

## 295903 - PFFM - Propiedades Físicas y Funcionales de los Materiales

Unidad responsable: 295 - EEBE - Escuela de Ingeniería de Barcelona Este  
Unidad que imparte: 748 - FIS - Departamento de Física  
Curso: 2018  
Titulación: GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA (Plan 2009). (Unidad docente Optativa)  
GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES (Plan 2010). (Unidad docente Optativa)  
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán, Castellano, Inglés

### Profesorado

Responsable: Tamarit Mur, Jose Luis  
  
Otros: Macovez, Roberto  
Lloveras Muntane, Pol Marcel

### Horario de atención

Horario: Lu 15-17  
Mi: 15-17

### Requisitos

Haber cursado las asignaturas de Metalurgia Física, Propiedades Eléctricas y Magnéticas de los Materiales, Propiedades Mecánicas de los Materiales y Propiedades Ópticas, Térmicas y Acústicas de los Materiales.

### Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Transversales:

- 02 SCS N3. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 3: Tener en cuenta las dimensiones social, económica y ambiental al aplicar soluciones y llevar a cabo proyectos coherentes con el desarrollo humano y la sostenibilidad.
- 06 URI N3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 3: Planificar y utilizar la información necesaria para un trabajo académico (por ejemplo, para el trabajo de fin de grado) a partir de una reflexión crítica sobre los recursos de información utilizados.
- 07 AAT N2. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 2: Llevar a cabo las tareas encomendadas a partir de las orientaciones básicas dadas por el profesorado, decidiendo el tiempo que se necesita emplear para cada tarea, incluyendo aportaciones personales y ampliando las fuentes de información indicadas.

### Metodologías docentes

Teoría: El profesor presenta los conceptos fundamentales y algunas demostraciones, complementando con ejemplos claves y la discusión de algunas aplicaciones.  
Problemas y Actividades dirigidas: el profesor presenta la resolución de problemas representativos; los estudiantes repasan los conceptos fundamentales y solucionan algunos problemas, bajo la supervisión del profesor.

### Objetivos de aprendizaje de la asignatura

Al acabar el curso, el alumno ha de ser capaz de:

- Conocer los fundamentos físicos de propiedades de materiales, y su comportamiento bajo la acción de campos externos.
- Disponer de la capacidad para abordar problemas conceptuales de los retos de las tecnologías actuales y futuras en los dominios de la ingeniería de los materiales



## 295903 - PFFM - Propiedades Físicas y Funcionales de los Materiales

### Horas totales de dedicación del estudiantado

Dedicación total: 60h	Horas grupo grande:	60h	100.00%
-----------------------	---------------------	-----	---------

## 295903 - PFFM - Propiedades Físicas y Funcionales de los Materiales

### Contenidos

#### Bloque 1. Fundamentos Físicos de las Propiedades Térmicas de los Materiales

Dedicación: 70h

Grupo grande/Teoría: 24h  
Actividades dirigidas: 4h  
Aprendizaje autónomo: 42h

#### Descripción:

##### Tema 1.1 Concepto básicos

Introducción a la mecánica estadística. Macroestados y microestados. Probabilidad termodinámica: Fermi-Dirac, Bose-Einstein, Maxwell-Boltzmann. Entropía i probabilidad termodinámica. Funciones de distribución. Función de partición y propiedades termodinámicas.

##### Tema 1.2 Aplicaciones. Primera parte

Gas ideal monoatómico. Interpretación estadística del trabajo y la calor. Equipartición de la energía. Oscilador lineal cuantificado. Gas ideal diatómico: funciones de partición para la vibración y para la rotación.

##### Tema 1.3 Aplicaciones. Segunda parte

Teoría de Einstein del calor específico de un sólido. Teoría de Debye del calor específico de un sólido. Gas de fonones.

Gas de fotones: radiación del cuerpo negro, ley de Planck, ley de Wien y ley de Stefan-Boltzmann.

Comparación entre gas de fonones y gas de fotones. Sistemas de iones magnéticos: Paramagnetismo clásico y cuántico.

Cristal metálico: gas de electrones, nivel de Fermi y potencial de contacto.

#### Actividades vinculadas:

Dedicación: 70 h

Teoría: 20 h

Problemas: 4 h

Actividades dirigidas: 4 h

Aprendizaje autónomo: 42 h

## 295903 - PFFM - Propiedades Físicas y Funcionales de los Materiales

Bloque 2. Propiedades dinámicas y electro-  
ópticas de los materiales.

Dedicación: 40h

Grupo grande/Teoría: 15h

Actividades dirigidas: 1h

Aprendizaje autónomo: 24h

Descripción:

Tema 2.1 Transporte de carga y respuesta a campos eléctricos dependientes del tiempo

Clasificación de los materiales conductores en función del tipo de portador de carga mayoritario:

electrones/huecos, iones, protones; dependencia de la conductividad con la temperatura. Aplicaciones de los conductores iónicos y protónicos, dispositivos electroquímicos. Efecto del desorden y de la repulsión columbiana a las propiedades electrónicas; correlación electrónica y relación con el magnetismo; transiciones metal-aislante. Respuesta lineal, permitividad y conductividad complejas. Mecanismos de polarización con campos eléctricos variables: efectos de conducción y carga espacial en medios no homogéneos; vidrios: dinámica de relajación, modelo de Debye y derivados; respuesta a frecuencias ópticas, plasmones y excitones; modelo de Drude-Lorentz y modelo de Rayleigh-Lorentz para las transiciones ópticas y vibracionales.

