

1. DATOS BÁSICOS

Asignatura	Física del Estado Sólido
Titulación	Grado en Física
Escuela/ Facultad	Arquitectura, Ingeniería y Diseño
Curso	3º
ECTS	6
Carácter	Obligatoria
Idioma/s	Castellano
Modalidad	Presencial
Semestre	1º
Curso académico	25/26
Docente coordinador	Dr. José Manuel López López

2. PRESENTACIÓN

La **Física del Estado Sólido (FES)** es la rama más importante de lo que hoy en día conocemos como **Física de la Materia Condensada**; que, a su vez, es la rama de la Física que se dedica al estudio de las propiedades de la materia en estado condensado y la que constituye el mayor campo de estudio de la Física actual (una gran parte de los Premios Nobel de Física que se han concedido hasta la fecha están relacionados directa o indirectamente con avances en esta disciplina). La **FES** se centra en el **estudio de la materia en estado sólido y más particularmente en los sólidos cristalinos**, que es donde resulta más sencillo aplicar los diferentes modelos físicos empleados para estudiar sus propiedades.

FES es una **asignatura clave** (de ahí su carácter obligatorio) dentro del Grado en Física por las siguientes **razones educativas, científicas y tecnológicas**:

- Desde el punto de vista **educativo**, el/la alumno/a adquirirá una visión general del estudio de los sólidos, de cómo se proponen modelos físicos y cómo se utiliza en ellos los principios de la Mecánica Cuántica y de la Física Estadística. Así mismo, adquirirá la base para profundizar en el estudio de cualquier rama derivada de la Física de la Materia Condensada.
- Desde el punto de vista **científico y tecnológico**, el/la alumno/a podrá ver fácilmente el punto de unión de **FES** con otras disciplinas y sus posibles aplicaciones a la tecnología más actual. Esto hace que la asignatura cobre una especial relevancia, ya que aportará las herramientas necesarias que vaya a necesitar en su futuro laboral, ya sea dentro del ámbito científico o del ámbito tecnológico.

Aunque esta asignatura es un bloque en sí misma, **se recomienda** a quien la curse que tenga **nociones básicas de Mecánica y Ondas, Electromagnetismo, Física Cuántica y Física estadística**.

Si el alumno/a tiene **interés en ampliar** sus estudios de **FES**, **se recomienda** cursar las asignaturas de **Física de Materiales, Introducción a la Nanotecnología, Electrónica Física y Fotónica**.

3. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos

- **CON07.** Identificar los dispositivos electrónicos empleados en micro y nanoelectrónica, los fenómenos físicos asociados a las vibraciones de los átomos en las redes cristalinas y su modelización, el núcleo atómico y las partículas elementales.
 - Identificar los fenómenos físicos asociados a las vibraciones de los átomos en las redes cristalinas y su modelización.
 - Explicar las propiedades de los materiales aislantes, conductores y semiconductores, y los fenómenos del ferromagnetismo y la superconductividad.
- **CON11.** Conocer los conceptos, métodos y resultados más importantes de las distintas ramas de la Física, junto con cierta perspectiva histórica de su desarrollo.

Habilidades

- **HAB03.** Aplicar las herramientas y formalismos de la Mecánica cuántica al análisis de la estructura atómica y molecular con el fin de describir la estructura de la materia.
 - Analizar los defectos más comunes que se observan en los cristales y su relación con algunas de las propiedades físicas de los mismos.

Competencias

- **COMP04.** Comprender fenómenos diversos que, aun siendo físicamente diferentes, muestran analogías entre sí, permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- **COMP05.** Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos físicos diversos.
- **COMP06.** Describir y analizar sistemas físicos, identificando los conceptos y principios fundamentales para realizar las aproximaciones necesarias que permitan construir un modelo simplificado.
- **COMP09.** Conocer y comprender las leyes y principios de la Física, identificar su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y los fenómenos descritos a través de ellos.
- **COMP10.** Capacidad para utilizar instrumentos electrónicos y herramientas informáticas adecuadas en el estudio de problemas físicos y la búsqueda de soluciones.

