanofísica y los materiales avanzados, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia de conocimiento.	General
CG7	Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.	General

### Competencias Transversales:

Código	Denominación	Tipo
CT1	Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico, la capacidad de análisis y de síntesis y el pensamiento científico y sistémico.	Transversal
CT2	Trabajar de forma autónoma y saber desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.	Transversal
CT3	Gestionar el tiempo y los recursos disponibles. Trabajar de forma organizada.	Transversal
CT4	Capacidad para prevenir y solucionar problemas, adaptándose a situaciones imprevistas y tomando decisiones propias.	Transversal
CT5	Capacidad para trabajar en entornos complejos o inciertos y con recursos limitados.	Transversal

<b>Código</b>	<b>Denominación</b>	<b>Tipo</b>
CT6	Evaluar de forma crítica el trabajo realizado.	Transversal
CT7	Capacidad para trabajar cooperativamente asumiendo y respetando el rol de los diversos miembros del equipo, así como los distintos niveles de dependencia del mismo.	Transversal
CT8	Adaptarse a entornos multidisciplinares e internacionales.	Transversal
CT9	Comunicar eficientemente de forma oral y/o escrita conocimientos, resultados y habilidades, tanto en entornos profesionales como ante públicos no expertos.	Transversal
CT10	Hacer un uso eficiente de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la comunicación y transmisión de ideas y resultados.	Transversal

### Competencias Específicas:

<b>Código</b>	<b>Denominación</b>	<b>Tipo</b>
CE1	Establecer el efecto de la reducción de la dimensionalidad en las propiedades físicas de los sólidos, incorporando a su conocimiento los nuevos fenómenos físicos que aparecen en la nanoescala.	Específica
CE2	Aplicar los conocimientos sobre nanofísica y materiales avanzados para entender y desarrollar soluciones y aplicaciones en los distintos campos de la nanociencia y la nanotecnología.	Específica
CE3	Demostrar que se ha adquirido una formación sólida, avanzada y rigurosa en las teorías más recientes de la Física de la Materia Condensada y de Materiales Avanzados.	Específica
CE4	Realizar un trabajo de investigación en Nanofísica y Materiales Avanzados y presentar los resultados obtenidos de modo oral y escrito, utilizando el lenguaje y el formato propios de la investigación en estas áreas de la ciencia y la tecnología.	Específica
CE5	Desarrollar habilidades de aprendizaje en Nanofísica y Materiales Avanzados que permitan al alumno continuar estudiando y profundizando en la materia de un modo autónomo.	Específica



# Master en Nanofísica y Materiales Avanzados (curso 2017-18)

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Nanomagnetismo</b>			<b>Código</b>	606842
<b>Materia:</b>	Nanomateriales y Nanotecnología	<b>Módulo:</b>	Nanofísica y Materiales Avanzados		
<b>Carácter:</b>	Optativo	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	6	0	
<b>Horas presenciales</b>	43	43	0	0

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Elena Navarro Palma			<b>Dpto:</b>	FM
	<b>Despacho:</b>	119	<b>e-mail</b>	<a href="mailto:enavarro@ucm.es">enavarro@ucm.es</a>	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	L	14:30 -16:00	Elena Navarro Palma	Alternarán a lo largo del cuatrimestre	30	FM
	X	14:30-16:00	Antonio Hernando Grande		13	FM

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Antonio Hernando Grande	Lunes y miércoles de 16.00 a 17.00 h	<a href="mailto:antonio.hernando@externos.adif.es">antonio.hernando@externos.adif.es</a>	Despacho 113.0 Dpto. Física Mat.
Elena Navarro Palma	Lunes y miércoles de 10:00 a 13:00 h.	<a href="mailto:enavarro@ucm.es">enavarro@ucm.es</a>	Despacho 119.0 Dpto. Física Mat.

**Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)**

Conocimiento y comprensión del efecto de la reducción de la dimensionalidad en las propiedades magnéticas de los sólidos.

**Competencias de la asignatura**

Competencias Básicas: CB10, CB6, CB7, CB8, CB9

Competencias Generales: CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6 y CG7

Competencias Transversales: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10

Competencias Específicas: CE1, CE2 y CE3.

**Breve descripción de contenidos**

Procesos de imanación, magnetismo en películas delgadas, superficies, intercaras y multicapas. Nanohilos y nanopartículas magnéticas. Superparamagnetismo. Magnetismo molecular. Aplicaciones de nanomateriales magnéticos.

**Conocimientos previos necesarios**

Conocimientos básicos de **Física del Estado Sólido**, Física Estadística, Física Cuántica y Electromagnetismo.

**Programa de la asignatura****Introducción a los materiales magnéticos.**

**Dominios Magnéticos.** Interacción de canje, Energía de anisotropía. Energía magnetostática. Energía magnetoelástica y magnetostricción. Dominios magnéticos y paredes magnéticas.

**Magnetismo de partículas pequeñas.** Superparamagnetismo: la función de Langevin. Efectos de superficie. Modelo de Stoner-Wohlfart. Interacción entre partículas.

**Interacción de canje.** Canje directo. Doble canje. RKKY. Supercanje. Estados excitados. Ondas de spin. Sistemas bidimensionales.

**Aplicaciones del magnetismo nanométrico.** Plasmones, Transporte de fármacos. Calentamiento local. Semiconductores magnéticos. Magnetorresistencia Gigante...

<b>Bibliografía</b>
<p>Modern Magnetic Materials: Principles and applications. R.C. O'Handley. John Willey and sons (2000).</p> <p>Física de los Materiales Magnéticos, A. Hernando y J.M. Rojo, Ed. Síntesis.</p> <p>Magnetism and Magnetic Materials, J.M.D. Coey, Cambridge University Press, N.York, (2009).</p> <p>Introduction to Magnetic Materials, B. D. Cullity.</p>
<b>Recursos en internet</b>
<p>Campus Virtual de la asignatura</p>

<b>Metodología</b>
<p>En las clases de teoría, prácticas y seminarios se tenderá al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como los medios audiovisuales, cuando con ello mejore la claridad de la exposición en clase, y se promoverá el uso del campus virtual como medio principal para gestionar el trabajo de los estudiantes, comunicarse con ellos, distribuir material de estudio, etc...</p>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	60 %
<p>Los alumnos realizarán un examen final sobre los conceptos más relevantes de la asignatura.</p>		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	40 %
<p>Otras actividades de evaluación. Estas podrán incluir actividades de evaluación continua como: problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo, realización de prácticas de laboratorio, participación en clases, seminarios y tutorías, presentación, oral o por escrito, de trabajos.</p>		
<b>Calificación final</b>		
<p>La calificación final resultará de la media ponderada de las calificaciones de los exámenes y otras actividades.</p>		



