

Facultad de Ciencias

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

G57 - Física Cuántica y Estructura de la Materia III: Física del Estado Sólido

Doble Grado en Física y Matemáticas  
Obligatoria. Curso 3

Grado en Física  
Obligatoria. Curso 3

Curso Académico 2021-2022

### 1. DATOS IDENTIFICATIVOS

Título/s	Doble Grado en Física y Matemáticas Grado en Física		Tipología y Curso	Obligatoria. Curso 3 Obligatoria. Curso 3
Centro	Facultad de Ciencias			
Módulo / materia	MATERIA FÍSICA CUÁNTICA Y ESTRUCTURA DE LA MATERIA MÓDULO CENTRAL			
Código y denominación	G57 - Física Cuántica y Estructura de la Materia III: Física del Estado Sólido			
Créditos ECTS	6	Cuatrimestre	Cuatrimestral (2)	
Web				
Idioma de impartición	Español	English friendly	No	Forma de impartición Presencial

Departamento	DPTO. CIENCIAS DE LA TIERRA Y FISICA DE LA MATERIA CONDENSADA			
Profesor responsable	JOSE ANTONIO ARAMBURU-ZABALA HIGUERA			
E-mail	antonio.aramburu@unican.es			
Número despacho	Facultad de Ciencias. Planta: + 2. DESPACHO PROFESORES (2012)			
Otros profesores				

### 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Física cuántica I y II. Mecánica clásica. Termodinámica. Electricidad y magnetismo. Electromagnetismo y Óptica. Física estadística. Ecuaciones en Derivadas Parciales. Uso básico del software Matlab (asignatura de Cálculo Numérico).

### 3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS

Competencias Genéricas
(Conocimiento): que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
(Aplicación): que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
(Análisis): que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
Competencias Específicas
(Conocimiento): conocer y comprender los fenómenos físicos, las teorías, leyes y modelos que los rigen, incluyendo su dominio de aplicación y su formulación en lenguaje matemático.
(Aplicación): saber utilizar los métodos matemáticos, analíticos y numéricos básicos, para la descripción del mundo físico, incluyendo en particular la elaboración de teorías y modelos y el planteamiento de medidas experimentales.
(Análisis): Entender el papel del método científico en la discusión de teorías y modelos, y ser capaz de plantear y realizar un experimento específico, analizando los resultados del mismo con la precisión requerida.
(Aprendizaje): saber acceder a la información necesaria para abordar un trabajo o estudio utilizando las fuentes adecuadas, incluyendo literatura científico-técnica en inglés, y otros recursos on-line. Planificar y documentar adecuadamente esta tarea.
(Iniciativa): ser capaz de trabajar de modo autónomo, mostrando iniciativa propia y sabiendo organizarse para cumplir los plazos marcados. Aprender a trabajar en equipo, contribuyendo constructivamente y asumiendo responsabilidades y liderazgo.

#### 3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Comprender el origen microscópico de las propiedades físicas que presentan los materiales sólidos. Principios que regulan la existencia de las diversas fases en función de la temperatura y la presión. Modelos de electrones libres: clásico (Drude) y cuántico (Sommerfeld). Influencia del potencial cristalino: bandas electrónicas. Excitaciones electrónicas: condiciones para la existencia de un metal, un semiconductor o un aislante. Origen microscópico de la resistividad en metales y semiconductores. Dinámica de electrones bajo campos eléctricos y magnéticos: modelo semiclásico. Semiconductores: fundamentos y aplicaciones (unión p-n, transistor, células solares,...). Propiedades magnéticas de iones en redes cristalinas. Ordenamiento magnético. Superconductividad.

#### 4. OBJETIVOS

Entender el origen microscópico de las bandas electrónicas en sólidos periódicos usando un modelo de electrones cuasi-libres (es decir, partiendo de un modelo de electrones libres) así como un modelo de enlace fuerte (es decir, partiendo de los niveles de átomos libres). Entender la influencia de las bandas electrónicas sobre las propiedades de los materiales. Entender las diferencias entre metales, aislantes y semiconductores. Entender la importancia del teorema de Bloch y el origen de la resistividad eléctrica. Entender la dinámica de los electrones bajo campos eléctricos y magnéticos usando un modelo semiclásico. Entender la importancia de las excitaciones electrónicas en el calor específico. Entender la importancia de los materiales semiconductores puros y dopados, analizando sus propiedades fundamentales, así como sus aplicaciones básicas (diodos de unión pn, transistores npn, células fotoeléctricas, etc.). Entender el origen cuántico del diamagnetismo, paramagnetismo y de las ordenaciones magnéticas (ferromagnetismo y antiferromagnetismo). Conocer la fenomenología básica de los materiales superconductores, así como los modelos fenomenológicos de London y de Ginzburg-Landau y los fundamentos de la teoría BCS.

