

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	<b>Física de Materiales</b>		
<b>Materia</b>	<b>Estructura de la Materia</b>		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	Grado en Física		
<b>Plan</b>	563	<b>Código</b>	45757
<b>Periodo de impartición</b>	Cuatrimestral	<b>Tipo/Carácter</b>	Optativa
<b>Nivel/Ciclo</b>	Grado	<b>Curso</b>	5º
<b>Créditos ECTS</b>	6		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Español		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ PÉREZ, PAULA CIMAVILLA, BEATRIZ MERILLAS, ISMAEL SANCHEZ CALDERON, DANIEL CUADRA RODRIGUEZ, JUDITH MARTÍN DE LEÓN		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	marrod@fmc.uva.es		
<b>Departamento</b>	Física de la Materia Condensada		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

---

### 1.1 Contextualización

---

El desarrollo de nuevos materiales y tecnologías requiere el esfuerzo conjunto de especialistas con diferentes orígenes, de forma que químicos, físicos e ingenieros tienen un papel significativo en esta empresa pluridisciplinar. Muchos de los materiales del siglo XXI serán diseñados “a la carta” para cada necesidad y ello implica síntesis de nuevos productos, conocimiento de sus potenciales propiedades (parámetros de diseño) y además adecuadas tecnologías para su fabricación. En este esquema la Física de los Materiales, puente entre la Química y la Ingeniería, juega una función singular en aquella labor de equipo; esta es, fundamentalmente, el estudio y la descripción de la estructura y propiedades de los sólidos y las relaciones de dichas propiedades con la estructura del material.

Esta asignatura optativa del grado de física, que los alumnos pueden seleccionar a partir segundo curso, pretende introducir a los alumnos en el apasionante campo de los materiales a través de una asignatura fundamentalmente descriptiva donde los alumnos aprenderán conceptos básicos sobre la descripción estructural de los materiales cristalinos, amorfos y semicristalinos, sobre sus propiedades y sobre la relación entre la estructura y las propiedades.

### 1.2 Relación con otras materias

---

La asignatura tiene relación con varias asignaturas del grado, todas aquellas que están dentro de la materia “estructura de la materia”.

### 1.3 Prerrequisitos

---

Los alumnos pueden seguir sin dificultades la asignatura si tienen algunos de los conocimientos básicos que se imparten en primero de grado sobre física.



## 2. Competencias

Se indican a continuación las descritas en la Memoria Verifica del Grado en Física de la UVa.

### 2.1 Generales

- T1: Capacidad de análisis y de síntesis.
- T2: Capacidad de organización y planificación.
- T3: Capacidad de comunicación oral y escrita.
- T4: Capacidad de resolución de problemas.
- T5: Capacidad de trabajar en equipo.
- T7: Capacidad de trabajo y aprendizaje autónomo.
- T8: Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- T9: Creatividad.

### 2.2 Específicas

- E2: Ser capaz de presentar un tema académico o una investigación propia tanto a profesionales como a público en general.
- E3: Ser capaz de comparar nuevos datos experimentales con modelos disponibles para revisar su validez y sugerir cambios con el objeto de mejorar la concordancia de los modelos con los datos.
- E4: Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes.
- E5: Ser capaz de evaluar claramente los ordenes de magnitud, de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías y, por lo tanto, permiten el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- E6: Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable.
- E8: Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.
- E9: Estar adecuadamente preparado para ejercitar una labor docente.
- E10: Ser capaz de mantenerse informado de los nuevos desarrollos.
- E11: Adquirir familiaridad con las fronteras de la investigación.
- E12: Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, de su estructura lógica y matemática y su soporte experimental.
- E13: Ser capaz de integrar los conocimientos recibidos de las diferentes áreas de la Física para la resolución de un problema.
- E14: Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, y ser capaz de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales.



E15: Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.





### 3. Objetivos

#### Introducción:

El desarrollo de nuevos materiales y tecnologías requiere el esfuerzo conjunto de especialistas con diferentes orígenes, de forma que químicos, físicos e ingenieros tienen un papel significativo en esta empresa pluridisciplinar. Muchos de los materiales del siglo XXI serán diseñados “a la carta” para cada necesidad y ello implica síntesis de nuevos productos, conocimiento de sus potenciales propiedades (parámetros de diseño) y además adecuadas tecnologías para su fabricación. En este esquema la Física de los Materiales, puente entre la Química y la Ingeniería, juega una función singular en aquella labor de equipo; esta es, fundamentalmente, el estudio y la descripción de la estructura y propiedades de los sólidos y las relaciones de dichas propiedades con la estructura del material.