## Master en Nanofísica y Materiales Avanzados (curso 2017-18)

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Nanomateriales semiconductores</b>			<b>Código</b>	606843
<b>Materia:</b>	Nanomateriales y Nanotecnología	<b>Módulo:</b>	Nanofísica y Materiales Avanzados		
<b>Carácter:</b>	Optativo	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	6	0	
<b>Horas presenciales</b>	43	43	0	0

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Pedro Hidalgo Alcalde	<b>Dpto:</b>	FM
	<b>Despacho:</b> 121	<b>e-mail</b>	phidalgo@ucm.es

### Teoría - Detalle de horarios y profesorado

Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M J	16:00-17:30	Ana Cremades	Se alternarán durante el cuatrimestre	14	FM
			Pedro Hidalgo		29	

### Tutorías - Detalle de horarios y profesorado

Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Ana Cremades	L, M, X de 11-13h	<a href="mailto:cremades@fis.ucm.es">cremades@fis.ucm.es</a>	Despacho 114.0 Dpto. Física de Materiales
Pedro Hidalgo	L y X: 14:30-16:00 X y V: 10:30-12:00	phidalgo@ucm.es	Despacho 121.0 Dpto. Física de Materiales

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Conocimiento y comprensión de los métodos de síntesis y caracterización de nanomateriales.

Conocimiento y comprensión de los fenómenos físicos que pueden aparecer en los materiales funcionales.

### Competencias de la asignatura

Competencias Básicas: CB10, CB6, CB7, CB8, CB9

Competencias Generales: CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7

Competencias Transversales: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10

Competencias Específicas: CE1, CE2 y CE3.

### Breve descripción de contenidos

Diseño de nuevos materiales. Ingeniería de band-gap. Nanohilos y nanotubos semiconductores. Confinamiento óptico, guías de onda y cristales fotónicos. Aplicaciones de nanomateriales semiconductores en optoelectrónica (LEDs, láseres, detectores...)

### Conocimientos previos necesarios

Conocimientos mínimos básicos de **Física del Estado Sólido** (bandas de energía), y **Física de Materiales** (estructura y defectos, propiedades ópticas de los materiales).

Se recomienda cursar **simultáneamente** la asignatura **Electrones en nanoestructuras**, en la que se estudian las propiedades electrónicas en nanoestructuras semiconductoras, complemento a los contenidos de esta asignatura.

### Programa de la asignatura

1. Introducción a los nanomateriales semiconductores. Clasificación e interés.
2. Síntesis de nanomateriales semiconductores. Tecnologías de fabricación de lámina delgada, nanopartículas, nanohilos y nanotubos. Estructuras core-shell. Estructuras complejas y redes.
3. Diseño de nanomateriales. Ingeniería del band-gap.
4. Nanomateriales semiconductores. Nuevos materiales: más allá del silicio.
5. Nanofotónica I: Confinamiento óptico en nanomateriales. Guías de ondas. Cristales fotónicos. Microcavidades.
6. Nanofotónica II: Conceptos y materiales para nanoLEDs, nanolasers, nanodetectores y nanofotovoltaica.

### Bibliografía

**Básica:**

G. Cao, *Nanostructures and Nanomaterials*, Imperial College Press. 2004

Z.L.Wang, *Nanowires and nanobelts: Materials, properties and Devices Vol1, and Vol2.*, Springer, 2005

*Artículos de investigación.*

**Complementaria:**

A.L.Efros, D.J. Lockwood, L. Tsybeskob, *Semiconductor Nanocrystals*, Kluwer, 2003

G. Amato, Ed. "Structural and Optical Properties of Porous Silicon Nanostructures", Gordon and Breach, 1998

### Recursos en internet

La asignatura dispone del Campus Virtual para acceder a las transparencias de clase, información adicional, propuesta de trabajos y su entrega, y anuncio de seminarios relacionados.

### Metodología

- . Se desarrollarán clases de teoría en las que se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones.
- . Se propondrán seminarios en los que se exponen resultados reales de investigación relacionados directamente con la asignatura.
- . Realización de trabajos en grupo o individuales y exposición de los mismos por parte de los alumnos.
- . Actividades individuales en las que los alumnos deberán contestar a algunas preguntas o analizar algún artículo de investigación relacionados con los temas explicados y entregarlos a través del campus.
- . Tutorías individuales y en grupo que faciliten el progreso personal de cada alumno y permitan al profesor un seguimiento más individual y cercano.
- . Visitas a los laboratorios del Grupo de investigación "Física de Nanomateriales Electrónicos".
- . Utilización del Campus Virtual para suministrar información adicional al alumno, que le permita completar su formación en temas en los que pueda estar interesado.

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	40%
Los alumnos realizarán un examen sobre los conceptos más relevantes de la asignatura.		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	60%
<p>Los alumnos realizarán varios trabajos individuales en los que deberán contestar a algunas preguntas, analizar algún artículo de investigación y participar en el Blog de Nanotecnología con post relacionados con los temas de la asignatura. El peso de estas actividades individuales será un 60% de la calificación de Otras Actividades de Evaluación.</p> <p>Además se presentará un trabajo realizado en grupo cuyo peso será de un 40% en la calificación de Otras Actividades de Evaluación.</p>		
<b>Calificación final</b>		
La calificación final se obtendrá como $0.4 \cdot NE + 0.6 \cdot OA$ , donde NE es la Nota del Examen y OA es la calificación obtenida en Otras Actividades. Para poder aplicarse esta fórmula, tanto la calificación del examen como la de "Otras Actividades" deberán ser mayor o igual a 5.		



# Master en Nanofísica y Materiales Avanzados (curso 2017-18)

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Física de Superficies</b>	<b>Código</b>	606844		
<b>Materia:</b>	Nanomateriales y Nanotecnología	<b>Módulo:</b>	Nanofísica y Materiales Avanzados		
<b>Carácter:</b>	Optativo	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	6	0	
<b>Horas presenciales</b>	43	43	0	0

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Arantzazu Mascaraque Susunaga	<b>Dpto:</b>	FM		
	<b>Despacho:</b> 103	<b>e-mail</b>	arantzazu.mascaraque@fis.ucm.es		

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M	14.30 – 16.00	Arantzazu Mascaraque	Alternarán a lo largo del segundo cuatrimestre	21.5	FM
	J		Miguel Angel Gonzalez Barrio		21.5	FM

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Arantzazu Mascaraque	Martes y jueves de 12.00 a 13.00	arantzazu.mascaraque@fis.ucm.es	Despacho 110.0 Dpto. Física Mat.
Miguel Angel Gonzalez Barrio	Martes y jueves de 12.00 a 13.00	mabarrio@fis.ucm.es	Despacho 116.0 Dpto. Física Mat.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Conocer y comprender la Física de Superficies

### Competencias de la asignatura

Competencias Básicas: CB10, CB6, CB7, CB8, CB9

Competencias Generales: CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7

Competencias Transversales: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10

Competencias Específicas: CE1, CE2 y CE3.