4. CONTENIDOS

Unidad 1. Enlace y estructura cristalina.

Estados de la materia. Tipos de enlaces atómicos. Redes de Bravais. Concepto de cristal. Estructuras cristalinas comunes. Planos y direcciones en cristales. Defectos en cristales.

Unidad 2. Red recíproca y difracción de rayos X.

Concepto de red recíproca. Difracción de rayos X (formulación de Bragg y de Von Laue).

Unidad 3. Propiedades térmicas de los sólidos.

Propiedades mecánicas de materiales. Cadena lineal monoatómica. Cadena lineal diatómica. Sólidos en 2D y 3D. Fonones. Capacidad calorífica. Modelo de Einstein. Modelo de Debye.

Unidad 4. Propiedades electrónicas de los sólidos.

Modelo de Drude. Gas de electrones libres. Origen de las bandas de energía. Modelo de Kronig-Penney. Método del enlace compacto (*tight-binding approach*). Estructuras de bandas electrónicas. Semiconductores intrínsecos. Semiconductores extrínsecos. Unión p-n y transistores CMOS.

Unidad 5. Magnetismo y superconductividad.

Formulación macroscópica y formulación cuántica. Diamagnetismo. Paramagnetismo de Curie. Paramagnetismo de Pauli. Ferromagnetismo. Dominios magnéticos. Histéresis. Tipos de superconductores. Efecto Meissner. Teoría BCS.

5. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

- **Clase Magistral:** exposiciones realizadas por el profesor con las herramientas tecnológicas necesarias para la máxima comprensión de los conceptos impartidos.
- **Aprendizaje cooperativo:** los alumnos aprenden a colaborar con otras personas (compañeros y profesores) para resolver de forma creativa, integradora y constructiva los interrogantes y problemas identificados a partir de los casos planteados, utilizando los conocimientos y los recursos disponibles.
- **Aprendizaje basado en problemas:** se plantearán problemas tipo con el objetivo de que los alumnos los solucionen trabajando en equipo o individualmente.
- **Actividades académicas dirigidas:** trabajos más autónomos, individuales y grupales, con búsqueda de información, síntesis escrita y defensa pública de trabajos.

6. ACTIVIDADES FORMATIVAS

A continuación, se identifican los tipos de actividades formativas que se realizarán y la dedicación en horas del estudiante a cada una de ellas:

Modalidad presencial:

Actividad formativa	Número de horas
Lecciones magistrales	18
Clases magistrales asíncronas	12
Exposiciones orales de trabajos y debates	6
Elaboración de informes	18
Evaluación	6
Actividades prácticas (problemas, trabajos, proyectos, laboratorios, ...)	30
Tutorías	10
Trabajo autónomo	50
TOTAL	150

7. EVALUACIÓN

Modalidad presencial:

Sistema de evaluación	Peso
Pruebas de conocimiento (SE1) En convocatoria ordinaria habrá dos exámenes con cuestiones teórico-prácticas y/o problemas de desarrollo, uno a mitad de cuatrimestre y otro al final. El peso del examen intermedio es del 15% y el del final del 35%. En convocatoria extraordinaria, habrá un único examen que englobará a los anteriores, siendo su peso del 50%.	50%
Entrega de ejercicios grupales y/o individuales (SE2) Se realizarán ejercicios individuales y/o grupales que se comentarán y resolverán en las sesiones de resolución de problemas.	30%
Defensa oral de problemas (SE3) Los estudiantes deberán resolver un problema en clase de forma individual durante una sesión de resolución de problemas. <i>Sólo se podrá optar a esta nota si el alumno ha asistido a más del 50% de las clases, ya sea de forma presencial o virtual, durante el horario de clase y si está presente en el momento de resolver el problema.</i>	10%
Observación del desempeño (SE4) Apreciación, con cierto carácter subjetivo, que tiene en cuenta la asistencia, la actitud hacia la asignatura, la colaboración con el resto de estudiantes y el respeto mostrado a los demás en el aula.	10%

En el Campus Virtual, cuando accedas a la asignatura, podrás consultar en detalle las actividades de evaluación que debes realizar, así como las fechas de entrega y los procedimientos de evaluación de cada una de ellas.