Polímeros, cerámicas, metales y materiales compuestos, sus propiedades y sus limitaciones, tienen un nexo común: la dependencia de sus propiedades con la naturaleza de sus átomos y de su distribución en el espacio. La conjunción armónica de átomos y su distribución espacial es el punto de partida de propiedades y consecuentes aplicaciones. La función fundamental del Físico en este área es comprender y hacer comprender las propiedades físicas de los materiales. Ello pasa por establecer un puente científico entre dos mundos: uno microscópico donde los protagonistas son átomos, iones, electrones y estructuras atómicas; otro macroscópico, en el cual se habla de propiedades en laboratorio y se proyecta hacia la industria. La conexión entre la estructura atómica y las propiedades, así como su interpretación en términos físicos, han sido los objetivos fundamentales de la ciencia de materiales en el siglo XX, y lo seguirán siendo en el próximo siglo. Las ideas citadas en los párrafos previos constituyen la filosofía en la que se base el programa propuesto en esta asignatura, que adentrará a los estudiantes del grado en Física en el apasionante mundo de los Materiales.

#### Objetivos/resultados de aprendizaje

- Dominar los conceptos de estructuras ordenadas, desordenadas y de estructuras intermedias.
- Conocer las principales características (estructurales y referentes a sus propiedades y aplicaciones) de los diversos tipos de materiales (metales, polímeros, cerámicas y materiales compuestos).
- Conocer y practicar con las principales técnicas de fabricación y caracterización estructural y de las propiedades de los diversos tipos de materiales
- Conocer cómo se realiza la fabricación y caracterización de materiales reales en laboratorios.
- Adquirir habilidades en la predicción de las propiedades básicas de algunos materiales en términos de su estructura. Una parte del estudio se dedicará a las propiedades mecánicas de materiales.



- Conocer los principales aspectos relativos a la selección y diseño de materiales. Conocer cómo se realiza la conexión estructura-propiedades-aplicaciones.
- Conocer las nuevas tendencias en el campo de los materiales.

#### 4. Contenidos y/o Bloques temáticos

##### 1. Introducción

- 1.1. Revisión de conceptos
- 1.2. Relación enlace–propiedades
- 1.3. Clasificación de los materiales
- 1.4. Estrategia en la elección de los materiales
- 1.5. Papel del físico en la Ciencia de los Materiales

##### 2. El cristal ideal

- 2.1. Materiales ordenados, periódicos y aperiódicos
- 2.2. Orden periódico: simetría de traslación
- 2.3. Redes de Bravais
- 2.4. Estructura cristalina
  - 2.4.1. Algunos ejemplos importantes de estructuras cristalinas
- 2.5. Notaciones cristalográficas: Índices de Miller
- 2.6. La red recíproca
  - 2.6.1. Funciones periódicas
  - 2.6.2. El espacio recíproco
  - 2.6.3. Representación matricial
  - 2.6.4. Otras propiedades de la red recíproca
- 2.7. Difracción de Rayos X
  - 2.7.1. Condiciones de difracción de Laue
  - 2.7.2. Ley de Bragg
  - 2.7.3. La construcción de Ewald
  - 2.7.4. Factor de estructura geométrica
  - 2.7.5. Métodos experimentales de difracción
- 2.8. Microscopía de campo próximo (SPM)
  - 2.8.1. Microscopía de efecto túnel (STM)
  - 2.8.2. Microscopía de Fuerza Atómica (AFM)

##### 3. El cristal real

- 3.1. Imperfecciones en los sólidos
  - 3.1.1. Defectos puntuales: vacantes e intersticiales



- 3.1.2. Defectos lineales: dislocaciones
- 3.1.3. Defectos superficiales
- 3.1.4. Influencia de las dislocaciones en las propiedades de los metales
- 3.2. Difusión
  - 3.2.1. Ecuaciones de Fick
  - 3.2.2. Mecanismos de difusión
  - 3.2.3. Cálculo en la constante D