### Breve descripción de contenidos

Estructura de superficies e interfaces. Dispersión y difracción. Estructura electrónica. Adsorción y vibraciones. Autoensamblaje. Propiedades mecánicas. Simulaciones y métodos computacionales en Física de Superficies.

### Conocimientos previos necesarios

Conocimientos básicos de **Física del Estado Sólido**, Física Estadística, Física Cuántica y Electromagnetismo.

### Programa de la asignatura

**Introducción:** Historia y relevancia tecnológica. Necesidad de ultraalto vacío. Técnicas de ultra alto vacío. Bombeo. Sensibilidad superficial. Métodos de preparación de superficies.

**Estructura de superficies e interfases.** Relaxación, reconstrucción y defectos. Las redes bidimensionales en espacio real y recíproco. Modos de nucleación y crecimiento. Microscopías de campo cercano.

**Dispersión y difracción:** Difracción de electrones de baja energía. Teoría cinemática e inspección de patrones. Teoría dinámica y análisis de estructuras. Difracción de rayos X en superficies e interfases. LEED y SXRD. Dispersión de iones de baja energía y análisis químico.

**Estructura electrónica:** Determinación de la estructura de bandas. Estados de superficie intrínsecos y extrínsecos. Estados de superficie en metales y en semiconductores.

**Aplicaciones de la Espectroscopía de Fotoemisión:** Electrones de Dirac. Gases de electrones libres. Estructura de bandas de casos especiales. Líquido de Luttinger. Estados de superficie en aislantes topológicos.

**Vibraciones en superficies:** Vibraciones en superficies. Modos vibracionales. Reglas de selección. Técnicas vibracionales.

**Reactividad química:** Fisisorción y quimisorción. El enlace químico en superficies. Cinética de adsorción y desorción. Catálisis heterogénea. Casos históricos y ejemplos actuales.

**Otras propiedades de superficies:** Propiedades ópticas y plasmónicas de superficies. Propiedades mecánicas.

**Autoensamblaje y auto-organización:** Formación de estructuras ordenadas en superficies. Crecimiento de nanoestructuras ordenadas, nucleación preferencial. Depósito y caracterización de agregados (clusters). Grafeno, fullerenos y otras grandes moléculas derivadas del carbono. Dispositivos moleculares.

**Simulación y métodos computacionales en Física de Superficies.** Cálculos de primeros principios: superficies limpias e interfases. Cálculos semiempíricos. Cálculos de procesos.

### Bibliografía

Physics at Surfaces

Andrew Zangwill

ISBN-10: 0521347521

Surface Science: An Introduction

John B. Hudson

ISBN-10: 0471252395

Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films

Hans Lüth

ISBN-10: 3642135919

Modern Techniques of Surface Science (Cambridge Solid State Science Series)

D. P. Woodruff, T. A. Delchar

ISBN-10: 0521424984

Surface Science: Foundations of Catalysis and Nanoscience

Kurt K. Kolasinski

ISBN-10: 1119990351 | ISBN-13.

Introduction to Surface Chemistry and Catalysis

Gabor A. Somorjai, Yimin Li

ISBN-10: 047050823X

Physics of Surfaces and Interfaces

Harald Ibach

ISBN-10 3-540-34709-7

### Recursos en internet

Campus virtual así como enlaces de interés para la Física de Superficies (bases de datos, páginas con problemas, ejemplos, artículos científicos, etc).

<b>Metodología</b>
<p>Clases de teoría, en las que se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones</p> <p>Trabajos entregables sobre el análisis y la lectura crítica de artículos actuales de investigación en el campo de la Física de Superficies.</p> <p>Actividades dirigidas y supervisadas por el profesor, en las que los alumnos, de manera individual, tendrán que buscar información, analizar y realizar una exposición sobre un tema de actualidad dentro del campo de la Física de Superficies</p> <p>Utilización del Campus Virtual para suministrar información adicional al alumno, que le permita completar su formación en temas en los que pueda estar interesado.</p> <p>Visitas a los laboratorios del Grupo de Ciencia de Superficies, donde se mostrarán todas las técnicas experimentales disponibles y se realizarán demostraciones con alguna de ellas.</p>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	50%
<p>Se realizará un examen final en el que habrá una parte consistente en la exposición teórica de uno/s tema/s así como de problemas prácticos similares a los realizados a lo largo del desarrollo de la asignatura.</p>		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	50%
<p>Valoración de los trabajos realizados tanto individualmente como en grupo, con un peso del 25%</p> <p>Exposiciones de trabajos en clase, con un peso de 25%</p>		
<b>Calificación final</b>		
<p>La calificación final será la media ponderada del examen junto con las notas correspondientes a las otras actividades de evaluación. Para poder ser evaluado, en el examen habrá que obtener como mínimo 4 sobre 10 puntos.</p>		



# Master en Nanofísica y Materiales Avanzados (curso 2017-18)

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Nanodispositivos</b>	<b>Código</b>	606845		
<b>Materia:</b>	Nanomateriales y Nanotecnología	<b>Módulo:</b>	Nanofísica y Materiales Avanzados		
<b>Carácter:</b>	Optativo	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	6	0	
<b>Horas presenciales</b>	43	43	0	0

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Pedro Hidalgo Alcalde			<b>Dpto:</b>	FM
	<b>Despacho:</b>	211	<b>e-mail</b>	phidalgo@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M J	16:00 – 17.30	Pedro Hidalgo	Alternarán a lo largo del segundo cuatrimestre	18	FM
			Arantzasu Mascaraque		18	FM
			Carmen García Payo		7	FAI

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Pedro Hidalgo	L y X: 14:30-16:00 X y V: 10:30-12:00	phidalgo@ucm.es	Despacho 121.0 Dpto. Física de Materiales
Arantzasu Mascaraque	L de 9:30 a 11:30h	arantzasu.mascaraque@fis.ucm.es	Despacho 110.0 Dpto. Física Mat.
Carmen García Payo	M y V: 11:30 – 13:00 h	mcgpayo@ucm.es	Despacho 115.0 Dpto. Física Aplic. I.

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Conocimiento y comprensión de los métodos de síntesis y caracterización de nanomateriales.  
 Combinar los conocimientos sobre los distintos nanomateriales avanzados con el fin de entender y desarrollar aplicaciones en nanodispositivos.

### Competencias de la asignatura

Competencias Básicas: CB10, CB6, CB7, CB8, CB9

Competencias Generales: CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7

Competencias Transversales: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10

Competencias Específicas: CE1, CE2 y CE3.

### Breve descripción de contenidos

Nanoelectrónica. Almacenamiento de información. Dispositivos fotónicos. Metamateriales. Sistemas nanoelectromecánicos. Dispositivos termoeléctricos. Dispositivos basados en nanomateriales poliméricos.

### Conocimientos previos necesarios

Es necesario tener conocimientos básicos de Física del Estado Sólido. Se recomienda, aunque no es imprescindible, haber cursado las asignaturas de Nanomateriales Semiconductores, Electrones en Nanoestructuras y Procesos de no-equilibrio en materiales y nanofísica durante el primer cuatrimestre del Máster.

