



1. Identificación

1.1. De la Asignatura

Curso Académico	2017/2018
Titulación	GRADO EN FÍSICA
Nombre de la Asignatura	FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO
Código	2464
Curso	CUARTO
Carácter	OBLIGATORIA
N.º Grupos	1
Créditos ECTS	6
Estimación del volumen de trabajo del alumno	150
Organización Temporal/Temporalidad	Segundo Cuatrimestre
Idiomas en que se imparte	INGLÉS : Grupo 1 ESPAÑOL : Grupo 1
Tipo de Enseñanza	Presencial

1.2. Del profesorado: Equipo Docente



Coordinación de la asignatura JAIME VIRGILIO COLCHERO PAETZ Grupo de Docencia: 1 Coordinación de los grupos:1	Área/Departamento	FÍSICA				
	Categoría	PROFESORES TITULARES DE UNIVERSIDAD				
	Correo	colchero@um.es				
	Electrónico / Página web / Tutoría electrónica	Tutoría Electrónica: NO				
	Teléfono, Horario y Lugar de atención al alumnado	Duración	Día	Horario	Lugar	Observaciones
		Segundo Cuatrimestre	Lunes	15:30- 17:30	868888273, Centro de Investigación en Óptica y Nanofísica (CIOyN) B1.1.021	Con Cita previa, p.e. avisando en clase.
		Segundo Cuatrimestre	Miércoles	15:30- 17:30	868888273, Centro de Investigación en Óptica y Nanofísica (CIOyN) B1.1.021	Con Cita previa, se acepta también otro horario.

2. Presentación

Los pilares básicos de la Física de Estado Sólido son tres: la mecánica cuántica no-relativista, la física estadística y la simetría discreta (y por tanto "rota" respecto al espacio homogéneo) del estado sólido. Los fundamentos de la mecánica cuántica y la física estadística han sido estudiados en asignaturas precedentes. El concepto de simetría discreta implica que el espacio no es homogéneo, es decir, que en la red cristalina las traslaciones y rotaciones continuas no son elementos de simetría; sólo algunas de las transacciones y rotaciones consiguen "sobrevivir". El correspondiente grupo de simetrías es un grupo discreto.



Por otro lado, aunque estos pilares expliquen conceptualmente la Física de Estado Sólido, en la mayoría de los casos interesantes las correspondientes ecuaciones básicas son intratables si se parte de "primeros principios". Es por ello indispensable introducir diferentes aproximaciones. En base a estas aproximaciones podemos desarrollar modelos más o menos simples cuyas soluciones nos proporcionen una forma de interpretar en términos físicos lo que "debe estar pasando".

Una comprensión en detalle y cuantitativa es difícil pues la Física de Estado Sólido presenta muchos fenómenos diferenciados y con un rango de energías muy similares. Determinar cuál es el fenómeno decisivo en función de los diferentes parámetros macroscópicos (temperatura, presión, campos externos, etc.) es complejo. En este sentido, la Física de Estado Sólido es todavía poco exacta, casi "química", de la que por otro lado está muy cerca. Es difícil transmitir al alumno toda la riqueza de una disciplina tan compleja como lo es la Física de Estado Sólido. El objetivo de la asignatura "Física de Estado Sólido" es asentar en el alumno una base sólida de conocimientos que le permita posteriormente aplicarlos a diferentes fenómenos que se pueda encontrar en su posterior carrera académica o profesional.

3. Condiciones de acceso a la asignatura

3.1 Incompatibilidades

No consta

3.2 Recomendaciones

Se recomienda encarecidamente haber cursado, aprobado y haber asimilado los conocimientos correspondientes a las asignaturas de:

- Metodos Matemáticos II: la parte correspondiente a simetrías y teoría de grupos.
- Física/Mecánica Cuántica.
- Física Estadística.

Estos conocimientos, de cursos anteriores, se darán por asimilados y constituirán parte de los conocimientos básicos que se utilizarán a lo largo de la asignatura de Física de Estado Sólido.