Tema 2.2 Materiales moleculares y macromoleculares: propiedades dinámicas y eléctricas, aplicaciones

Propiedades específicas de los materiales orgánicos: grados de libertad orientacionales y conformacionales, isomerismo y polimorfismo. Dependencia de la estructura cristalina y morfología de las condiciones de formación del cristal, self-assembly molecular, diseño de cristales. Mesofases: sólidos orientacionalmente desordenados, cristales plásticos, cristales líquidos termotrópicos y liotrópicos, polímeros, sistemas binarios y coloidales.

Dinámica de relajación molecular primaria y secundaria, dependencia con la temperatura de la relajación primaria y transiciones de tipo vítrea en materiales moleculares y polímeros, relación con las propiedades mecánicas; transiciones de fase en polímeros. Estados electrónicos en materiales orgánicos: interacción electrón-fonón, localización electrónica y conducción por hopping, excitones de Frenkel.

Técnicas experimentales: espectroscopia dieléctrica, análisis mecánica diferencial, técnicas ópticas. Relevancia y aplicaciones de los materiales orgánicos: mesofases en sistemas biológicos; compuestos farmacéuticos, drug delivery; polímeros conjugados y polímeros conductores dopados; aplicaciones optoelectrónicas y electroquímicas: OLED, células solares orgánicas, display de cristales líquidos, supercondensadores.

## 295903 - PFFM - Propiedades Físicas y Funcionales de los Materiales

Bloque 3: Transiciones de fase en materiales multiferróicos

Dedicación: 28h

Grupo grande/Teoría: 16h  
Aprendizaje autónomo: 12h

Descripción:

Tema 3.1 Transición en el equilibrio y fuera del equilibrio.

Signaturas termodinámicas de transición. Clasificación de Ehrenfest. Teoría de Landau. Parámetro de orden.

Transiciones de segundo orden y exponentes críticos. Transiciones de primer orden. Transiciones ferróicas.

Nucleación y crecimiento. Avalanchas. Degeneración, interacciones de largo alcance y heterogeneidades.

Dominios. Ferroelasticidad. Compatibilidad elástica. Interacciones de largo alcance elásticas. Plano de hábito.

Autoacomodación. Dominios elásticos. Ferromagnetismo. Modelo de Ising y Teoría micromagnética.

Ferroelectricidad. Vidrios ferróicos: vidrios de spin, relaxors y strain glass.

Tema 3.2 Sistemas ferróico

Termodinámica y Teoría de Landau para sistemas multiferróicos. Comportamiento convencional e inverso.

Balance entrópico. Anisotropía magnetocristalina y acoplamiento magnetoelástico. Magnetostricción. Aleaciones con memoria de forma magnética y materiales metamagnéticos. Acoplamiento magnetoeléctrico y piezoeléctrico.

Tema 3.3 Propiedades funcionales de los sistemas ferróicos y multiferróicos

Propiedades funcionales de las interfaces. Efecto memoria de forma elástico y magnético. Superelasticidad y superelasticidad magnética.

### Sistema de calificación

La nota final de cada alumno se calcula por una media ponderada de las notas obtenidas en el examen parcial, en las actividades dirigidas y en un trabajo de investigación sobre una temática presentada por los profesores. Se detalla a continuación el peso relativo de cada nota en la nota final:

Examen medio cuatrimestre 30%

Actividades dirigidas/Problemas 20%

Trabajo de Investigación 50%

## 295903 - PFFM - Propiedades Físicas y Funcionales de los Materiales

### Bibliografía

#### Básica:

Sears, Francis Weston; Salinger, Gerhard L. Termodinámica, teoría cinética y termodinámica estadística. 2ª ed. Barcelona [etc.]: Reverté, DL 1978. ISBN 9788429141610.

White, Mary Anne. Physical properties of materials. 2nd ed. Boca Raton (Florida): CRC Press, cop. 2012. ISBN 9781439866511 (CART.).

Marder, Michael P. Condensed matter physics. 2nd ed. John Wiley & Sons, 2015. ISBN 9780470617984.

Feng Duan; Jin Guojun. Introduction to condensed matter physics. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2005. ISBN 9789812560704.

Strobl, Gert. Condensed matter physics : crystals, liquids, liquid crystals, and polymers. Berlin: Springer, cop. 2003. ISBN 3540003533.

Wadhawan, Vinod. Introduction to ferroic materials. CRC Press, 2000. ISBN 9789056992866.

#### Complementaria:

Salje, Ekhard K. H. Phase transitions in ferroelastic and co-elastic crystals : an introduction for mineralogists, material scientists, and physicists. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 1993. ISBN 0521384494.

Planes, Antoni; Mañosa, Lluís; Saxena, Avadh. Magnetism and structure in functional materials. Berlin: Springer, 2005. ISBN 9783540236726.

#### Otros recursos:

A lo largo del curso se proporcionarán al estudiante recursos vía internet, ya sean generalistas, como Wikipedia, o bien particulares, como la del grupo de investigación (<https://gcm.upc.edu/en>)