### Programa de la asignatura

- Nanofabricación. Métodos *top-down* y *bottom-up*. Métodos de fabricación físicos. Métodos de fabricación químicos.
- Litografía. Nanolitografía óptica y electrónica. Otros sistemas de nano fabricación
- Dispositivos para almacenamiento de información: discos duros magnéticos, dispositivos magneto-ópticos, otros dispositivos de almacenamiento.
- Nuevos nanodispositivos magnéticos y alternativas futuras: race-track memories, MRAMs, Domain Wall logic.
- Nanoelectrónica
- Dispositivos fotónicos y metamateriales
- Sistemas Nanoelectromecánicos

- Dispositivos termoeléctricos: nanocélulas de Peltier
- Dispositivos basados en nanoestructuras de carbono
- Dispositivos basados en materiales poliméricos: nanocompuestos poliméricos y materiales poliméricos nanoestructurados. Fabricación, caracterización y aplicaciones en optoelectrónica, medicina, liberación controlada de medicamentos, procesos de separación, producción y almacenamiento de energía, etc.

### Bibliografía

#### Básica

- M. Di Ventra, Introduction to Nanoscale Science and Technology ( Springer 2004)  
 J. H. Davies, The physics of low-dimensional semiconductors (Cambridge University Press, Cambridge, 1998).  
 L. Gabor, Fundamentals of Nanotechnology (CRC Press, 2008)  
 G.R.Strobl, The Physics of Polymers: Concepts for Understanding Their Structures and Behavior (Springer, New York, 1997).  
 J.H. Koo, Polymer nanocomposites: processing, characterization, and applications (McGraw-Hill, 2006)  
 J.H. He, Y. Liu et al., Electrospun nanofibres and their Applications (iSmithers, 2008)

#### Complementaria

- H.S. Philips, Carbon Nanotube and Graphene device physics (Cambridge University Press, Cambridge 2001)  
 D.I. Bower, An introduction to polymer physics (Cambridge University Press, 2002)

### Recursos en internet

Se hará uso del Campus Virtual de la Universidad Complutense para hacer llegar a los alumnos todo el material del curso (transparencias, simulaciones, etc.). En él se irá incorporando toda la información relacionada con el mismo (programa, tutorías, entrega de trabajos, etc.). La información también se incorporará a una página web específica de la asignatura.

### Metodología

- . Clases de teoría, en las que se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones
- . Actividades dirigidas y supervisadas por el profesor, en las que los alumnos, de manera individual o en grupo, tendrán que resolver una serie de problemas o realizar una pequeña revisión bibliográfica sobre algún tema relacionado con los contenidos de la asignatura.
- . Tutorías individuales y en grupo que faciliten el progreso personal de cada alumno y permitan al profesor un seguimiento más individual y cercano.
- . Utilización del Campus Virtual para suministrar información adicional al alumno, que le permita completar su formación en temas en los que pueda estar interesado.

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	50 %
Los alumnos deberán superar una prueba escrita sobre los contenidos más básicos y generales de la asignatura.		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	50 %
<p>Los alumnos deberán presentar en clase, de manera individual, un trabajo en el que describan con cierto detalle un nanodispositivo a su elección, relacionado con los distintos bloques explicados en la asignatura.</p> <p>Además, a lo largo del desarrollo de la asignatura tendrán que elaborar, de manera individual o por parejas, resúmenes de artículos de investigación que los profesores propondrán a lo largo del desarrollo del curso.</p>		
<b>Calificación final</b>		
La calificación final se obtendrá como $0.4*NE+0.6*OA$ , donde NE es la Nota del Examen y OA es la calificación obtenida en Otras Actividades.		



# Master en Nanofísica y Materiales Avanzados (curso 2017-18)

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Electrones en nanoestructuras</b>		<b>Código</b>	606848	
<b>Materia:</b>	Materia Condensada	<b>Módulo:</b>	Nanofísica y Materiales Avanzados		
<b>Carácter:</b>	Optativo	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	6	0	
<b>Horas presenciales</b>	43	43	0	0

Profesor	T/P/S	Dpto.	e-mail
Francisco Domínguez-Adame Acosta	T/P/S	FM	adame@ucm.es

Horarios de clases			Tutorías (lugar y horarios)
Día	Horas	Aula	
L	16:00-17:30	13	Despacho 112 de la 2ª planta. L de 8:30-12:30, M y X de 14:00 a 15:00.
J	14:30-16.00		

Resultados del aprendizaje
Presentar una introducción básica a las propiedades electrónicas nanoestructuras basados en materiales semiconductores y grafeno. Mostrar que en estos sistemas los fenómenos cuánticos desempeñan un papel fundamental. Se hará especial hincapié en la importancia de estos sistemas para la física moderna y la tecnología actual.

Competencias de la asignatura
Competencias Básicas: CB10, CB6, CB7, CB8, CB9
Competencias Generales: CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7

Competencias Transversales: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10

Competencias Específicas: CE1, CE2 y CE3.

### Breve descripción de contenidos

Dinámica cuántica de portadores de carga. Transporte túnel. Superredes, diodos túnel y láseres de cascada cuántica. Respuesta electrónica a campos externos. Estados asociados a defectos. Gas bidimensional de electrones. Absorción óptica. Luminiscencia. Excitones. Interacción con fonones. Dispositivos electro-ópticos. Moduladores de luz.

### Conocimientos previos necesarios

Se requieren conocimientos de **Física del Estado Sólido**. Además se recomienda cursar **simultáneamente** la asignatura **Nanomateriales Semiconductores** de este Máster, donde se presentan técnicas de crecimiento de nanoestructuras y aplicaciones en Optoelectrónica.

### Programa de la asignatura

Repaso de estructura de bandas en semiconductores elementales y compuestos.  
Características generales de las nanoestructuras de semiconductores.  
Dinámica cuántica de portadores de carga. Aproximación de la función envolvente.  
Transporte túnel. Superredes. Resistencia diferencial negativa. Puntos cuánticos.  
Respuesta a campos externos. Efecto Hall cuántico.  
Estados electrónicos asociados a defectos.  
Absorción óptica. Reglas de selección.  
Luminiscencia  
Electrones en nanocintas y anillos cuánticos basados en grafeno

