

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2017-2018

Identificación y características de la asignatura											
Código	502651	Créditos ECTS	6								
Denominación (español)	Comportamiento Térmico y Electromagnético de los Materiales II										
Denominación (inglés)	Thermal and Electromagnetic Behaviour of Materials II										
Titulaciones	Grado en Ingeniería de Materiales										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	6	Carácter	Obligatoria								
Módulo	Tecnología Específica de Materiales										
Materia	Comportamiento Térmico y Electromagnético de los Materiales										
Profesor/es											
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web								
José Sánchez González	B0.4	jsg@unex.es									
Área de conocimiento	Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica										
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales										
Profesor coordinador (si hay más de uno)											
Competencias (ver tabla en http://bit.ly/competenciasGrados)											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1	X	CG1		CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	
CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	X
CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	
CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	
CB5	X	CG5		CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	X
		CG6		CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	
		CG7		CT7	X			CECRI7		CETE7	X
		CG8		CT8	X			CECRI8		CETE8	
		CG9		CT9	X			CECRI9		CETE9	
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	
		CG11						CECRI11		CETE11	
		CG12						CECRI12		CETFG	
Contenidos											
Breve descripción del contenido											
Fundamentos cuánticos y estadísticos. Propiedades térmicas. Vibraciones reticulares y fonones. Procesos de transporte en sólidos. Electrones en sólidos: bandas de energía. Propiedades ópticas.											

Fundamentos físicos de la conductividad eléctrica en semiconductores. Materiales dieléctricos y piezoeléctricos. Fundamentos del funcionamiento de dispositivos electrónicos y optoelectrónicos. Propiedades magnéticas. Superconductividad.

Temario de la asignatura

1. Conducción en Materiales Metálicos

- 1.1. Introducción. Bandas de energía. Nivel de Fermi.
- 1.2. Calentamiento en conductores metálicos. Electromigración
- 1.3. Conducción en corriente alterna
- 1.4. Conducción en aleaciones metálicas

(2 horas)

Actividades prácticas: Seminario de problemas (1 horas)

2.1. Materiales semiconductores

- 2.2. Semiconductores intrínsecos
 - 2.1.2. Materiales semiconductores intrínsecos
 - 2.2.2. Conducción en semiconductores intrínsecos
 - 2.2.3. Bandas de energía en semiconductores intrínsecos
 - 2.2.4. Efecto de la temperatura
- 2.3. Semiconductores extrínsecos
 - 2.3.1. Tipos de semiconductores extrínsecos
 - 2.3.1.1. Tipo N
 - 2.3.1.2. Tipo P
 - 2.3.2. Ley de acción de masas
 - 2.3.3. Densidad de portadores
 - 2.3.4. Efecto de la concentración de impurezas sobre la conducción
 - 2.3.5. Efecto de la temperatura en semiconductores extrínsecos
 - 2.3.6. Difusión de portadores
- 2.4. Efectos Seebeck y Peltier en Semiconductores
- 2.5. Dispositivos semiconductores
 - 2.5.1. Utilización de dispositivos semiconductores
 - 2.5.1. La unión p-n
 - 2.5.1.1. Polarización inversa
 - 2.5.1.2. Polarización directa
 - 2.5.2. Diodo Semiconductor
 - 2.5.2.1. Diodo rectificador
 - 2.5.2.2. Diodo Zener o de avalancha
 - 2.5.2.3. Diodos LED
 - 2.5.3. El transistor de unión
 - 2.5.4. Elaboración

(8 horas)

Actividades prácticas: Seminario de problemas (6 horas)

3. Materiales Dieléctricos

- 3. Materiales Dieléctricos
 - 3.1. Conceptos básicos sobre aislantes y dieléctricos
 - 3.2. Comportamiento dieléctrico
 - 3.3. Tipos de polarización
 - 3.4. Propiedades eléctricas
 - 3.4.1. Condensadores. Capacidad y permitividad eléctrica
 - 3.4.2. Polarización

- 3.4.3. Comportamiento en corriente alterna
 - 3.4.4. Pérdidas y perforación
 - 3.5. Materiales ferroeléctricos. Ferroelectricidad
 - 3.5.1. Modelo de comportamiento
 - 3.5.1.1. El titanato de bario
 - 3.5.1.2. Dominios ferroeléctricos. Histéresis
 - 3.5.1.3. Otros materiales ferroeléctricos
 - 3.5.2. Efecto piezoeléctrico
 - 3.5.2.1. Materiales piezoeléctricos
 - 3.5.2.2. Aplicaciones. Transductores
- (8 horas)
- Actividades prácticas: Seminario de problemas (5.5 horas)
- Práctica de laboratorio: Medida de propiedades eléctricas de Dieléctricos (4 horas)