4. Competencias

4.1 Competencias Básicas

- CB1. 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
- CB2. 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
- CB3. 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
- CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

4.2 Competencias de la titulación

- CG1. Desarrollar capacidad de análisis y síntesis en la definición y planteamiento de problemas y en la búsqueda de sus soluciones, tanto en contextos académicos como profesionales.
- CG2. Desarrollar capacidad de organización y planificación ante los problemas y tareas de estudio o trabajo que se planteen.
- CG4. Tener conocimiento de una lengua extranjera de relevancia para la física.
- CG6. Conseguir habilidad para reunir e interpretar datos, información y resultados relevantes, obtener conclusiones y emitir informes razonados en problemas científicos, tecnológicos o de otros ámbitos que requieran el uso de conocimientos de la física.
- CG7. Desarrollar habilidades para la resolución de problemas aplicando los conocimientos teórico-prácticos adquiridos, en contextos académicos o profesionales.
- CG8. Desarrollar capacidad para la toma de decisiones, reflexionando sobre las consecuencias de las decisiones propias y ajenas.
- CG9. Trabajar en equipo.
- CG13. Desarrollar el razonamiento crítico que repercuta en las posibles soluciones a los problemas.
- CG14. Adquirir compromiso ético a partir del conocimiento de las buenas prácticas en ciencia y del propio comportamiento en la ejecución de tareas durante la formación académica en física.
- CG15. Desarrollar capacidad de estudiar y aprender de forma autónoma, con organización de tiempo y recursos, nuevos conocimientos y técnicas en cualquier disciplina científica o tecnológica.
- CG17. Desarrollar la creatividad en los planteamientos y soluciones a situaciones y problemas que puedan surgir durante cualquier etapa del desarrollo del aprendizaje o el mundo profesional.
- CG21. Motivarse por la calidad en cualquier tipo de actividad a realizar, inculcando el trabajo metodológico, detallado, riguroso y solvente.
- CE1. Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, por lo tanto permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas. (Destrezas para la resolución de problemas).
- CE2. Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados. (Destrezas en resolución de problemas y destrezas matemáticas).



- CE3. Ser capaz de realizar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo de trabajo del mismo; el graduado debería ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir el problema hasta un nivel manejable; pensamiento crítico para construir modelos físicos. (Destrezas de modelado y de resolución de problemas).
- CE4. Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, localizando en su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y el fenómeno físico que puede ser descrito a través de ellos. (Comprensión teórica de fenómenos físicos).
- CE5. Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, además ser capaces de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales. (Destrezas experimentales y de laboratorio).
- CE6. Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la física, no sólo a través de su significancia intrínseca, sino por la relevancia esperada en un futuro para la física y sus aplicaciones, familiaridad con los enfoques que abarcan muchas áreas en física. (Cultura general en Física).
- CE8. Haber mejorado el manejo de lenguas extranjeras a través de cursos impartidos en otros idiomas, por ejemplo estudios en el extranjero a través de programas de intercambio, reconocimiento de créditos en universidades extranjeras o centros de investigación. (Destrezas generales y específicas en lenguas extranjeras).
- CE9. Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes. (Capacidad de aprender a aprender).
- CE10. Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos. (Búsqueda de bibliografía y otras destrezas).
- CE11. Tener un conocimiento en profundidad sobre las bases de la física moderna, por ejemplo en lo concerniente a teoría cuántica, etc. (Cultura general profunda en Física).
- CE12. Adquirir una comprensión de la naturaleza de la investigación física, de las formas en que se lleva a cabo, y de cómo la investigación en física es aplicable a muchos campos diferentes al de la física, por ejemplo la ingeniería; habilidad para diseñar procedimientos experimentales y/o teóricos para: (i) resolver los problemas corrientes en la investigación académica o industrial; (ii) mejorar los resultados existentes. (Destrezas de investigación básica y aplicada).
- CE13. Ser capaz de entender los problemas socialmente relacionados que confrontan la profesión y comprender las características éticas de la investigación de la actividad profesional en Física y su responsabilidad para proteger la salud pública y el medio ambiente. (Conciencia ética general y específica).
- CE14. Ser capaz de comparar nuevos datos experimentales con modelos disponibles para revisar su validez y sugerir cambios con el objeto de mejorar la concordancia de los modelos con los datos. (Destrezas de modelación).
- CE15. Estar preparado para competir por un puesto docente en física en la educación secundaria. (Espectros de empleos accesibles).
- CE16. Haberse familiarizado con el "trabajo de genios", es decir, con la variedad y deleite de los descubrimientos y teorías físicas, desarrollando de este modo una conciencia de los) más altos estándares. (Sensibilidad con respecto a estándares absolutos).
- CE23. Tener un buen conocimiento sobre la situación del arte en, por lo menos, una de las especialidades actuales de la física. (Familiaridad con las fronteras de la investigación).