7.1. Convocatoria ordinaria

La convocatoria ordinaria se basa en un sistema de **evaluación continua** en el que se tienen en cuenta el desempeño a nivel individual y grupal. Para ello, **se tendrá en cuenta la nota del examen parcial ($Ex_{parcial}$), examen final (Ex_{final}), ejercicios individuales/grupales (Ej), defensa oral (Or) y desempeño (Des) de la siguiente manera:**

$$Nota\ ordinaria = [0,15 \cdot (Ex_{parcial}) + 0,35 \cdot (Ex_{final})] + 0,3 \cdot (Ej) + 0,1 \cdot (Or) + 0,1 \cdot (Des)$$

Para superar la asignatura en convocatoria ordinaria, el/la estudiante deberá obtener una calificación final mayor o igual a 5 puntos sobre 10 ($Nota\ ordinaria \geq 5$) y una calificación en el examen final mayor o igual a 5 puntos sobre 10 ($Ex_{final} > 5$). Por lo tanto, se pueden dar los siguientes casos:

- **$Nota\ ordinaria < 5$ (independiente de Ex_{final}):** No se habrá superado la asignatura.
- **$Nota\ ordinaria \geq 5$, $Ex_{final} < 5$:** No se habrá superado la asignatura. La calificación final en convocatoria ordinaria será 4,0 – suspenso.
- **$Nota\ ordinaria \geq 5$, $Ex_{final} \geq 5$:** Se habrá superado la asignatura.

Aquellos/as estudiantes que no se hayan presentado a ningún apartado recibirán una calificación de “No presentado” (NP).

7.2. Convocatoria extraordinaria

En la convocatoria extraordinaria se mantiene la calificación de aquellas actividades evaluables que hayan sido superadas en convocatoria ordinaria, con los mismos pesos y condiciones, pudiendo recuperar aquellas que no estuviesen superadas de la siguiente manera:

- Si el examen final ordinario estaba suspenso, deberá realizar un **examen extraordinario (Ex_{ext}) cuya calificación sustituirá tanto al examen intermedio como al final**, es decir, que tendrá un peso total del 50%.
- Si el conjunto ponderado de calificaciones correspondiente a ejercicios, defensa oral y desempeño estaba suspenso, **estas tres calificaciones se agrupan en una única actividad: la resolución en la pizarra de un ejercicio (Res_{ext})** que el/la profesor/a elegirá de forma aleatoria de entre las hojas de problemas trabajadas durante el curso (incluyendo aquellas que pudieran proponerse expresamente para la convocatoria extraordinaria). Para resolver el ejercicio, el/la estudiante dispondrá de 20 minutos y se podrá hacer uso de un formulario de un folio escrito por las dos caras. El peso total de esta actividad es 50% de la calificación extraordinaria.

$$Nota\ extraordinaria = 0,50 \cdot (Ex_{ext}) + 0,50 \cdot (Res_{ext})$$

Para superar la asignatura en convocatoria extraordinaria, el/la estudiante deberá obtener una calificación final mayor o igual a 5 puntos sobre 10 ($Nota\ extraordinaria \geq 5$) y una calificación en el examen final mayor o igual a 5 puntos sobre 10 ($Ex_{ext} \geq 5$). Se pueden dar los siguientes casos:

- $Nota\ extraordinaria < 5$ (independiente de Ex_{ext}): No se habrá superado la asignatura.
- $Nota\ extraordinaria \geq 5$, $Ex_{ext} < 5$: No se habrá superado la asignatura. La calificación final en convocatoria extraordinaria será **4,0** – suspenso.
- $Nota\ extraordinaria \geq 5$, $Ex_{ext} \geq 5$: Se habrá superado la asignatura.