Bibliografía
<p>Específica</p> <p>J. H. Davies, <i>The physics of low-dimensional semiconductors</i> (Cambridge University Press, Cambridge, 1998).</p> <p>G. Bastard, <i>Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures</i> (Les Éditions de Physique, París, 1988).</p> <p>F. T. Vasko y A. V. Kuznetsov, <i>Electronic states and optical transitions in semiconductor heterostructures</i> (Springer, Berlin, 1998).</p> <p>P. Harrison, <i>Quantum wells, wires and dots</i> (Wiley, West Sussex, 2005)</p> <p>M. I. Katsnelson, <i>Graphene. Carbon in two dimensions</i> (Cambridge University Press, Cambridge, 2012).</p> <p>Complementaria</p> <p>H. Haug y S. W. Koch, <i>Quantum theory of the optical and electronic properties of semiconductors</i> (World Scientific, Singapur, 2004).</p> <p>E. Borovitskaya y M. S. Shur (editores), <i>Quantum dots</i> (World Scientific, Singapur, 2002).</p> <p>L. Bányai y S. W. Koch, <i>Semiconductor quantum dots</i> (World Scientific, Singapur, 1993).</p>
Recursos en internet
<p>La asignatura dispone de una página web (<a href="http://valbuena.fis.ucm.es/en">http://valbuena.fis.ucm.es/en</a>) donde se encuentran disponibles las transparencias de clase. En la sección de Novedades se presentan noticias actuales del mundo científico relacionadas con los contenidos de la asignatura. También se proporcionan enlaces a páginas de interés para la asignatura.</p>

Metodología
<p>Clases de teoría, en las que se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones</p> <p>Actividades dirigidas y supervisadas por el profesor, en las que los alumnos, de manera individual o en grupo, tendrán que realizar una pequeña revisión bibliográfica sobre algún tema relacionado con los contenidos de la asignatura.</p> <p>Tutorías individuales y en grupo que faciliten el progreso personal de cada alumno y permitan al profesor un seguimiento más individual y cercano.</p> <p>Utilización del Campus Virtual para suministrar información adicional al alumno, que le permita completar su formación en temas en los que pueda estar interesado.</p>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	40%
Los alumnos deberán superar una prueba escrita tipo test sobre las ideas y contenidos más relevantes de la asignatura. Si lo desean, podrán utilizar un formulario con las expresiones matemáticas que necesiten, elaborado por ellos mismos.		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	60%
Los alumnos deberán exponer en clase, de forma individual o por parejas, un trabajo elegido por ellos sobre algún tema relacionado con la asignatura. El peso será de un 45% de la calificación final. A lo largo del curso, cada alumno deberá elegir dos problemas del libro <i>The physics of low-dimensional semiconductors</i> que aparece en la bibliografía y presentar en clase su resolución. El peso será de un 15% de la calificación final.		
<b>Calificación final</b>		
La calificación final se obtendrá como $0.4*NE+0.6*OA$ , donde NE es la Nota del Examen y OA es la calificación obtenida en Otras Actividades.		



# Master en Nanofísica y Materiales Avanzados (curso 2017-18)

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Espintrónica</b>	<b>Código</b>	606851		
<b>Materia:</b>	Materia Condensada	<b>Módulo:</b>	Nanofísica y Materiales Avanzados		
<b>Carácter:</b>	Optativo	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	6	0	
<b>Horas presenciales</b>	43	43	0	0

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Carlos León Yebra	<b>Dpto:</b>	FM	
	<b>Despacho:</b> 119	<b>e-mail</b>	carlos.leon@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M J	17:30 - 19:00	Carlos León Yebra	Segundo cuatrimestre	43	FM

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Carlos León Yebra	Lunes, martes, miércoles de 11-13h	carlos.leon@fis.ucm.es	Despacho 119 FM (3er planta)

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Conocer y comprender las propiedades relacionadas con el espín en materiales avanzados.

### Competencias de la asignatura

Competencias Básicas: CB6, CB7, CB8, CB9, CB10  
 Competencias Generales: CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7  
 Competencias Transversales: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10  
 Competencias Específicas: CE1, CE2, CE3

### Breve descripción de contenidos

Estados electrónicos en ferromagnéticos. Polarización de espín. Magnetorresistencia gigante. Interacción espín-órbita. Inyección y relajación de espín. Transporte polarizado en espín. Túnel dependiente del espín y filtros de espín. Efectos Hall y galvánicos de espín. Transferencia de espín. Osciladores. Otros dispositivos.

### Conocimientos previos necesarios

Conocimientos básicos de **Física del Estado Sólido**, Física Estadística, Física Cuántica y Electromagnetismo.

### Programa de la asignatura

- Estados electrónicos en ferromagnéticos. Polarización de espín. Materiales medio-metálicos.
- Magnetorresistencia gigante (GMR). Modelo de dos corrientes. Geometrías CIP y CPP.
- Interacción espín-órbita. Interacción de Rashba. Interacción de Dresselhaus
- Relajación del espín. Mecanismos de Elliot-Yafet, D'yakonov-Perel y Bir-Aronov-Pikus.
- Transporte polarizado en espín. Corriente de espín. Acumulación de espín. Inyección de espín. Experimento de Johnson-Silsbee. Bombeo de espín.
- Espectroscopía de túnel dependiente de espín. Experimento de Tedrow-Meservey.
- Uniones túnel magnéticas. Magnetorresistencia túnel (TMR). Modelo de Julliere. Dependencia en temperatura y voltaje del TMR. Túnel coherente de espín. Uniones túnel magnéticas con barreras activas. Filtros de espín.
- Mecanismos de scattering dependiente de espín. Efecto Hall de espín directo. Efecto Hall de espín inverso.
- Efectos galvánicos de espín. Efecto Seebeck de espín. Efecto Peltier de espín.
- Transferencia de espín. Osciladores basados en transferencia de espín. Otros dispositivos de espín.

<b>Bibliografía</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spintronics: Fundamentals and Applications. I. Zutic, J. Fabian and S. Das Sarma. Rev. Mod. Phys. 76, 323 (2004)</li> <li>- Concepts in Spin Electronics. Ed. S. Maekawa. Oxford Univ. Press (2006)</li> <li>- An Introduction to Spintronics. S. Bandyopadhyay and M. Cahay. Taylor and Francis CRC Press (2008)</li> <li>- Handbook of Spin Transport and Magnetism. Ed. E.Y. Tsybal. Taylor and Francis CRC Press (2011)</li> <li>- Spin Current. Ed. S. Maekawa et al. Oxford University Press (2012)</li> </ul>
<b>Recursos en internet</b>
Se hará uso del Campus Virtual de la Universidad Complutense para hacer llegar a los alumnos el material del curso.

<b>Metodología</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Clases de teoría, en las que se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones</li> <li>. Actividades dirigidas y supervisadas por el profesor, en las que los alumnos, de manera individual o en grupo, tendrán que resolver una serie de problemas o realizar una pequeña revisión bibliográfica sobre algún tema relacionado con los contenidos de la asignatura.</li> </ul>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	40%
El examen de la asignatura podrá contener tanto cuestiones teóricas como ejercicios prácticos.		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	60%
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valoración de los trabajos realizados tanto individualmente como en grupo, con un peso del 35 % del total.</li> <li>- Presentación de trabajos en clase, con un peso del 25% del total.</li> </ul>		
<b>Calificación final</b>		
La calificación final será la media ponderada de las distintas actividades de evaluación.		