4.3 Competencias transversales y de materia

- Competencia 1. Comprender complejidad de la ecuación fundamental del Estado Sólido (ecuación de Schroedinger de todas las partículas del sólido) y por otro las aproximaciones que se introducen para poder abordar el problema (aproximación Born-Oppenheimer).
- Competencia 2. Asimilar la importancia y la transcendencia de las simetrías (puntuales y traslacionales discretas) para el sólido cristalino.



- Competencia 3. Comprender, en base a planteamientos de simetría, el teorema de Bloch, y la condición de contorno Born-Von Karman.
- Competencia 4. Ser capaz de clasificar las estructuras cristalinas más relevantes según su simetría.
- Competencia 5. Ser capaz de, en base a la simetría de una estructura cristalina, determinar el patrón de difracción que se espera en los experimentos más comunes de cristalografía.
- Competencia 6. Saber resolver problemas simples de cristalografía.
- Competencia 7. Ser capaz de, en base a las aproximaciones y simetrías discutidas anteriormente, deducir la ecuación de movimiento de cristales uni- y tri-dimensionales.
- Competencia 8. Saber determinar, para las estructuras más simples, las frecuencias y los modos normales de las vibraciones de un sólido tridimensional.
- Competencia 9. Comprender cómo las propiedades dinámicas de la red determinan sus propiedades térmicas.
- Competencia 10. Comprender por qué el modelo simple del gas de electrones libres es capaz de explicar muchas de las propiedades fundamentales de los metales.
- Competencia 11. Ser capaz de explicar las propiedades electrónicas y de transporte en base a la estructura de bandas.
- Competencia 12. Conocer las propiedades electrónicas de conductores, semiconductores y aislantes; y ser capaz de comprender su aplicación a los dispositivos electrónicos más básicos.
- Competencia 13. CT2: Comprender y expresarse en un idioma extranjero en su ámbito disciplinar, particularmente el inglés
- Competencia 14. CT3: Ser capaz de gestionar la información y el conocimiento en su ámbito disciplinar, incluyendo saber utilizar como usuario las herramientas básicas en TIC
- Competencia 15. CT5: Ser capaz de proyectar los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos para promover una sociedad basada en los valores de la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo
- Competencia 16. CT6: Ser capaz de trabajar en equipo y relacionarse con otras personas del mismo o distinto ámbito profesional
- Competencia 17. CT7: Desarrollar habilidades de iniciación a la investigación

5. Contenidos

Bloque 1: Introducción

TEMA 1. Fundamentos del Estado Sólido

Ecuación básica ->JC; MA, capítulos 6.1-6.2 (135-139)

Aproximación Born-Oppenheimer ->JC; MA, capítulo 9.1-9.2 (203-204)

TEMA 2. Fuerzas interatómicas

Interacción Van der Waals

JC; MA, capítulo 11, problema 3 (283-284).

TEMA 3. El enlace químico

El enlace químico PE: *Bonding and structure of molecules and solids* (1995), capítulos 3.1 – 3.2 y parte de 3.3 (50-57).

Ademas: *Physical Chemistry*, Gordon M. Barrow, Mc Graw-Hill, capítulos 11-10 y 11.11 .



The Chemical Bond, J.N. Murrell, S.F.A Kettle and Tedder, John Wiley&Sons Ltd, capítulos 6.1 y 6.2 .

