

## Guía docente

### 230469 - ES - Estado Sólido

Última modificación: 11/04/2025

**Unidad responsable:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona

**Unidad que imparte:** 748 - FIS - Departamento de Física.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA FÍSICA (Plan 2011). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2025

**Créditos ECTS:** 6.0

**Idiomas:** Catalán

#### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** ELOY PINEDA SOLER

**Otros:** Primer quadrimestre:  
POL MARCEL LLOVERAS MUNTANE - 10  
ELOY PINEDA SOLER - 10

#### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

##### Específicas:

1. Conocimiento de la estructura de la materia y de sus propiedades a nivel atómico y molecular. Aptitud para analizar el comportamiento de materiales, sistemas electrónicos y biofísicos, y la interacción entre radiación y materia.
2. Conocimiento de las interacciones a diferentes escalas de la materia. Aptitud para analizar las capacidades funcionales de los sistemas físicos en sus diversas escalas.
3. Conocimiento de las aplicaciones estructurales y funcionales de los materiales. Conocimiento de los sistemas físicos de baja dimensionalidad. Aptitud para identificar los sistemas y/o materiales adecuados para diferentes aplicaciones en ingeniería.

##### Genéricas:

3. CAPACIDAD PARA IDENTIFICAR, FORMULAR Y RESOLVER PROBLEMAS DE INGENIERÍA FÍSICA. Capacidad para plantear y resolver problemas de ingeniería física con iniciativa, tomada de decisiones y creatividad. Desarrollar métodos de análisis y solución de problemas de forma sistemática y creativa.

##### Transversales:

2. 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.
1. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 2: Después de identificar las diferentes partes de un documento académico y de organizar las referencias bibliográficas, diseñar y ejecutar una buena estrategia de búsqueda avanzada con recursos de información especializados, seleccionando la información pertinente teniendo en cuenta criterios de relevancia y calidad.

#### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

La asignatura se imparte en tres sesiones semanales, dos de teoría y una de problemas.

Las sesiones teóricas presentan los conceptos básicos y los resultados principales, que serán ilustrados con ejemplos adecuados.

Las sesiones de problemas están destinadas a la solución de problemas y ejercicios de ampliación.

## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Conocer la estructura atómica de sólidos cristalinos y no cristalinos.

Conocer la relación global entre las propiedades macroscópicas de los sólidos y su estructura cristalina y tipo de enlace atómico.

Conocer las propiedades vibracionales de los sólidos y su influencia en las propiedades térmicas y acústicas de los materiales

Conocer la estructura electrónica de los sólidos y la teoría de bandas. Relacionarlas con las propiedades de aislantes, semiconductores y conductores.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	65,0	43.33
Horas aprendizaje autónomo	85,0	56.67

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### 1. Estructuras cristalinas.

#### Descripción:

- 1.1. Sistemas periódicos de átomos.
- 1.2. Estructuras cristalinas bi y tridimensionales.
- 1.3. Coordenadas y índices cristalinos.
- 1.4. Difracción de ondas en un cristal.
- 1.5. Red recíproca y zona de Brillouin.

#### Dedicación: 50h

Grupo grande/Teoría: 21h 40m

Aprendizaje autónomo: 28h 20m

### 2. Dinámica de redes cristalinas.

#### Descripción:

- 2.1. Vibraciones en cristales monoatómicos. Descripción clásica. Velocidad del sonido. Fonones.
- 2.2. Vibraciones en cristales diatómicos.
- 2.3. Descripción cuántica: cuantización de la energía.
- 2.4. Momento de fonones. Dispersión inelástica.

#### Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 10h 50m

Aprendizaje autónomo: 14h 10m

### 3. Fonones.

**Descripción:**

- 3.1. Energía y densidad de estados. Modelos de Debye y Einstein.
- 3.2. Capacidad calorífica.
- 3.3. Interacciones anarmónicas.
  - 3.3.1. Expansión térmica.
  - 3.3.2. Conductividad térmica.
  - 3.3.3. Colisiones fonón-fonón.

**Dedicación:** 25h

Grupo grande/Teoría: 10h 50m

Aprendizaje autónomo: 14h 10m

### 4. Electrones en sólidos.

**Descripción:**

- 4.1. Gas de electrones libres. Niveles de energía en una dimensión. Distribución de Fermi-Dirac.
- 4.2. Gas de electrones libres en tres dimensiones.
- 4.3. Capacidad calorífica del gas de electrones. Capacidad calorífica de los metales.
- 4.4. Conductividad eléctrica y Ley de Ohm. Colisiones electrón-fonón. Efecto Hall.

**Dedicación:** 15h

Grupo grande/Teoría: 6h 30m

Aprendizaje autónomo: 8h 30m

### 5. Estructura de bandas electrónicas.

**Descripción:**

- 5.1. Aproximación de electrones cuasi-libres. Banda de conducción y banda de valencia.
- 5.2. Teorema de Bloch.
- 5.3. Aproximación de enlaces fuertes.
- 5.4. Modelo semiclásico de un electrón en un potencial periódico.
- 5.5. Metales y aislantes.
- 5.6. Semiconductores.
  - 5.6.1. Electrones y huecos. Masa efectiva.
  - 5.6.2. Concentración de portadores intrínsecos.
  - 5.6.3. Impurezas: semiconductores dopados.

**Dedicación:** 35h

Grupo grande/Teoría: 15h 10m

Aprendizaje autónomo: 19h 50m

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación constará de un examen final (EF) y de un examen parcial a mitad de cuatrimestre (EP). La calificación vendrá dada por  $\max\{EF, 0.60 \cdot EF + 0.40 \cdot EP\}$ . El examen final será reevaluable.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Simon, Steven H. The Oxford solid state basics [en línea]. Oxford: Oxford University Press, 2013 [Consulta: 10/10/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=1336493>. ISBN 9780199680771.
- Ibach, Harald; Lüth, Hans. Solid-state physics : an introduction to principles of materials science [en línea]. 4th ed. Berlin [etc.]: Springer, 2010 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=3064808>. ISBN 9783540938040.
- Kittel, Ch. Introduction to solid state physics. 8th ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 047141526X.
- Mihály, L. Solid state physics: problems and solutions. 2nd ed, revised and enlarged. Weinheim ; Chichester: Wiley, 2009. ISBN 9783527408559.
- Grosso, G.; Pastori Parravicini, G. Solid state physics [en línea]. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2014 [Consulta: 18/06/2021]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=149564>. ISBN 9780123850317.

### Complementaria:

- Callister, W.D. Ciencia e ingeniería de materiales [en línea]. 2a ed. Barcelona: Reverté, 2016 [Consulta: 19/09/2023]. Disponible a: [https://discovery.upc.edu/permalink/34CSUC\\_UPC/11q3oqt/alma991005058815506711](https://discovery.upc.edu/permalink/34CSUC_UPC/11q3oqt/alma991005058815506711). ISBN 9788429172515.
- Ashcroft, N. W.; Mermin, N. D.; Wei, D. Solid state physics. Singapore: Cengage Learning, 2016. ISBN 9789814369893.