#### **4. Sólidos no cristalinos: el estado amorfo**

- 4.1. Características generales
- 4.2. Transformación de un líquido en un sólido amorfo
  - 4.2.1. Métodos de preparación de materiales amorfos
- 4.3. La difracción de rayos X en materiales amorfos
  - 4.3.1. La función de distribución radial
  - 4.3.2. Experimentos de rayos-X
- 4.4. Los movimientos atómicos en un cuerpo amorfo
- 4.5. La temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>)
- 4.6. Interés tecnológico de los materiales amorfos

#### **5. Entre el orden y el desorden**

- 5.1. Los polímeros plásticos
- 5.2. La matriz polimérica
  - 5.2.1. Arquitectura de las cadenas
  - 5.2.2. Una clasificación física de los polímeros
- 5.3. El estado sólido de los polímeros semicristalinos
  - 5.3.1. Cristalización desde una disolución. Laminillas Cristalinas
  - 5.3.2. Cristalización desde el fundido. Esferulitas
  - 5.3.3. Parámetros fundamentales que caracterizan la estructura de un polímero semicristalino
- 5.4. Caracterización de los polímeros semicristalinos
- 5.5. Propiedades mecánicas de los polímeros

#### **6. Diagramas de fases en aleaciones metálicas**

- 6.1. Conceptos fundamentales
- 6.2. Ejemplos de diagramas de fases
  - 6.2.1. Sistemas isomórficos binarios
  - 6.2.2. Endurecimiento por dispersión. Reacciones de tres fases.
  - 6.2.3. Sistemas eutécticos binarios
- 6.3. Diagramas de fases de interés industrial
  - 6.3.1. El sistema hierro-carbono



- 6.3.2. El factor tiempo en las transformaciones de fase
- 6.3.3. Diagramas temperatura-tiempo-transformación (T.T.T.)
- 6.3.4. Diagramas de transformación por enfriamiento continuo (C.C.T.)
- 6.3.5. Propiedades mecánicas de los diferentes microconstituyentes del acero
- 6.3.6. Tratamientos térmicos de los aceros

## **7. Cerámicas, fibras y materiales compuestos**

- 7.1. Cerámicas
  - 7.1.1. Algunas estructuras cerámicas
  - 7.1.2. Métodos de fabricación
  - 7.1.3. Aplicaciones de las cerámicas
- 7.2. Fibras
  - 7.2.1. Tipos de Fibras
  - 7.2.2. Métodos de Fabricación
  - 7.2.2. Celulosa. Caracterización estructural
  - 7.2.3. Propiedades mecánicas de las fibras.
- 7.3. Materiales compuestos
  - 7.3.1. Matrices
  - 7.3.2. Refuerzos
  - 7.3.3. Materiales celulares

## **8. Diseño y selección de materiales**

- 8.1. Introducción
- 8.2. Metodología del diseño
- 8.3. Herramientas de diseño
  - 8.3.1. Bases de datos
  - 8.3.2. Programas de selección
- 8.4. Ejemplos prácticos
  - Materiales resistentes y ligeros
  - Aislantes térmico baratos
  - Materiales para construcción

### **Prácticas de laboratorio**

Los alumnos llevaran a cabo una práctica de laboratorio (en grupo) sobre fabricación y caracterización de materiales. Consideramos esta práctica de gran valor formativo para los estudiantes y por tanto tendrá un peso importante en la evaluación de la asignatura.



### **Objetivo fundamental de la práctica:**

Fabricación y caracterización de materiales compuestos usando técnicas comunes de fabricación (extrusión, moldeo por compresión o inyección) y técnicas de caracterización habituales para determinar la composición, estructura y propiedades de materiales (Densidad, SEM, DSC, TGA, FTIR)

### **Objetivos adicionales:**

- Toma de contacto con instrumentación habitual en la investigación en materiales
- Toma de contacto con personal investigador y técnicos de laboratorio
- Manejo bibliografía
- Practicar en la presentación oral de resultados

### **Ejemplos de materiales que se podrían estudiar**

- Poliestireno reforzado con nanopartículas
- EVA ignifugo
- Bioplástico formulado para cristalizar rápidamente
- Polietileno formulado para generar un material celular
- Espumas de PU. Fabricación y caracterización.
- Propiedades mecánicas de polímeros con diferentes grados de cristalinidad.
- Cristalización de polímeros
- Diagramas de fases en aleaciones metálicas.