# Master en Nanofísica y Materiales Avanzados (curso 2017-18)

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Métodos Experimentales Avanzados</b>		<b>Código</b>	606852	
<b>Materia:</b>	Métodos Experimentales Avanzados	<b>Módulo:</b>	Nanofísica y Materiales Avanzados		
<b>Carácter:</b>	Optativo	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	6	0	
<b>Horas presenciales</b>	43	43	0	0

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Carlos Díaz-Guerra Viejo			<b>Dpto:</b>	FM
	<b>Despacho:</b>	111	<b>e-mail</b>	cdiazgue@ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M J	17.30 – 19.00	Carlos Díaz-Guerra Viejo	Primer cuatrimestre	43	FM

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Carlos Díaz-Guerra	Concertar con el profesor por e-mail	cdiazgue@ucm.es	Despacho 111.0 Dpto. Fis. Mat.

Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)
Conocer los métodos avanzados en caracterización de nanomateriales.

### Breve descripción de contenidos

Espectroscopía y microscopías ópticas: confocal, Raman, técnicas de luminiscencia.  
 Técnicas de microscopía electrónica: de barrido (CL, EBIC, ESD) y de transmisión (alta resolución, EELS).  
 Microscopías de campo cercano: microscopios de efecto túnel (STM, STS, STMS) y de fuerzas (AFM, MFM, SNOM).  
 Técnicas de espectroscopía en grandes instalaciones: fotoemisión (nanoPES, nanoESCA), absorción (XAS, NEXAFS), dicroísmo magnético (XMCD).  
 Técnicas de difracción: rayos X en sincrotrones, iones (RBS), neutrones.

### Competencias de la asignatura

Competencias Básicas: CB6, CB7, CB8, CB9, CB10.  
 Competencias Generales: CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7.  
 Competencias Específicas: CE1, CE2, CE3.  
 Competencias Transversales: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10.

### Conocimientos previos necesarios

Conocimientos generales de Física del Estado Sólido. Serán de utilidad, pero no imprescindibles, conocimientos sobre Física de materiales y técnicas básicas de caracterización de materiales.

### Programa de la asignatura

- Espectroscopías y microscopías ópticas: Microscopia confocal. Espectroscopia y microscopia Raman. Espectroscopia Brillouin. Absorción óptica. Técnicas de luminiscencia: PL, EL, TL. Aplicaciones en materiales electrónicos y optoelectrónicos.
- Técnicas avanzadas de microscopía electrónica: Microscopía electrónica de barrido: CL, EBIC, EBSD. Microscopía electrónica de trasmisión: HREM, HAADF, EELS. Técnicas en la ICTS Centro Nacional de Microscopía electrónica - UCM.
- Microscopías de campo cercano: Microscopía y espectroscopia de efecto túnel (STM, STS, STMs). Microscopios de fuerzas y sus aplicaciones (AFM, MFM, EFM, KPM, SNOM).
- Técnicas de espectroscopia en grandes instalaciones: Técnicas en centros de radiación sincrotrón. Espectroscopia de fotoemisión y estructura electrónica. NanoPES y NanoESCA. Espectroscopías de absorción de electrones: XAS, NEXAFS. Dicroísmo magnético.
- Técnicas de difracción: Difracción de neutrones: aplicación para el análisis de las propiedades estructurales y magnéticas. Difracción de RX en grandes instalaciones de radiación sincrotrón: difracción de superficies.

<b>Bibliografía</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Handbook of Applied Solid State Spectroscopy. D.R. Vij, Springer (2006).</li> <li>- Solid State Spectroscopy. H. Kuzmany, Springer (1998).</li> <li>- Science of Microscopy. P.W. Hawkes &amp; C.H. Spence (Edit.), Springer (2007).</li> <li>- Raman Scattering in Materials Science. W.H. Weber &amp; R. Melin (Edit.) Springer (2000).</li> <li>- Electron Microscopy and Analysis. P. J. Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland, Taylor &amp; Francis (2001).</li> <li>- SEM microcharacterization of semiconductors. D.B. Holt &amp; D.C. Joy, Academic Press (1989).</li> <li>- Microstructural Characterization of Materials. David Brandon &amp; Wayne D. Kaplan, Wiley (2008).</li> <li>- Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy: methods and applications. R. Wiesendanger, Cambridge University Press (1994).</li> <li>- Handbook of Microscopy for Nanotechnology. Nan Yao &amp; Zhong Lin Wang (Edit.), Kluwer Academic Publishers (2005).</li> <li>- Fundamentals of powder diffraction and structural characterization of materials. V.K. Pecharsky and P.Y. Zavalij, Springer (2005).</li> <li>- Neutron and X-ray spectroscopy. F. Hippert, E.Geissler, J.L. Hodeau, E. Lelievre-Berna, Springer (2006).</li> </ul>
<b>Recursos en internet</b>
<p><i>Campus virtual</i>, donde se incluirán las transparencias de clase, los enlaces a páginas <i>web</i> y cualquier otro material de interés para la asignatura.</p>

<b>Metodología</b>
<p>. Clases de teoría, donde se explicarán los conceptos fundamentales y que incluirán ejemplos y aplicaciones. Para estas clases se usará la proyección con ordenador. Los alumnos dispondrán del material utilizado en clase con suficiente antelación.</p> <p>. Trabajos escritos dirigidos y supervisados por el profesor, en los que los alumnos, de manera individual o en grupo, tendrán que analizar con mayor profundidad algún tema relacionado con los contenidos de la asignatura o confeccionar material que resulte de utilidad para el aprendizaje de la misma.</p> <p>. Exposición oral de trabajos en clase. Esta actividad se plantea como pequeños seminarios en los que los alumnos, orientados por el profesor, exponen a sus compañeros un tema actual de investigación relacionado con la asignatura. Tales exposiciones se realizarán individualmente o por parejas.</p>

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	40%
Se realizarán pruebas tipo <i>test</i> al término de los bloques temáticos que componen la asignatura, así como un examen final de la misma.		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	60%
Se valorarán los trabajos realizados individualmente o en grupo y especialmente los trabajos expuestos en clase.		

**Calificación final**

La calificación final será  $N_{Final} = 0.4 \times N_{Exam} + 0.6 \times N_{OtrasActiv}$ , donde  $N_{Exam}$  y  $N_{OtrasActiv}$  son (en una escala de 0 a 10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores. La asignatura se aprobará siempre que  $N_{Final} > 5$  y  $N_{Exam} > 4$ .



