Facultad de Ciencias

Grado en Física

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (ESCENARIO 0):

Física del Estado Sólido
(2021 - 2022)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Física del Estado Sólido	Código: 279193203

- Centro: **Facultad de Ciencias**
- Lugar de impartición: **Facultad de Ciencias**
- Titulación: **Grado en Física**
- Plan de Estudios: **2009 (Publicado en 2009-11-25)**
- Rama de conocimiento: **Ciencias**
- Itinerario / Intensificación:
- Departamento/s:
  Física
- Área/s de conocimiento:
  Física Aplicada
- Curso: **3**
- Carácter: **Obligatorio**
- Duración: **Segundo cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **6,0**
- Modalidad de impartición: **Presencial**
- Horario: **Enlace al horario**
- Dirección web de la asignatura: **http://www.campusvirtual.ull.es**
- Idioma: **Castellano**

2. Requisitos para cursar la asignatura

Los alumnos que no superen el 50% de los créditos del módulo de Formación Básica deberán matricularse, en el curso siguiente, de los créditos no superados y sólo podrán matricularse del número de créditos apropiado de este módulo hasta llegar al máximo de 60 créditos

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: FERNANDO DELGADO ACOSTA

- Grupo:

General
- Nombre: **FERNANDO**
- Apellido: **DELGADO ACOSTA**
- Departamento: **Física**
- Área de conocimiento: **Física Aplicada**

Contacto
- Teléfono 1:
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **fdelgadoa@ull.edu.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Edificio Calabaza, 2º planta
Todo el cuatrimestre		Viernes	14:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Edificio Calabaza, 2º planta

Observaciones:

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Edificio Calabaza, 2º planta
Todo el cuatrimestre		Viernes	14:30	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	Edificio Calabaza, 2º planta

Observaciones:

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Física Obligatoria**
Perfil profesional:

5. Competencias

Competencias Generales

CG2 - Adquirir una sólida base teórica, matemática y numérica, que permita la aplicación de la Física a la solución de problemas complejos mediante modelos sencillos
CG3 - Desarrollar una clara percepción de situaciones aparentemente diferentes pero que muestran evidentes analogías físicas, lo que permite la aplicación de soluciones conocidas a nuevos problemas. Para ello es importante que el alumnado, además de dominar las teorías físicas, adquiera un buen conocimiento y dominio de los métodos matemáticos y numéricos mas comúnmente utilizados.
CG4 - Desarrollar la habilidad de identificar los elementos esenciales de un proceso o una situación compleja que le permita construir un modelo simplificado que describa, con la aproximación necesaria, el objeto de estudio y permita realizar predicciones sobre su evolución futura. Así mismo, debe ser capaz de comprobar la validez del modelo introduciendo las modificaciones necesarias cuando se observen discrepancias entre las predicciones y las observaciones y/o los resultados experimentales.
CG6 - Saber organizar y planificar el tiempo de estudio y de trabajo, tanto individual como en grupo; ello les llevará a aprender a trabajar en equipo y a apreciar el valor añadido que esto supone.
CG7 - Ser capaz de participar en debates científicos y de comunicar tanto de forma oral como escrita a un público especializado o no cuestiones relacionadas con la Ciencia y la Física. También será capaz de utilizar en forma hablada y escrita otro idioma, relevante en la Física y la Ciencia en general, como es el inglés.
CG8 - Poseer la base necesaria para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía, tanto desde la formación científica, (realizando un master y/o doctorado), como desde la actividad profesional.

Competencias Básicas

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

Competencias Especificas

CE1 - Conocer y comprender los esquemas conceptuales básicos de la Física y de las ciencias experimentales.
CE3 - 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 ellas.
CE11 - Adquirir destreza en la modelización matemática de fenómenos físicos.
CE14 - Analizar, sintetizar, evaluar y describir información y datos científicos
CE19 - Desarrollar la “intuición” física.
CE23 - Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, así como de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías, permitiendo el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
CE24 - Afrontar problemas y generar nuevas ideas que puedan solucionarlos
CE26 - Dominar la expresión oral y escrita en lengua española, y también en lengua inglesa, dirigida tanto a un público especializado como al público en general.
CE28 - Adquirir hábitos de comportamiento ético en laboratorios científicos y en aulas universitarias.
CE29 - Organizar y planificar el tiempo de estudio y trabajo, tanto individual como en grupo.