### **Técnicas Experimentales de caracterización**

- Determinación de la densidad
- Determinación de las propiedades térmicas; termogravimetría (TGA) y calorimetría diferencia de barrido (DSC).
- Espectroscopia infrarroja (FTIR)
- Microscopía electrónica de barrido (SEM)
- Otras técnicas adicionales que se necesiten dependiendo de la naturaleza del material considerado.

**Los resultados se presentaran oralmente al resto de la clase y profesores en una presentación de 30 minutos que incluya.**

1. Objetivo del estudio realizado
2. Técnicas de fabricación y caracterización utilizadas. Descripción de las mismas
3. Metodología experimental utilizada
4. Resultados obtenidos y discusión de los mismos.
5. Conclusiones



### **Material Docente:**

#### Bibliografía básica

- J.A. de Saja, M.A. Rodríguez-Pérez, M.L. Rodríguez-Méndez, *Materiales: Estructura, Propiedades y aplicaciones*, Thomson Paraninfo, 2005

#### Bibliografía complementaria

- Callister W.D., *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales*, Ed. Reverté, 1995.
- Askeland D.R., *La Ciencia e Ingeniería de los Materiales*, Grupo Editorial Iberoamericano, 1987.
- Saja J.A. de, *Introducción a la Física de los Materiales*, Servicio Publicaciones Universidad de Valladolid, 2000.

#### Recursos necesarios

El profesor de la asignatura hará accesible a los alumnos el conjunto de materiales y recursos de apoyo que considere adecuado utilizar en la preparación de la asignatura a través de la página web de la Uva (campus virtual) o de la reprografía del centro. Se dispone de los laboratorios necesarios para llevar a cabo la práctica.

### **5. Métodos docentes y principios metodológicos**

---

Se presentará la materia en clases magistrales participativas o de resolución de problemas. Es aconsejable que el alumno prepare la materia con antelación, para ello se le proporcionarán materiales docentes, ya sea elaborados por el propio profesorado de la asignatura, y de fácil acceso en la red o en la biblioteca.

Una vez realizada la explicación de cada parte teórica y práctica de la asignatura, resolviendo las dudas o cuestiones que puedan surgir, se pedirá al alumno que trabaje sobre una colección de problemas proporcionada por el profesor, que puede ser ampliada con la bibliografía propuesta. Parte de estos problemas serán resueltos en clase.

Se utilizará el *Campus Virtual* de la Uva para proporcionar los materiales básicos de la asignatura.



Se llevarán a cabo tres tutorías conjuntas con los alumnos al finalizar los temas 3, 5 y 8 que servirán para resolver las dudas principales que puedan haber surgido.

Se impartirán seminarios sobre temas de actualidad en la física de materiales.

Durante los meses de Noviembre y Diciembre los alumnos realizarán las prácticas de laboratorio siguiendo las indicaciones de los tutores de cada grupo. Los horarios serán compatibles con los de las prácticas de otras asignaturas que deben cursar los alumnos.

## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	45
Clases prácticas de aula (A)	5	Realización presentación prácticas	20
Laboratorios (L)	36	Búsquedas bibliográficas	5
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios (S)	12		
Tutorías grupales (TG)	2		
Evaluación	3		
<b>Total presencial</b>	<b>88</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>70</b>

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final	60%	Duración aproximada: 3 horas
Presentación trabajo de prácticas (en grupo)	40%	Se valorará la originalidad del trabajo (no valen copias de textos y/o artículos) (20%), la calidad y claridad en la explicación de los conceptos teóricos (25%), el desarrollo y presentación correcta de los cálculos y medidas experimentales (25%), el pensamiento crítico en la interpretación de los resultados (20%), y la presentación del trabajo (10%)



#### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - Para aprobar la asignatura será necesario obtener más de un 50% de la puntuación total, Además, se establece un mínimo de 3 puntos (sobre 10) para poder superar la asignatura.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Para aprobar la asignatura será necesario obtener más de un 50% de la puntuación total, Además, se establece un mínimo de 3 puntos (sobre 10) para poder superar la asignatura.

#### 8. Consideraciones finales

La información existente en el presente proyecto constituye una directriz para el profesor. Debe considerarse como un guion lo suficientemente flexible para poder adaptarse a la realidad del aula, de los alumnos y del centro en el momento de su impartición, atendiendo a las necesidades o intereses del alumnado. El sistema de calificación, la temporalización de las sesiones y la distribución de los contenidos y actividades son orientativos, pudiendo modificarse en función del desarrollo de la asignatura y de la implicación y participación del alumnado.