# Master en Nanofísica y Materiales Avanzados (curso 2017-18)

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Temas Avanzados en Física de la Materia Condensada</b>			<b>Código</b>	606850
<b>Materia:</b>	Materia Condensada	<b>Módulo:</b>	Nanofísica y Materiales Avanzados		
<b>Carácter:</b>	Optativo	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	1º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	6	6	0	
<b>Horas presenciales</b>	43	43	0	0

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Charles E. Creffield			<b>Dpto:</b>	FM
	<b>Despacho:</b>	109	<b>e-mail</b>	c.creffield@fis.ucm.es	

Teoría - Detalle de horarios y profesorado						
Aula	Día	Horario	Profesor	Periodo/ Fechas	Horas	Dpto.
13	M	14.30-16.00	J. L Vicent	Se alternarán a lo largo de la asignatura	21.5	FM
	X	16.00-17.30	C. E. Creffield		21.5	

Tutorías - Detalle de horarios y profesorado			
Profesor	horarios	e-mail	Lugar
Charles E. Creffield José Luis Vicent	a concertar con el profesor	c.creffield@fis.ucm.es	107 Dpto. FM
		jlvicent@ucm.es	109. Dpto. FM

**Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)**

Profundizar en los conocimientos de la Materia Condensada

**Competencias de la asignatura**

Competencias Básicas (CB6, CB7, CB8, CB9 y CB10), Generales (CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6 y CG7) y Transversales (CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9 y CT10), y las Competencias Específicas CE1, CE2 y CE3.

**Breve descripción de contenidos**

Transporte mesoscópico, grafeno, aislantes topológicos, transiciones de fases cuánticas, sistemas de baja dimensionalidad y superconductividad.

**Conocimientos previos necesarios**

Física del Estado Sólido, Física Estadística, Mecánica Cuántica, Electromagnetismo, al nivel propio de las asignaturas troncales de Grado

**Programa de la asignatura**

Transporte mesoscópico, efecto Hall cuántico, desorden, régimen difusivo, teoría de escalamiento. Ruido cuántico.

Grafeno: puntos de Dirac, paradoja de Klein, mínimo de conductividad, estados de borde, propiedades topológicas.

Aislantes topológicos: acoplo espín-órbita, topología de la estructura de bandas, efecto Hall cuántico de espín, estados de superficies exóticos.

Transiciones de fase cuánticas: sistemas de espín, universalidad, ferromagnéticos y antiferromagnéticos. Sistemas fuertemente correlacionados (modelo de Hubbard). Simulación numérica basada en el método de Montecarlo.

Materiales de baja dimensionalidad: Materiales artificiales (superredes metálicas y semiconductoras). Materiales naturales (la familia del grafeno, dicalcogenuros y pnicturos).

Tipos de superconductores. Vórtices superconductores. Superconductores de alta temperatura.

Teorías de superconductividad: teorías de Ginzburg-Landau, BCS y Eliashberg-McMillan. Longitudes características.

Efecto Josephson y dispositivos superconductores de interferencia cuántica (SQUID). Uniones débiles.

**Bibliografía**

- “Condensed Matter Physics”, M. Marder (John Wiley, 2000).
- “Introduction to Mesoscopic Physics”, Y. Imry (Oxford UP, 2005).
- “Graphene: Carbon in Two Dimensions”, M. I. Katsnelson (Cambridge UP, 2012).
- “Topological Insulators”, B. A. Bernevig, T. L. Hughes (Princeton UP, 2013).
- “Quantum Phase Transitions”, S. Sachdev (Cambridge UP, 1999).
- “Introduction to Superconductivity”, M. Tinkham (Dover, 2004).

**Recursos en internet**

El campus virtual se utilizará para que el profesor suba algunas notas de clase, así como material complementario relacionado con los contenidos de la asignatura, incluyendo información sobre otras páginas web. También se utilizará para que los alumnos suban algunos trabajos y ejercicios.

La información general sobre el funcionamiento de la asignatura se irá actualizando en el campus virtual.

<b>Metodología</b>	
<p>Clases de teoría, en las que se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones.</p> <p>De algunos temas se propondrán ejercicios que el alumno entregará posteriormente.</p> <p>Actividades propuestas por el profesor en las que los alumnos realizarán una pequeña revisión bibliográfica seguida de una breve exposición oral.</p>	

<b>Evaluación</b>		
<b>Realización de exámenes</b>	<b>Peso:</b>	40 %
Realización de exámenes. El examen consistirá en preguntas sobre conceptos discutidos durante el curso		
<b>Otras actividades de evaluación</b>	<b>Peso:</b>	60 %
Otras actividades de evaluación. Ejercicios entregados, realización y presentación de trabajos escritos y/o orales.		
<b>Calificación final</b>		
La calificación final resultará de la media ponderada de las calificaciones de los exámenes y otras actividades.		



## Master en Nanofísica y Materiales Avanzados (curso 2017-18)

<b>Ficha de la asignatura:</b>	<b>Trabajo Fin de Máster</b>			<b>Código</b>	606853
<b>Materia:</b>	Trabajo Fin de Master	<b>Módulo:</b>	Trabajo Fin de Master		
<b>Carácter:</b>	Obligatorio	<b>Curso:</b>	1º	<b>Semestre:</b>	2º

	Total	Teóricos Seminarios	Práct	Lab.
<b>Créditos ECTS:</b>	12	0	12	
<b>Horas presenciales</b>	300	0	0	300

<b>Profesor/a Coordinador/a:</b>	Bianchi Méndez	<b>Dpto:</b>	FM
	<b>Despacho:</b>	<b>e-mail</b>	bianchi@fis.ucm.es

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

Según el Real Decreto 1393/2007, las enseñanzas de Master finalizarán con la elaboración y la defensa pública de un Trabajo de Fin de Máster. Este trabajo permitirá a los estudiantes acreditar que han adquirido los conocimientos y competencias asociados al título, incluyendo los asociados al desarrollo de habilidades para la organización del trabajo y la presentación del mismo, por escrito y de manera oral.

### Breve descripción de contenidos

La oferta de trabajos se publicará en la web del Máster y en el Campus Virtual de la asignatura en el mes de octubre. Como muestra de la posible oferta de trabajos, se recogen a continuación los trabajos un curso académico.

Trabajos ofertados: 2015-2016

Crecimiento y caracterización de aleaciones de Fe-Ga dopadas

Fabricación y caracterización de nanodispositivos basados en uniones superconductor-grafeno.

Síntesis de nanomotores propulsados por glucosa.

“Nanoantibiotics”: Nanopartículas de Sílice Mesoporosa para el Tratamiento de la Infección Bacteriana

Síntesis y propiedades ópticas de nanomateriales basados en germanatos

Fabricación de nano-electrodos para medidas de la actividad eléctrica en redes neuronales.

Catalizadores sólidos funcionalizados con nanopartículas magnéticas

Síntesis y caracterización de nanoestructuras de TCO's con aplicaciones en energía

Estudio de la influencia de dopantes en la síntesis y propiedades eléctricas de nano y microestructuras de óxidos semiconductores

Fenómenos emergentes en materia blanda fuera de equilibrio: Conexión entre nanomecánica y reología activa en la mesoescala

Determinación de propiedades mecánicas al impacto de materiales dopados con grafeno y/o nanotubos de carbono.