CE30 - Saber discutir conceptos, problemas y experimentos defendiendo con solidez y rigor científico sus argumentos.
CE31 - Saber escuchar y valorar los argumentos de otros compañeros.
CE33 - Ser capaz de identificar lo esencial de un proceso / situación y establecer un modelo de trabajo del mismo.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

TEMA I: COMIENZOS DE LA FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO
I.1 Calor específico de sólidos: modelos de Boltzman, Einstein y Deby
I.1.1. Cálculo de Einstein
I.1.2. Cálculo de Deby
I.1.2.1. Cálculo de Deby siguiendo la cuantización de Planck
I.1.2.2. Interpolación de Deby
I.1.2.3. Problemas del modelo de Deby
I.2. Electrones en metales
I.2.1 Teoría de Drude
I.2.1.1 Electrones en un campo eléctrico
I.2.1.2. Electrones en campos eléctricos y magnéticos
I.3. Transporte Térmico
I.4. Modelo cuántico de electrones libres: teoría de Sommerfeld
I.4.1. Estadísticas básicas de Fermi–Dirac
I.4.2. Capacidad calorífica electrónica
I.4.3. Susceptibilidad magnética (paramagnetismo de Pauli)
I.5. Deficiencias del modelo de electrones libres

TEMA II: ESTRUCTURA DE LA MATERIA
II.1. La Tabla periódica
II.1.1 Química, átomos y ecuación de Schrödinger
II.1.2. Estructura de la tabla periódica
II.1.3. Tendencias en la tabla periódica
II.2. Enlaces químicos
II.2.1. Enlaces iónicos
II.2.2. Enlace covalente: imagen de enlace fuerte (*tigh binding*)
II.2.3. Enlaces tipo Van der Waals
II.2.4. Enlace metálico
II.2.5. Enlaces de puentes de hidrógeno

TEMA III: MODELOS UNIDIMENSIONALES DE SÓLIDOS
III.1. Entendiendo la compresibilidad, propagación del sonido y Expansión térmica
III.2. Vibraciones de una cadena monoatómica unidimensional
III.2.1. Red recíproca
III.2.2. Propiedades de la dispersión de la cadena unidimensional
III.2.3. Modos cuánticos: fonones
III.2.4. Momento cristalino
III.3. Vibraciones de una cadena diatómica unidimensional

III.3.1. Celda unidad y base cristalina
III.3.2. Modos de vibración de un sólido diatómico.

TEMA IV: GEOMETRÍA DE SÓLIDOS Y ESTRUCTURA CRISTALINA
IV.1. Redes cristalinas y celdas unidad
IV.2. Redes cristalinas en 3 dimensiones
IV.2.1. Red cúbica centrada en el cuerpo (bcc)
IV.2.2. Red cúbica centrada en las caras (fcc)
IV.2.3. Red hexagonal compacta
IV.2.4. Otras redes cristalinas

TEMA V: Red recíproca, zonas de Brillouin y andas en cristales
V.1. La red recíproca en 3 dimensiones
V.1.1. Recordatorio del caso unidimensional
V.1.2. Definición de la red recíproca
V.1.3. La red recíproca como transformada de Fourier
V1.4. Puntos de la red recíproca y planos cristalinos
V.2. Zonas de Brillouin
V.2.1. Recordatorio de las relaciones de dispersión y zonas de Brillouin en una dimensión
V.2.2. Construcción general de las zonas de Brillouin
V.3. Ondas electrónicas y vibracionales en cristales tridimensionales
V.4. Difracción de neutrones y rayos X
V4.1. Condición de Bragg-Laue
V.4.2. Aproximación usando la Regla de Oro de Fermi
V.4.3. Amplitud de scattering
V.4.4. Interpretación geométrica de las reglas de selección
V5. Otras técnicas experimentales: superficies

TEMA VI: ELECTRONES EN SÓLIDOS
VI.1. Electrones en un potencial periódico
VI.1.1. Modelo de electrones cuasi libres
VI.1.2. Teoría de la perturbación degenerada
VI.2. Teorema de Bloch
VI.3. Aislante, semiconductor o metal
VI.3.1. Bandas de energía en una dimensión
VI.3.2. Bandas de energía en dos y tres dimensiones
VI.3.3. Fallos de la teoría de bandas
VI.3.4. Estructura de banda y propiedades ópticas
VI.4. Física de semiconductores
VI.4.1. Electrones y huecos: transporte
VI.4.2. Dispositivos semiconductores
VI.4.2.1. Ingeniería de bandas: dopado con impurezas
VI.4.2.2. Unión p-n
VI.4.2.3. El transistor
VI.5. Propiedades dieléctricas
VI.5.1. Campo eléctrico macroscópico. Campo eléctrico local
VI.5.2. Constante dieléctrica y polarizabilidad
VI.5.3. Piezoelectricidad, ferroeléctricos y antiferroeléctricos