4. Conducción Iónica en Estado Sólido

- 4.1. Introducción
 - 4.2. Electrolitos sólidos. Tipos de Portadores
 - 4.3. Mecanismos de la conducción iónica
 - 4.3.1. Defectos y migración de iones
 - 4.3.2. Movilidad iónica
 - 4.3.3. Conductividad iónica
 - 4.4. Materiales conductores iónicos
 - 4.4.1. Características generales de los conductores iónicos
 - 4.4.2. Fusión de la subred
 - 4.4.3. Conductores de Ag⁺
 - 4.4.4. Conductores de O²⁻
 - 4.4.4.1. La circona
 - 4.5. Aplicaciones de los conductores iónicos
 - 4.5.1. Baterías. Batería de ión de litio
 - 4.5.2. Células de combustible. SOFCs
 - 4.5.3. Sensores. Sensores de oxígeno
- (3 horas)
- Actividades prácticas: Seminario de problemas (2 horas)

5. Propiedades Ópticas de Sólidos

- 5.1. Introducción
- 5.1.1. Introducción
- 5.1.2. Interacción Luz-Materia. Procesos
- 5.1.3. Absorción y Color
- 5.1.4. Coeficientes Ópticos
- 5.1.5. Índice de Refracción y Permitividad Eléctrica
- 5.1.6. Materiales Ópticos
- 5.1.7. Características Físicas del Estado Sólido
- 5.2. Propagación en Medios Ópticos Densos
- 5.2.1. Osciladores Atómicos
- 5.2.2. Osciladores Vibracionales
- 5.2.3. Osciladores de Electrones Libres
- 5.3. Modelo del Dipolo Oscilante
- 5.3.1. Oscilador Lorentziano
- 5.3.2. Resonancias Múltiples

5.3.3. Modelos y Comportamiento Real
 5.3.4. Ecuaciones de Kramers-Kronig
 5.4. Dispersión
 5.5. Anisotropía Óptica: Birrefringencia
 (6 horas)
 Actividades prácticas: Seminario de problemas (2 horas)

6. Materiales Magnéticos

6.1. Introducción
 6.1.1. Campo magnético
 6.1.2. Tipos de magnetismo
 6.1.3. Efecto de la temperatura
 6.1.4. Dominios Ferromagnéticos
 6.2. Clasificación de los materiales magnéticos
 6.2.1. Materiales magnéticos blandos
 6.2.2. Materiales magnéticos duros
 6.3. Ferritas
 6.4. Superconductores. Comportamiento y tipos.
 (3 horas)
 Actividades prácticas: Seminario de problemas (2 horas)

Descripción de actividades en laboratorio y sala de ordenadores

Prácticas de laboratorio

Práctica 1 (Tema 3). Medida de propiedades eléctricas de Dieléctricos

El objetivo es medir propiedades eléctricas de materiales metálicos e investigar el efecto de la temperatura sobre las mismas. Los resultados se analizarán en el marco de la Teoría de Drude de los metales.

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial					No presencial
Tema/Evaluación	Total	GG	S	O	L	TP	EP
1	24	2	1				4.5
2	45.5	8	6			1.5	25
3	52.5	7	5.5		4		25
Examen parcial	1	1					
4	26	3	2			1.5	15
5		5	2				15
6		3	2				10
Evaluación del conjunto	1	1					
Total	150	30	18.5		4	3	94.5

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

S: Seminario (clases de problemas, seminarios, casos prácticos = 40 estudiantes).

O: Ordenador (prácticas en sala de ordenadores = 30 estudiantes).

L: Laboratorio (prácticas de laboratorio o de campo = 15 estudiantes).

TP: Tutorías programadas (seguimiento docente tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	X
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

Con anterioridad al inicio de cada tema, los estudiantes tendrán a su disposición las transparencias de clase y las relaciones de problemas a través del campus virtual/reprografía. La metodología que se utilizará en las actividades presenciales de la asignatura es la siguiente:

- **Clases magistrales.**

El profesor explicará los contenidos teóricos de cada tema de la asignatura, siguiendo la estructura siguiente: (1) *introducción* de la sesión, donde se conecta con el contenido previo y se detallan los objetivos de aprendizaje; (2) *desarrollo* de contenidos específicos, que constituye el núcleo de la sesión; (3) *recapitulación*. Como apoyos visuales se emplearán la pizarra y transparencias PowerPoint. A lo largo de la sesión se incentivará la participación activa de los alumnos mediante diferentes actividades (cuestiones, discusiones moderadas por el profesor etc.).

- **Clases de ejercicios y problemas**

Resolución por el profesor de ejercicios y problemas tipo que han sido previamente facilitados a los alumnos con suficiente antelación para que los trabajen de forma no presencial. Se realizará una puesta en común de los resultados, para detectar y corregir posibles errores. Finalmente, se discutirá el proceso de resolución. Como apoyos visuales se emplearán la pizarra y transparencias PowerPoint.

- **Prácticas de laboratorio**

El profesor facilitará un guión con los objetivos de la práctica. Se explicará el manejo y utilización del instrumental necesario para las medidas experimentales. Los estudiantes elaborarán un informe/memoria al finalizar la actividad.