Simulación de superficies de espinelas de Fe-Co

Internalización de nanopartículas de  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en organoides de vejiga de ratón

Síntesis y caracterización de nanoestructuras complejas de óxidos semiconductores

Síntesis, caracterización estructural y estudio de propiedades electroquímicas de óxidos con estructura tipo perovskita con aplicaciones como electrodos de pilas de pilas de combustible tipo SOFC.

Preparación de nanopartículas bimetálicas soportadas utilizando CO<sub>2</sub> supercrítico

Micromagnetismo en islas nanométricas de ferrita de cobalto

Fabricación y caracterización de membranas nano-estructuradas cargadas

Diseño de membranas nano-estructuradas para ósmosis directa

Photodetectors based on novel two-dimensional semiconductors

Fabricación y Caracterización de Materiales Fotónicos Avanzados

Caracterización de micro- y nanoestructuras de ZnO y ZnS en su aplicación como sensor de gas

Caracterización de micro- y nanoestructuras de ZnO y ZnS en su aplicación como cavidades resonantes

Nanoestructuras de óxidos correlacionados

Transporte túnel en heteroestructuras de óxidos

Estudio teórico de estados de superficie en aislantes topológicos bajo campos eléctricos

### Conocimientos previos necesarios

Para presentar el Trabajo Fin de Máster es necesario haber cursado y aprobado 48 ECTS de asignaturas optativas.

### Evaluación

La evaluación del TFM se llevará a cabo por un Tribunal formado por el Coordinador del Master y dos miembros más de la Comisión.

El Tribunal valorará la precisión, estructuración y presentación de la memoria del trabajo, y su exposición y defensa oral.

La memoria se entregará en formato artículo de investigación con el formato habitual de las revistas científicas del área (AIP, IOP, ACS). La extensión máxima será de seis páginas, que tendrán que contener las secciones habituales de un artículo de investigación.

En el acto de presentación, que será público, el alumno realizará una exposición del trabajo desarrollado, de quince minutos de duración máxima. Tras la presentación, los miembros del tribunal podrán realizar las preguntas que estimen oportunas.

## 4. Cuadros Horarios

### Primer cuatrimestre

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
14.30-16.00	Nanomag.	Temas Avanzados	Nanomag.	Electrones en nanoestructr	
16.00-17.30	Electrones en nanoestructr.	Nanomat. semicond	Temas Avanzados	Nanomat. semicond	
17.30-19.00		Métodos experiment.		Métodos experiment	

### Segundo cuatrimestre

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
14.30-16.00		Física de Superficies		Física de Superficies	
16.00-17.30		Nanodisp.		Nanodisp	
17.30-19.00		Espintrónica		Espintrónica	

## 5. Calendario Académico

Periodos de clases y exámenes	
Clases Primer Semestre:	del 25* de septiembre al 21 de diciembre de 2017 y del 8 de enero al 19 de enero de 2018
Exámenes Primer Semestre (febrero):	del 22 de enero al 12 de febrero de 2018
Clases Segundo Semestre:	del 13 de febrero al 22 de marzo de 2018 y del 3 de abril al 1 de junio de 2018
Exámenes Segundo Semestre (junio):	del 4 al 26 de junio de 2018
Exámenes Segunda Convocatoria (septiembre)	del 6 al 13 de Julio, y 3 al 11 de septiembre de 2018 <sup>1</sup>

\*La apertura del curso académico se celebrará el día 29 de septiembre, siendo día lectivo.

Festividades y días no lectivos	
12 de octubre	Fiesta Nacional
1 de noviembre	Festividad de Todos los Santos
9 de noviembre	Madrid, festividad de La Almudena
10 de noviembre	San Alberto Magno
6 de diciembre	Día de la Constitución Española
8 de diciembre	Festividad Inmaculada Concepción
26 de enero	Santo Tomás de Aquino
1 de mayo	Día del Trabajo
2 de mayo	Festividad Comunidad de Madrid
15 de mayo	Madrid, festividad de San Isidro
Del 22 de diciembre al 5 de enero	Vacaciones de Navidad
Del 23 de marzo al 2 de abril	Vacaciones de Semana Santa
Del 23 de julio al 31 de agosto	Vacaciones de Verano

Calendario aprobado por la Comisión Permanente del Consejo de Gobierno en su sesión de 2 de junio de 2017, sin perjuicio de lo que el calendario laboral establezca en relación con los días inhábiles. Los periodos no lectivos han sido establecidos en el calendario de organización docente oficial del curso académico 2017-2018, aprobado por Acuerdo del Consejo de Gobierno en su sesión de 28 de febrero de 2017.

<sup>1</sup> Dado que el Rectorado ha decidido aplicar el nuevo calendario para 2018-19, éste ya incluye los traslados de periodos de examen (septiembre a julio) previstos para tal caso en Junta de Facultad del 14/7/2017



## UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Calendario Académico del Curso 2017/2018

**2017**

Septiembre - Octubre						
L	M	X	J	V	S	D
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Noviembre						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Diciembre						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

**2018**

Enero						
L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Febrero						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

Marzo						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Abril						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Mayo						
L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

Junio						
L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Julio						
L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Agosto						
L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Septiembre						
L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

25/9/2017 y 12/9/2018 Inicio clases

26 Sto. Tomás de Aquino 10 S. Alberto Magno

Periodos de exámenes    Periodos no lectivos    Fin plazo entrega actas

Exámenes parciales de 1º Grado en Física    Tribunales Trabajos Fin de Grado en Física / Ingenierías

Dado que el Rectorado ha decidido aplicar el nuevo calendario para 2018-19, este ya incluye los traslados de periodos de examen (septiembre a julio) previstos para tal caso en Junta de Facultad del 14/7/2017.

## Calendario de Exámenes

### Nanofísica

Código	Sem.	Asignatura	Final		Septiembre	
606842	1	Nanomagnetismo	02/02/2018	9:00	10/07/2018	16:00
606843	1	Nanomateriales semiconductores	09/02/2018	9:00	13/07/2018	9:00
606846	1	Nanopartículas en Medicina				
606847	1	Efectos cooperativos y de dimensionalidad en sólidos				
606848	1	Electrones en nanoestructuras	22/01/2018	16:00	09/07/2018	12:30
606849	1	Procesos de no-equilibrio en materiales y nanofísica				
606852	1	Métodos Experimentales Avanzados	29/01/2018	16:00	12/07/2018	9:00
606844	2	Física de superficies	08/06/2018	9:00	05/09/2018	12:30
606845	2	Nanodispositivos	18/06/2018	9:00	07/09/2018	12:30
606850	2	Temas avanzados en Física de la Materia Condensada	05/02/2018	16:00	11/07/2018	12:30
606851	2	Espintrónica	13/06/2018	12:30	04/09/2018	12:30

Las aulas de los exámenes se publicarán en la página web de la Facultad de CC Físicas, en el espacio habilitado para ello, con la suficiente antelación.