TEMA VII: PROPIEDADES MAGNÉTICAS
VII.1. Magnetismo de átomos: paramagnetismo y diamagnetismo
VII.1.1. Definiciones de tipos de magnetismo
VII.1.2. Física atómica: reglas de Hund
VII.1.3. Acoplamiento de electrones en átomos a un campo magnético externo
VII.1.4. Paramagnetismo de espín (Curie o Langevin)
VII.1.5. Diamagnetismo de Larmor
VII.2. Átomos en sólidos
VII.2.1. Paramagnetismo de Pauli en metales
VII.2.2. Diamagnetismo en sólidos
VII.3. Órdenes magnéticos espontáneos: ferro, antiferro y ferrimagnetismo
VII.3.1. Tipos de órdenes magnéticos espontáneos
VII.3.2. Rotura de simetría
VII.4. Dominios magnéticos e histéresis
VII.4.1. Paredes de dominio: pared de Bloch y Néel
VII.4.2. Efectos del desorden
VII.5. Técnicas experimentales para el estudio del magnetismo

TEMA VIII: SUPERCONDUCTIVIDAD
VII.1. Efecto Meissner. Superconductores de tipo I y de tipo II.
VII.2. Banda prohibida de energía.
VII.3. Termodinámica de la transición superconductora.

Actividades a desarrollar en otro idioma

Manejo de bibliografía básica en inglés.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

La asignatura se imparte mediante clases magistrales de teoría y clases de problemas. El profesor proporcionará con antelación el material de trabajo, donde se alternarán presentaciones en diapositivas con explicaciones detalladas en la pizarra. Los alumnos participarán junto al profesor en la resolución de problemas, promoviendo la interactividad y discusión de resultados. Las tutorías servirán para resolver dudas de forma individualizada, así como afianzar conceptos que pudieran no haber quedado claros.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	26,00	0,00	26,0	[CE3], [CG2]

Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	15,00	0,00	15,0	[CE30], [CE23]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	15,00	0,00	15,0	[CE3], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG2]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[CE30]
Estudio y trabajo autónomo en todas las actividades	0,00	90,00	90,0	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE26], [CE24], [CE23], [CE19], [CE14], [CE11], [CE3], [CE1], [CG8], [CG7], [CG6], [CG4], [CG3], [CG2]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

STEVEN H. SIMON,
The Oxford Solid State Basics
, Oxford University Press (2013)

N.W. ASHCROFT y N.D. MERMIN,
Solid State Physics
. W.B. Saunders Company.

Bibliografía Complementaria

J. PIQUERAS y J.M. ROJO, Problemas de introducción a la Física del Estado Sólido. Ed. Alhambra, 1980
J. MAZA, J. MOSQUEIRA y J.A. VEIRA, Física del Estado Sólido. Ejercicios resueltos. Ed. Universidad de Santiago de Compostela, 2003

HAN FUXIANG,
Problems in solid state physics with solutions
(2012, World Scientific)

STEVEN M. GIRVIN, KUN YANG,
Modern Condensed Matter Physics
-Cambridge University Press (2019)

Otros Recursos

Aula de docencia virtual de la Universidad de La Laguna: http://campusvirtual.ull.es

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

Las estrategias de evaluación seguidas en la asignatura siguen el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna. Se garantizará la presencialidad en el desarrollo de las pruebas evaluativas en ambos escenarios, en “escenario 1” de presencialidad adaptada y en “escenario 0”, docencia plenamente presencial. La evaluación será preferentemente continuada y formativa dentro de lo establecido en la normativa de evaluación y calificación de la Universidad de La Laguna y en el marco de los criterios generales de la Universidad de La Laguna.

La evaluación continua constará de dos pruebas escritas con problemas teórico-prácticos a desarrollar, la primera a mitad de curso y la segunda al final. La nota de la evaluación continua será la media aritmética de las calificaciones de las dos pruebas. El seguimiento de la evaluación continua es optativo por parte del alumno. Las fechas para los exámenes de la evaluación continua se fijarán en coordinación con el resto de asignaturas del grado para evitar un número excesivo de controles que coincidan en una franja temporal demasiado estrecha. Los alumnos que hayan superado el 8 en la primera prueba y que estén interesados en optar a matrícula de honor harán una prueba oral de exposición crítica de un trabajo de investigación relevante en física de la materia condensada de los últimos 5 años. El profesor proporcionará con suficiente antelación una selección de artículos, y el alumno ha de escoger uno para su posterior presentación. Esta prueba dará una puntuación máxima de 1.5 puntos sobre la media de las dos pruebas.