Bloque 2: Simetrías

TEMA 1. Propiedades de las autofunciones de un Hamiltoniano simétrico

Propiedades de las autofunciones de un Hamiltoniano simétrico

TEMA 2. Simetría translacional en el sólido

Teorema de Bloch -> JC; AM capítulo 8 "Bloch's Theorem" (133-135); MA capítulos 7.1 y 7.2 (155-159).

Condición de contorno Born-von Karman -> JC; AM capítulo 8 "Bloch's Theorem" (135-136).

TEMA 3. Simetrías Puntuales de la Red

Bloque 3: Estructura del sólido cristalino

TEMA 1. Motivación: Relevancia de la relación estructura-propiedades del sólido

Relación estructura-propiedades del sólido

Estructuras simples

TEMA 2. Red de Bravais

Definición->JC; AM capítulo 4, apartado "Bravais Lattice" (64-66)

Redes de Bravais en 2D ->JC; HH Fig 1.4 (7) o KI Fig 1.13 (18), pero ojo, aquí falta la red oblicua.

Redes de Bravais en 3D -> AM capítulo 4, apartado: "Further Illustrations and Important Examples" (66-70); y

capítulo 7, apartados: "The seven Crystal Systems" y "The fourteen Bravais Lattices" (112-122).

TEMA 3. Celdas

Celda primitiva

Celda convencional

Celda Wigner-Seitz

AM capítulo 4, apartados: "Primitive Unit Cell", "Conventional Unit Cell" y "Wigner-Seitz primitive Cell" (71-74).

TEMA 4. Estructura Cristalina

Definición: Base y Estructura (15/03)

->AM capítulo 4, apartado: "Crystal Structure; Lattice with a Basis" (75).



Estructuras importantes (17/03)

->AM capítulo 4, apartado: "Some important examples of cristal structures and lattices with basis" (76-81).

Bloque 4: Espacio Recíproco

TEMA 1. Red Recíproca

Motivación: Ondas planas y Series de Fourier -> JC.

Definición Red recíproca -> AM: capítulo 5, apartados: "Definition..." (86).

Base recíproca -> AM capítulo 5, apartados "The reciprocal lattice is a Bravais lattice", "The reciprocal lattice of the reciprocal lattice" y "Important examples"(86-89).

Relación entre Espacio Recíproco, Condición de Contorno y 1era Zona de Brillouin (Celda Primitiva RR)-> AM capítulo 5, apartado "The first brilluion zone"(89).

Planos de red (22/03)-> En parte AM: capítulo 5, apartado "Lattice Planes" (89-91); y en parte JC.

Bloque 5: Difracción por un cristal

TEMA 1. Introducción

Dualidad onda-partícula

Relación de dispersión para diferentes "partículas-onda"

JC; HH capítulos 12.1 y 12.2 (339-342); IL capítulo 3.7 (67-69).

TEMA 2. Difracción por una Red de Bravais

Relación de Bragg

->AM capítulo 6, apartado: "Bragg formulation..." (96,97).

Formulación de Laue

->AM capítulo 6, apartado: "von Laue formulation..." (97-99).

Equivalencia de las formulaciones de Bragg y Laue

->AM capítulo 6, apartado: "Equivalence of Bragg and von Laue formulations" (99-100).

TEMA 3. Difracción por una Estructura Cristalina

Condición general para la difracción

Factor atómico



Factor de estructura

Transformaciones de Fourier y difracción

-> JC; AM capítulo 6, apartados: "Diffraction by a monoatomic lattice with a basis;..." y "Diffraction by a polyatomic crystal;..." (104-108)

TEMA 4. Métodos experimentales

Laue

Cristal giratorio

Debye-Scherrer

->AM capítulo 6, apartado: "Experimental geometries suggested...." (100-104).

TEMA 5. Difracción por un cristal en movimiento

Movimiento coherente

->IL capítulo 4.4 (93-96), HH capítulo 12.4 "Determination of phonon spectra" (348-350).

Movimiento aleatorio, factor Debye-Waller

->JC; IL capítulo 4, problema 4.8 (107)

Bloque 6: Vibraciones de la red cristalina

TEMA 1. Motivación

Hamiltoniano nucleónico

Ecuación del movimiento de un cristal tridimensional

JC; AM capítulo 22, inicio capítulo y apartado: "The Harmonic Approximation" (422-425).