5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES	
ACTIVIDADES	HORAS DE LA ASIGNATURA
<b>ACTIVIDADES PRESENCIALES</b>	
HORAS DE CLASE (A)	
- Teoría (TE)	36
- Prácticas en Aula (PA)	24
- Prácticas de Laboratorio Experimental(PLE)	
- Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO)	
- Prácticas Clínicas (CL)	
Subtotal horas de clase	60
<b>ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B)</b>	
- Tutorías (TU)	10
- Evaluación (EV)	10
Subtotal actividades de seguimiento	20
<b>Total actividades presenciales (A+B)</b>	<b>80</b>
<b>ACTIVIDADES NO PRESENCIALES</b>	
Trabajo en grupo (TG)	
Trabajo autónomo (TA)	70
Tutorías No Presenciales (TU-NP)	
Evaluación No Presencial (EV-NP)	
<b>Total actividades no presenciales</b>	<b>70</b>
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>150</b>

**6. ORGANIZACIÓN DOCENTE**

CONTENIDOS		TE	PA	PLE	PLO	CL	TU	EV	TG	TA	TU-NP	EV-NP	Semana
1	Objetivos e introducción histórica. Complejidad de los fenómenos en los sólidos. Cristales y amorfos. Simetrías y periodicidad espacial. Fases y cambios de fases. Defectos e impurezas. Perspectiva del curso.	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	1
2	Modelos de electrones libres en sólidos. Fundamentos de teoría de bandas. Teorema de Bloch y sus consecuencias.	8,00	6,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	2-5
3	Modelos de electrones cuasi-libres y de enlace fuerte.	8,00	6,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	6-9
4	Dinámica de electrones bajo campos externos. Semiconductores: fundamentos y aplicaciones.	8,00	6,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	10-12
5	Propiedades magnéticas de la materia: teoría cuántica del diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo y antiferromagnetismo.	6,00	4,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	13-14
6	Superconductividad: fenomenología, modelos fenomenológicos y fundamentos de la teoría microscópica BCS.	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	15
7	Examen Parcial 1. Bloques 1-2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6
8	Examen Parcial 2. Bloques 3-4.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13
9	Examen final. Bloques 5 y 6 y parciales suspendidos.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16
<b>TOTAL DE HORAS</b>		<b>36,00</b>	<b>24,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,00</b>	<b>70,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	

Esta organización tiene carácter orientativo.

Ante la situación incierta de que las medidas de distanciamiento social establecidas por las autoridades sanitarias no permitan desarrollar alguna actividad docente de forma presencial en el aula para todos los estudiantes matriculados, se adoptará una modalidad mixta de docencia que combine esta docencia presencial en el aula con docencia a distancia. De la misma manera, la tutorización podrá ser sustituida por tutorización a distancia utilizando medios telemáticos.

TE	Horas de teoría
PA	Horas de prácticas en aula
PLE	Horas de prácticas de laboratorio experimental
PLO	Horas de prácticas de laboratorio en ordenador
CL	Horas de prácticas clínicas
TU	Horas de tutoría
EV	Horas de evaluación
TG	Horas de trabajo en grupo
TA	Horas de trabajo autónomo
TU-NP	Tutorías No Presenciales
EV-NP	Evaluación No Presencial

## 7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN

Descripción	Tipología	Eval. Final	Recuper.	%
Examen de Mayo	Examen escrito	Sí	Sí	20,00
Calif. mínima	0,00			
Duración	4 horas			
Fecha realización	Al finalizar el cuatrimestre			
Condiciones recuperación	Recuperable en Junio			
Observaciones	Examen final de Mayo-Junio sobre los bloques 5-6 y los parciales suspendidos.			
Examen de Junio	Examen escrito	Sí	No	0,00
Calif. mínima	0,00			
Duración	4 horas			
Fecha realización	Septiembre			
Condiciones recuperación				
Observaciones	Sobre toda la temática. No se guardan los parciales aprobados.			
Examen Parcial 1, bloques 1-2	Examen escrito	No	Sí	35,00
Calif. mínima	3,50			
Duración	2 h			
Fecha realización	Semana 6			
Condiciones recuperación	Recuperable en Mayo y Junio			
Observaciones	Si se aprueba se elimina la materia para el examen final de Mayo, pero no para el de Junio			
Examen Parcial 2, bloques 3-4	Examen escrito	No	Sí	45,00
Calif. mínima	3,50			
Duración	2 h			
Fecha realización	Semana 13			
Condiciones recuperación	Recuperable en Mayo y Junio			
Observaciones	Se pedirá realizar una gráfica simple con Matlab. Si se aprueba el parcial se elimina la materia para el examen final de Mayo, pero no para Junio.			
<b>TOTAL</b>				<b>100,00</b>
<b>Observaciones</b>				
Examen de Mayo: sobre los bloques 5-6 (20% de la nota) y la materia no aprobada en los parciales (35% la parte 1 y 45% la parte 2).				
Examen de Junio: sobre toda la asignatura.				
<b>Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial</b>				
Se estudiará cada caso para favorecer que puedan realizar la evaluación de forma adecuada a sus circunstancias.				

## 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

### BÁSICA

N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics (Holt, Rhinehart and Winston, 1976).  
C. Kittel. Introducción a la Física del Estado Sólido (Reverté, 1993).

Complementaria

H. Ibach, H. Luth. Solid State Physics, an Introduction to Theory and Experiment (Springer-Verlag, 1995)  
 S. H. Simon. The Oxford Solid State Basics (Oxford, 2013).  
 M. T. Dove, Structure and Dynamics. An Atomic View of Materials (Oxford U.P., 2003).  
 H. M. Rosenberg, El Estado Sólido (Alianza Editorial, 1991).  
 S. Blundell. Magnetism in Condensed Matter (Oxford, 2001).

9. SOFTWARE

PROGRAMA / APLICACIÓN	CENTRO	PLANTA	SALA	HORARIO
Matlab				

10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS

- Comprensión escrita                       Comprensión oral  
 Expresión escrita                               Expresión oral  
 Asignatura íntegramente desarrollada en inglés

Observaciones