Los exámenes finales en las fechas de convocatorias oficiales permitirán tanto la recuperación de las competencias no superadas a lo largo del cuatrimestre como subir nota. La evaluación de la asignatura se hará en base a la calificación obtenida según el modelo de evaluación establecido en la memoria de verificación del título, consistente en la evaluación continua descrita anteriormente (c) y un examen de convocatoria (z) de carácter obligatorio al final del cuatrimestre. La calificación final será el resultado ponderado de las evaluaciones mencionadas, obtenida a partir del modelo especificado en la Memoria del Grado de Física de la ULL. De acuerdo a dicho modelo, la calificación final de la asignatura vendrá dada por:
$p = z + 0.4\, c\, (1 - z/10)$,
donde z es la nota del examen y c la de la evaluación continua, es decir, la media de los parciales iniciales. Para aplicar la formula anterior se requiere que en el examen global se supere 1/3 de la calificación máxima ($z>=3/10$) y que se apruebe la evaluación continua ($c>=5$). La calificación de los alumnos que no aprueben la evaluación continua será la calificación de la prueba de final (z).

Los alumnos podrán optar alternativamente por una evaluación única a realizar en las convocatorias oficiales, siendo en este caso la nota la del examen de convocatoria (z). También podrán optar a esta evaluación única quienes no hayan superado la evaluación continua. La calificación de los alumnos que no opten a la evaluación continua será la calificación del examen final.

Las convocatorias de evaluación única (Julio, Septiembre) se realizarán mediante una prueba de evaluación escrita (z), pudiendo incorporarse a la misma la calificación (c) obtenida a lo largo del cuatrimestre en el que se imparte la asignatura, con análoga ponderación a la establecida para la convocatoria de junio del mismo curso académico.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CE33], [CE31], [CE30], [CE29], [CE28], [CE26], [CE24], [CE23], [CE19], [CE14], [CE11], [CE3], [CE1], [CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CG8], [CG7], [CG6], [CG4], [CG3], [CG2]	Resolución de problemas de forma correcta y debidamente justificada, tanto en los controles de la evaluación continua como en los exámenes de convocatoria. Uso correcto de las unidades en magnitudes físicas.	100,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

Se pretenden alcanzar los siguientes resultados básicos:

- Alcanzar una base teórica de la física del estado sólido que permita su aplicación a la resolución de problemas.
- Ser capaz de aplicar conceptos de otras ramas de la física (física cuántica, física estadística, etc.) al análisis y resolución de roblemas de la física de la materia condensada.
- Comprender las interacciones, mecanismos y fenómenos físicos básicos que rigen la física del estado sólido.
- Tener una idea general de los fundamentos de distintas técnicas experimentales aplicadas al estudio de la física del estados sólido.
- Entender conceptos, problemas y experimentos para defender con solidez y rigor científico sus argumentos.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

La distribución de los temas por semana es orientativa y puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Primer cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:			0.00	0.00	0.00
Semana 2:			0.00	0.00	0.00
Semana 3:			0.00	0.00	0.00
Semana 4:			0.00	0.00	0.00
Semana 5:			0.00	0.00	0.00
Semana 6:			0.00	0.00	0.00
Semana 7:			0.00	0.00	0.00
Semana 8:			0.00	0.00	0.00
Semana 9:			0.00	0.00	0.00
Semana 10:			0.00	0.00	0.00
Semana 11:			0.00	0.00	0.00
Semana 12:			0.00	0.00	0.00
Semana 13:			0.00	0.00	0.00
Semana 14:			0.00	0.00	0.00
Semana 15:			0.00	0.00	0.00
Semana 16 a 18:			0.00	0.00	0.00
		Total	0.00	0.00	0.00
Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total