TEMA 2. Vibraciones de un cristal uni-dimensional

Cadena monoatómica

AM capítulo 22, apartado: "Normal Modes of a 1D monoatomic Bravais Lattice " (430-433)

HH capítulo 2.3.1 "Chain of identical atoms" (36-41).

Cadena biatómica

KI capítulo 5, apartado "Redes con dos átomos por celda primitiva" (185-189)

HH capítulo 2.3.2 "Chain of two types atoms" (41-46), ver también



AM capítulo 22, apartado: "Normal Modes of a 1D Lattice with Basis" (433-437), ojo, aquí se discute el caso (similar) de **muelles diferentes** pero masas iguales.

TEMA 3. Vibraciones de un cristal tridimensional

Vibraciones de un cristal tridimensional

AM capítulo 22, apartado: "Normal Modes of a monoatomic Bravais Lattice" (437-441).

TEMA 4. Fonones

Fonones

->AM capítulo 23, inicio capítulo y apartado: "Normal Modes vs. Phonons" (452,453).

TEMA 5. Propiedades térmicas de la red cristalina

Modelo de Einstein: energía térmica de un oscilador armónico

KI capítulo 6, apartado "Capacidad calorífica de la Red" (208-212).

HH capítulo 2.6.1 "Energy and heat capacity of a harmonic oscillator" (49-52).

Modelo de Debye: capacidad calorífica del sólido

KI capítulo 6, apartado "Capacidad calorífica de la Red" (220-226).

HH capítulo 2.6.4 "The Debye interpolation scheme" (58-62).

Expansión Térmica

HH capítulo 2.7.1 "Thermal expansion" (63-66) y AM capítulo 25 "Thermal expansion" (492,493).

Independencia de w con V : AM capítulo 25, apartado "Equation of state and thermal expansion of a crystal" (490-492).

Bloque 7: Gas de Electrones libres

TEMA 1. Motivación: Hamiltoniano electrónico, aproximación cero ($V=0$) y principio de Pauli

Motivación: Hamiltoniano electrónico, aproximación cero ($V=0$) y principio de Pauli

->JC

TEMA 2. Gas de electrones libres

A temperatura cero

A temperaturas finitas, expansión de Sommerfeld



Potencial químico

Capacidad calorífica

IL Introducción capítulo 6, 6.1 "The free-electron gas in an Infinite Square-Well Potential", 6.2 "The Fermi Gas at $T=0K$ " (137-144)

AM "Thermal Properties of the electron gas:....." (42-49);

Appendix C: The Sommerfeld Expansion (760-761)

TEMA 3. Electrones en Superficies: Función de trabajo y emisión térmica

Electrones en Superficies: Función de trabajo y emisión térmica

IL 6.6 "Thermionic Emission of Electrons from Metals" (154-157) **¡ojo, algunos de los calculos están mal!**

TEMA 4. Ecuación de movimiento del gas de electrones

Frecuencia de plasma

JC y HH 13.5.1 "Electrical neutrality in metals" y 13.5.2 "Plasma oscillations" (388-390).

Apantallamiento de cargas

HH 13.5.3 "Screening" (390-392).

IL 6.5 "Electrostatic Screening in a Fermi Gas" (196-201), el desarrollo aquí es algo diferente al presentado en clase.

TEMA 5. Transición Mott: conductor-aislante

TEMA 6. Correlación y energía de intercambio

Correlación y energía de intercambio

IL capítulo 8.2 "The Exchange Interaction" (196-201).

Bloque 8: Electrones en un potencial periódico

TEMA 1. Motivación: Hamiltoniano electrónico; electrones independientes

Motivación: Hamiltoniano electrónico; electrones independientes

MA capítulos 6.1 y 6.2 (135-139).

TEMA 2. Aplicación del teorema de Bloch a electrones en un potencial periódico

AM capítulo 8 apartado "second proof of Bloch's Theorem" (137-139); *MA* capítulo 7.2.2 (163-169).