Aquellos/as estudiantes que no se hayan presentado al examen ni, en su caso, a la resolución de problemas, recibirán una calificación de “No presentado” (NP) en convocatoria extraordinaria.

En esta asignatura **no se contempla la posibilidad de conservar la calificación de ninguna actividad entre distintos cursos académicos.**

8. CRONOGRAMA

Actividades evaluables	Fecha
Actividad 1. Resolución de problemas en el aula (Unidad 1)	Semanas 1-3
Actividad 2. Resolución de problemas en el aula (Unidad 2)	Semanas 3-8
Actividad 3. Resolución de problemas en el aula (Unidad 3)	Semanas 8-12
Actividad 4. Prueba intermedia	Semana 11
Actividad 5. Resolución de problemas en el aula (Unidad 4)	Semanas 12-15
Actividad 6. Resolución de problemas en el aula (Unidad 5)	Semanas 15-19
Actividad 7. Prueba final	Semana 20

Este cronograma podrá sufrir modificaciones por razones logísticas de las actividades. Cualquier modificación será notificada al estudiante en tiempo y forma.

9. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía de referencia para el seguimiento de la asignatura es:

- Hofmann, P.: *Solid State Physics: An introduction (2nd edition)*, Wiley-VCH (2015)
- Ashcroft, N. y Mermin, D.: *Solid State Physics*. Brooks/Cole (1976)
- Kittel, C.: *Introduction to Solid State Physics (8th edition)*. Wiley-VCH (2018)
- Omar, M.A.: *Elementary Solid State Physics: Principles and Applications*. Addison-Wesley (1975)

A continuación, se indican algunos títulos como bibliografía recomendada:

- Yung-kuo, L.: *Problems and Solutions on Solid State Physics, Relativity and Miscellaneous Topics*. World Scientific (1995)
- Mihály L. y Martin M.C.: *Solid State Physics: Problems and Solutions*. Wiley (1996)

10. UNIDAD DE ORIENTACIÓN EDUCATIVA Y DIVERSIDAD

Desde la Unidad de Orientación Educativa y Diversidad (ODI) ofrecemos acompañamiento a nuestros estudiantes a lo largo de su vida universitaria para ayudarles a alcanzar sus logros académicos. Otros de los pilares de nuestra actuación son la inclusión del estudiante con necesidades específicas de apoyo educativo, la accesibilidad universal en los distintos campus de la universidad y la equiparación de oportunidades. Desde esta Unidad se ofrece a los estudiantes:

1. Acompañamiento y seguimiento mediante la realización de asesorías y planes personalizados a estudiantes que necesitan mejorar su rendimiento académico.
2. En materia de atención a la diversidad, se realizan ajustes curriculares no significativos, es decir, a nivel de metodología y evaluación, en aquellos alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo persiguiendo con ello una equidad de oportunidades para todos los estudiantes.
3. Ofrecemos a los estudiantes diferentes recursos formativos extracurriculares para desarrollar diversas competencias que les enriquecerán en su desarrollo personal y profesional.
4. Orientación vocacional mediante la dotación de herramientas y asesorías a estudiantes con dudas vocacionales o que creen que se han equivocado en la elección de la titulación

Los estudiantes que necesiten apoyo educativo pueden escribirnos a:

orientacioneducativa@universidadeuropea.es

11. ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN

¡Tu opinión importa!

La Universidad Europea te anima a participar en las encuestas de satisfacción para detectar puntos fuertes y áreas de mejora sobre el profesorado, la titulación y el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las encuestas estarán disponibles en el espacio de encuestas de tu campus virtual o a través de tu correo electrónico. Tu valoración es necesaria para mejorar la calidad de la titulación.

Muchas gracias por tu participación.