- **Tutorías programadas**

Se trata fundamentalmente de una actividad de seguimiento y retroalimentación tanto para los estudiantes como para el profesor. También permitirá identificar a

aquellos alumnos que tengan dificultades especiales con la materia, para propiciar su asistencia a las tutorías individuales de libre acceso.

Resultados de aprendizaje

El alumno aprenderá a explicar mediante teorías físicas clásicas y cuánticas el comportamiento electrónico y óptico de materiales semiconductores, dieléctricos y superconductores. Conocerá los fundamentos físicos del funcionamiento de dispositivos electrónicos y optoelectrónicos. Conocerá y entenderá el comportamiento magnético de materiales.

Sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

1. Conocimiento y comprensión de los principales conceptos sobre el comportamiento térmico y electromagnético de materiales, desarrollados en la asignatura.
Relacionado con las competencias CB1, CETE2, CG3, CG10, CT1, CT4, CT6-CT8, CT10
2. Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas y cuestiones básicas sobre el comportamiento térmico y electromagnético de materiales.
Relacionado con las competencias CB2, CB3, CETE2, CETE5, CETE7, CG2, CG4, CG10, CT2, CT4, CT6-CT8, CT10
3. Habilidad para la realización individual y en equipo de trabajos prácticos en el laboratorio de propiedades físicas de materiales.
Relacionado con las competencias CB2-CB5, CG2-CG4, CG10, CT2-10
4. Capacidad del estudiante para el planteamiento y razonamiento lógico, así como la forma de expresarse y la presentación en las diferentes pruebas escritas.
Relacionado con las competencias CB4, CB5, CG2-4, CG10, CG10, CT2-CT7, CT10

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%-80%	80	80	80
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%-50%	20	20	0
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%-50%	0	0	20
4. Participación activa en clase.	0%-10%	0	0	0
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%-10%	0	0	0

Descripción de las actividades de evaluación

- Examen final teórico/práctico (**80%**) que constará de dos bloques:

a) Bloque teórico: incluirá cuestiones de desarrollo teórico y/o preguntas tipo test. La calificación máxima que podrá obtener el estudiante en este bloque será de 5 puntos, siendo imprescindible obtener una calificación mínima de 2 puntos.

b) Bloque de ejercicios prácticos: incluirá al menos dos problemas. La puntuación máxima que podrá obtener el estudiante en este bloque será de 5 puntos, siendo imprescindible obtener al menos 2 puntos en este bloque.

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 en el examen final teórico/práctico. En caso que en alguna de las partes no se alcance el mínimo reseñado, la calificación final máxima que se le asigne no superará los 4 puntos.

Se realizará un examen parcial que tendrá la estructura descrita anteriormente. Este examen no será obligatorio y si el estudiante obtiene una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 (de los que al menos 2 puntos correspondan al bloque teórico y 2 puntos al bloque de ejercicios prácticos) tendrá carácter eliminatorio, *únicamente para la convocatoria ordinaria*.

En el caso de que se elimine, la calificación obtenida en el examen parcial supondrá el 50% de la nota del examen final.

- Memoria de las actividades prácticas realizadas en laboratorio, siempre que el estudiante haya asistido a estas sesiones (**20%**).

En las convocatorias extraordinarias, la calificación final se obtendrá sumando la calificación obtenida en las actividades NO RECUPERABLES (prácticas de laboratorio) a la obtenida en un examen teórico-práctico, que tendrá la misma estructura y valoración (**80%**) que el de la convocatoria ordinaria.

Existirá una *prueba final alternativa de carácter global*, de manera que la superación de ésta suponga la superación de la asignatura. Tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II.. Esta prueba consistirá en:

- Examen teórico-práctico, con la estructura y mínimos descritos para la convocatoria ordinaria (80%).
- Prueba teórico-práctica relacionada con las prácticas de laboratorio (20%).

Bibliografía

Bibliografía básica

- N.W. Ashcroft y N.D. Mermin, *Solid State Physics*. Brooks Cole, 1976.
- C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, 8th Ed. Wiley-VCH, 2005.

- L. Solymar, D. Walsh; Electrical Properties of Materials 8th Edition, Oxford UP 2010
- S. Kasap, P. Capper (Eds.); Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials, 2007.

Bibliografía complementaria

- M. Fox; Optical Properties of Solids, Oxford UP 2010.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Diapositivas de clase y relaciones de problemas disponibles en reprografía o campus virtual.

Horario de tutorías

Tutorías Programadas: El horario y lugar de las tutorías programadas se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente determinados por la Dirección del Centro.

Tutorías de libre acceso: El horario y lugar de las tutorías de libre acceso se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente aprobados por el Departamento.

Recomendaciones

Se recomienda al alumno realizar, con anterioridad a cada clase, una lectura crítica del material facilitado por el profesor, haciendo uso de las referencias bibliográficas adjuntas.