TEMA 3. Electrones libres en una red periódica

Consecuencias de la simetría cristalina

Bandas de energía

AM capítulo 8 "Second proof of Bloch's Theorem", "General Remarks about of Bloch's Theorem", "The Fermi Surface" (132-143); IL 7.1 "General Symmetry Properties", (161-165).

TEMA 4. Electrones "casi-libres" en una red periódica

Representación Fourier de la Ecuación de Schroedinger

Teoría de perturbaciones

Bandas electrónicas

Superficie de Fermi

AM capítulo 9 "General Approach...", "Energy levels near a single Bragg plane", "Energy bands in one dimension", Energy-wave-vector curves in three dimensions" (152-162).

IL 7.1 "The Nearly Free-Electron Approximation" (165-169).

TEMA 5. Electrones localizados

Electrones localizados

AM capítulo 10 "General Formulation", "Application to an s-band...." (176-184).

IL 7.3 "The Tight-Binding Approximation" (169-173).

TEMA 6. Movimiento de electrones en bandas

Ecuación de movimiento de un electrón en un cristal

Masa efectiva

AM capítulo 12 inicio capítulo y apartados "Description of the semiclassical model" y siguientes (215-227); IL 9.1 y 9.2 (231-237).

Bloque 9: Sólidos reales: metales, semiconductores, dieléctricos

TEMA 1. Clasificación de los sólidos en función de su estructura electrónica

Metales

Semiconductores

Aislantes



AM capítulo 19, pero sólo en parte (374-393).

6. Metodología Docente

Actividad Formativa	Metodología	Horas Presenciales	Trabajo Autónomo	Volumen de trabajo
Clases teóricas		40	60	100
Seminarios/ Talleres		3	5	8
Tutoría		2	3	5
Evaluación		3	4	7
Clases prácticas de aula		12	18	30
	Total	60	90	150

7. Horario de la asignatura

<http://www.um.es/web/quimica/contenido/estudios/grados/fisica/2017-18#horarios>



8. Sistema de Evaluación

Métodos / Instrumentos	Pruebas escritas (exámenes): pruebas objetivas, de desarrollo, de respuesta corta, de ejecución de tareas, de escala de actitudes realizadas por los alumnos para mostrar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos.
Criterios de Valoración	Tests: A lo largo de la asignatura se procurará realizar entre 3 y 4 "tests" de unos 45-55 min de duración. Estos "tests" estarán relacionados fundamentalmente con la parte teórica de la asignatura y en particular se evaluará el conocimiento de los conceptos y las definiciones que se hayan desarrollado en clase. También se podrán proponer cuestiones simples (= que no requieran cálculos complicados ni calculadora o ordenador). Los "tests" se corregirán y serán evaluados, y podrán contar para la evaluación final según el criterio descrito en el último apartado. Ponderación (en nota final): 0-50%. El examen final constará de dos partes, una de teoría (A) y otra de problemas (B). (A) La parte de teoría tendrá unos 45-60 min de duración y será similar a los "tests" descritos en el párrafo anterior. No estará permitido usar ningún tipo de ayuda (formularios o libros). (B) La parte de problemas durará 120-150 min. Se propondrán problemas similares a los entregados a los alumnos durante el curso. Se permitirá el uso de un formulario manuscrito (3 hojas) que sólo deberá contener notas, definiciones y/o teoremas; pero no referencias a problemas, y en particular no deberá contener problemas resueltos. Las partes de teoría y de problemas se valorarán al 50%. En la calificación final será posible mejorar la nota de la parte de teoría del examen final si la nota de este apartado es al menos la mitad de la media de los "tests". En este caso, se utilizará la media de los "tests" como la nota correspondiente a la parte de teoría. Los problemas expuestos en clase podrán subir hasta 1 punto la evaluación final de la parte de problemas. Ponderación (en nota final): 50-100%.
Ponderación	100



