

Facultad de Ciencias

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

G1999 - Física del Estado Sólido

Doble Grado en Física y Matemáticas  
Obligatoria. Curso 3

Grado en Física  
Obligatoria. Curso 3

Curso Académico 2022-2023

**1. DATOS IDENTIFICATIVOS**

|                          |  |                  |                      |  |
|--------------------------|--|------------------|----------------------|--|
| Título/s                 | Doble Grado en Física y Matemáticas<br>Grado en Física               |                  | Tipología<br>y Curso | Obligatoria. Curso 3<br>Obligatoria. Curso 3 |
| Centro                   | Facultad de Ciencias   |                  |                      |  |
| Módulo / materia         | MATERIA FÍSICA CUÁNTICA Y ESTRUCTURA DE LA MATERIA<br>MÓDULO CENTRAL |                  |                      |  |
| Código<br>y denominación | G1999 - Física del Estado Sólido                                     |                  |                      |  |
| Créditos ECTS            | 6  | Cuatrimestre     | Cuatrimestral (2)    |  |
| Web                      |  |                  |                      |  |
| Idioma<br>de impartición | Español  | English friendly | No                   | Forma de impartición<br>Presencial           |

|                         |   |  |  |  |
|-------------------------|---|--|--|--|
| Departamento            | DPTO. CIENCIAS DE LA TIERRA Y FISICA DE LA MATERIA CONDENSADA                                   |  |  |  |
| Profesor<br>responsable | FERNANDO RODRIGUEZ GONZALEZ   |  |  |  |
| E-mail                  | fernando.rodriguez@unican.es  |  |  |  |
| Número despacho         | Facultad de Ciencias. Planta: + 2. DESPACHO PROFESORES (2008)                                   |  |  |  |
| Otros profesores        | JESUS MARIA RODRIGUEZ FERNANDEZ<br>LUIS FERNANDEZ BARQUIN<br>FRANCISCO JAVIER JUNQUERA QUINTANA |  |  |  |

**2. CONOCIMIENTOS PREVIOS**

Fundamentos de Física cuántica. Física Atómica y Molecular. Física Cuántica y Estructura de la Materia II: Átomos, Moléculas y Sólidos. Mecánica clásica. Termodinámica. Electricidad y magnetismo. Electromagnetismo y Óptica. Física estadística. Ecuaciones en Derivadas Parciales.

### 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.

(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 la estructura de bandas electrónicas en sólidos, su relación con los niveles de energía discretos de las moléculas y sus implicaciones en las propiedades.
- Comprender las diferencias básicas entre metales, semiconductores y aislantes.
- Entender los resultados experimentales en sólidos y obtener parámetros vibracionales, electrónicos y magnéticos desde la comprensión de modelos básicos.
- Conocer y comprender la estructura y propiedades de los materiales semiconductores puros e impurificados, y su aplicación en dispositivos electrónicos y optoelectrónica.
- Conocer y entender propiedades cooperativas relevantes de sólidos: ferroelectricidad, ferromagnetismo y 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. Electrones en potenciales periódicos: modelos de electrones cuasilibres y de enlace fuerte.     | 8,00         | 6,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 3,00         | 0,00         | 0,00        | 20,00        | 0,00        | 0,00        | 2-5    |
| 3                       | Dinámica de electrones bajo campos externos. Semiconductores: fundamentos y aplicaciones. Dispositivos semiconductores: unión pn y transistores.  | 8,00         | 6,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 3,00         | 0,00         | 0,00        | 18,00        | 0,00        | 0,00        | 6-8    |
| 4                       | Ferroelectricidad.  | 3,00         | 2,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,00         | 0,00         | 0,00        | 4,00         | 0,00        | 0,00        | 9      |
| 5                       | Conductividad eléctrica en metales. Propiedades magnéticas de la materia: tipos de magnetismo. Subredes. Canje y anisotropía.   | 9,00         | 6,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,00         | 0,00         | 0,00        | 18,00        | 0,00        | 0,00        | 10-12  |
| 6                       | Superconductividad: fenomenología, modelos fenomenológicos y fundamentos de la teoría microscópica BCS.   | 5,00         | 3,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,00         | 0,00         | 0,00        | 6,00         | 0,00        | 0,00        | 13-14  |
| 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. Bloque 3.   | 0,00         | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 3,00         | 0,00        | 0,00         | 0,00        | 0,00        | 9      |
| 9                       | Examen final. Bloques 4 - 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.

|       |  |
|-------|--|
| 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 Ordinario  | Examen escrito   | Sí          | Sí       | 33,33         |
| Calif. mínima   | 0,00   |             |          |               |
| Duración  | 4 horas  |             |          |               |
| Fecha realización   | Al finalizar el cuatrimestre   |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Recuperable en Extraordinario  |             |          |               |
| Observaciones   | Examen final Ordinario sobre los bloques 5-6 y los parciales suspendidos.                                      |             |          |               |
| Examen Extraordinario   | Examen escrito   | Sí          | No       | 0,00          |
| Calif. mínima   | 0,00   |             |          |               |
| Duración  | 4 horas  |             |          |               |
| Fecha realización   | Junio  |             |          |               |
| Condiciones recuperación  |  |             |          |               |
| Observaciones   | Sobre toda la temática. No se guardan los parciales aprobados.   |             |          |               |
| Examen Parcial 1, bloques 1-2   | Examen escrito   | No          | Sí       | 33,33         |
| Calif. mínima   | 3,50   |             |          |               |
| Duración  | 2 h  |             |          |               |
| Fecha realización   | Semana 6   |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Recuperable en Ordinario y Extraordinario  |             |          |               |
| Observaciones   | Si se aprueba se elimina la materia para el examen final Ordinario, pero no para el Extraordinario             |             |          |               |
| Examen Parcial 2, bloques 3-4   | Examen escrito   | No          | Sí       | 33,34         |
| Calif. mínima   | 3,50   |             |          |               |
| Duración  | 2 h  |             |          |               |
| Fecha realización   | Semana 13  |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Recuperable en Ordinario y Extraordinario  |             |          |               |
| Observaciones   | Si se aprueba el parcial se elimina la materia para el examen final Ordinario, pero no para el Extraordinario. |             |          |               |
| <b>TOTAL</b>  |  |             |          | <b>100,00</b> |
| <b>Observaciones</b>  |  |             |          |               |
| Examen Ordinario: sobre los bloques 5-6 (33,33% de la nota) y la materia no aprobada en los parciales (33,33% la parte 1 y 33,34% la parte 2).  |  |             |          |               |
| Examen Extraordinario: sobre toda la asignatura.  |  |             |          |               |
| <b>Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial</b>  |  |             |          |               |
| El alumno puede elegir entre hacer la evaluación continua o la evaluación final (exámenes ordinario y extraordinario). En cualquier caso, se favorecerá 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**