Métodos / Instrumentos	Pruebas orales (exámenes): entrevistas de evaluación, preguntas individualizadas planteadas para valorar los resultados de aprendizaje previstos en la materia.
Criterios de Valoración	
Ponderación	0
Métodos / Instrumentos	Informes escritos, trabajos y proyectos: trabajos escritos, portafolios, etc., con independencia de que se realicen individual o grupalmente.
Criterios de Valoración	
Ponderación	0
Métodos / Instrumentos	Presentación pública de trabajos: exposición de los resultados obtenidos y procedimientos necesarios para la realización de un trabajo, así como respuestas razonadas a las posibles cuestiones que se plantee sobre el mismo.
Criterios de Valoración	Problemas: A lo largo de la asignatura, se subirán hojas de problemas al aula virtual. Los problemas resueltos se podrán entregar al profesor, pero que no serán evaluados de forma directa. Los alumnos podrán exponer los problemas entregados primero al profesor, y después en una clase de problemas. Los problemas expuestos en clase podrán subir hasta 1 punto la evaluación final de la parte de problemas. Ponderación (en nota final): 0-5%
Ponderación	5
Métodos / Instrumentos	Ejecución de tareas prácticas: realización de actividades encaminadas a que el alumno muestre el saber hacer en la disciplina correspondiente.
Criterios de Valoración	
Ponderación	0
Métodos / Instrumentos	Procedimientos de observación del trabajo del estudiante: registros de participación, de realización de actividades, cumplimiento de plazos, participación en foros
Criterios de Valoración	
Ponderación	0
Métodos / Instrumentos	Autoevaluación: informes, cuestionarios, entrevistas para la valoración del estudiante de su propio trabajo.
Criterios de Valoración	
Ponderación	0



--	--

Fechas de exámenes

<http://www.um.es/web/quimica/contenido/estudios/grados/fisica/2017-18#exámenes>

9. Resultados del Aprendizaje

- Comprender la complejidad de la ecuación fundamental del estado sólido (ecuación de Schroedinger de todas las partículas del sólido) y las aproximaciones que se introducen para poder abordar el problema (aproximación Born-Oppenheimer).
- Asimilar la importancia y la transcendencia de las simetrías (puntuales y traslacionales discretas) para el sólido cristalino.
- Comprender, en base a planteamientos de simetría, el teorema de Bloch, y la condición de contorno Born-Von Karman.
- Ser capaz de clasificar las estructuras cristalinas más relevantes según su simetría.
- Ser capaz de, en base a la simetría de una estructura cristalina, determinar el patrón de difracción que se espera en los experimentos más comunes de cristalografía.
- Ser capaz de, en base a las aproximaciones y simetrías discutidas anteriormente, deducir la ecuación de movimiento de cristales uni- y tri-dimensionales.
- Saber determinar, para las estructuras más simples, las frecuencias y los modos normales de las vibraciones de un sólido tridimensional.
- Comprender cómo las propiedades dinámicas de la red determinan sus propiedades térmicas.
- Comprender por qué el modelo simple del gas de electrones libres es capaz de explicar muchas de las propiedades fundamentales de los metales.
- Conocer las propiedades electrónicas de conductores, semiconductores y aislantes; y ser capaz de comprender su aplicación a los dispositivos electrónicos más básicos.

10. Bibliografía

Bibliografía Básica



AM: Ashcroft, Neil W.-Solid state physics / (1976)



HH: Hook, J. R.-Solid state physics /(2003)



Física del Estado Sólido. Jesús Maza Frechin; Jesús Manuel Mosqueira Rey; José Antonio Veira Suárez, Universidad de Santiago de Compostela. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. ISBN: 8497509064 ISBN-13: 9788497509060



Física del Estado Sólido: ejercicios resueltos. Jesús Maza, Jesús Mosqueira, José Antonio Veira

Bibliografía Complementaria



IL: Ibach, Harald, Solid-state physics (1991)



PE: Pettifor, Bonding and structure of molecules and solids (1995)



MA: Marder, Michael P., Condensed matter physics (2000)



MY: Myers, Solid State Physics (2000)



KI: Ch. Kittel, Introducción a la Física del Estado Sólido Reverté, Barcelona, 1997.

11. Observaciones y recomendaciones

"La asistencia a las actividades organizadas por la Facultad (conferencias, charlas informativas, etc.) podrá ser tenida en cuenta como una actividad adicional y evaluable de los seminarios de la asignatura, si procede."