Semana 1:	Tema I	COMIENZOS DE LA FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO - Calor específico en sólidos: modelos de Einstein y Deby	1.00	2.00	3.00
Semana 2:	Tema I	COMIENZOS DE LA FÍSICA DEL ESTADO SÓLIDO - Electrones en metales: modelo de Drude, Lorenz y Sommerfeld - Deficiencias de los modelos de electrones libres	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	Tema II	ESTRUCTURA DE LA MATERIA II.1. La Tabla periódica. II.1.1 Química, átomos y ecuación de Schrödinger. II.1.2. Estructura de la tabla periódica. II.1.3. Tendencias en la tabla periódica. II.2. Enlaces químicos. II.2.1. Enlaces iónicos. II.2.2. Enlace covalente: imagen de enlace fuerte (*tigh binding*). II.2.3. Enlaces tipo Van der Waals II.2.4. Enlace metálico. II.2.5. Enlaces de puentes de hidrógeno	4.00	6.00	10.00
Semana 4:	Tema III	MODELOS UNIDIMENSIONALES DE SÓLIDOS III.1. Entendiendo la compresibilidad, propagación del sonido y Expansión térmica III.2. Vibraciones de una cadena monoatómica unidimensional. III.2.1. Red recíproca III.2.2. Propiedades de la dispersión de la cadena unidimensional. III.2.3. Modos cuánticos: fonones.	2.00	6.00	8.00
Semana 5:	Tema III	III.2.4. Momento cristalino III.3. Vibraciones de una cadena diatómica unidimensional. III.3.1. Celda unidad y base cristalina. III.3.2. Modos de vibración de un sólido diatómico.	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	Tema IV	GEOMETRÍA DE SÓLIDOS Y ESTRUCTURA CRISTALINA - IV.1. Redes cristalinas y celdas unidad - IV.2. Redes cristalinas en 3 dimensiones. IV.2.1. Red cúbica centrada en el cuerpo (bcc). IV.2.2. Red cúbica centrada en las caras (fcc).	4.00	6.00	10.00
Semana 7:	TEMA IV	IV.2.3. Red hexagonal compacta. IV.2.4. Otras redes cristalinas EXAMEN evaluación continua	4.00	6.00	10.00

Semana 8:	TEMA V	RED RECÍPROCA, ZONAS DE BRILLOUIN Y BANDAS EN CRISTALES - V.1. La red recíproca en 3 dimensiones. V.1.1. Recordatorio del caso unidimensional. V.1.2. Definición de la red recíproca. V.1.3. La red recíproca como transformada de Fourier. V1.4. Puntos de la red recíproca y planos cristalinos - V.2. Zonas de Brillouin. V.2.1. Recordatorio de las relaciones de dispersión y zonas de Brillouin en una dimensión. V.2.2. Construcción general de las zonas de Brillouin.	4.00	6.00	10.00
Semana 9:	TEMA V	- V.3. Ondas electrónicas y vibracionales en cristales tridimensionales - V.4. Difracción de neutrones y rayos X. V4.1. Condición de Bragg-Laue. V.4.2. Aproximación usando la Regla de Oro de Fermi. V.4.3. Amplitud de scattering. V.4.4. Interpretación geométrica de las reglas de selección. - V5. Otras técnicas experimentales: superficies	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	TEMA VI	ELECTRONES EN SÓLIDOS - VI.1. Electrones en un potencial periódico. VI.1.1. Modelo de electrones cuasi libres. VI.1.2. Teoría de la perturbación degenerada. - VI.2. Teorema de Bloch	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	TEMA VI	- VI.3. Aislante, semiconductor o metal. VI.3.1. Bandas de energía en una dimensión. VI.3.2. Bandas de energía en dos y tres dimensiones. VI.3.3. Fallos de la teoría de bandas. VI.3.4. Estructura de banda y propiedades ópticas - VI.4. Física de semiconductores. VI.4.1. Electrones y huecos: transporte. VI.4.2. Dispositivos semiconductores.	4.00	6.00	10.00
Semana 12:	TEMA VI	VI.4.2.1. Ingeniería de bandas: dopado con impurezas. VI.4.2.2. Unión p-n. VI.4.2.3. El transistor - VI.5. Propiedades dieléctricas. VI.5.1. Campo eléctrico macroscópico. Campo eléctrico local VI.5.2. Constante dieléctrica y polarizabilidad VI.5.3. Piezoelectricidad, ferroeléctricos y antiferroeléctricos	4.00	6.00	10.00

Semana 13:	TEMA VII	TEMA VII: PROPIEDADES MAGNÉTICAS VII.1. Magnetismo de átomos: paramagnetismo y diamagnetismo. VII.1.1. Definiciones de tipos de magnetismo. VII.1.2. Física atómica: reglas de Hund. VII.1.3. Acoplamiento de electrones en átomos a un campo magnético externo. VII.1.4. Paramagnetismo de espín (Curie o Langevin). VII.1.5. Diamagnetismo de Larmor.	4.00	6.00	10.00
Semana 14:	TEMA VII	- VII.2. Átomos en sólidos. VII.2.1. Paramagnetismo de Pauli en metales. VII.2.2. Diamagnetismo en sólidos. - VII.3. Órdenes magnéticos espontáneos: ferro, antiferro y ferrimagnetismo. VII.3.1. Tipos de órdenes magnéticos espontáneos. VII.3.2. Rotura de simetría - VII.4. Dominios magnéticos e histéresis. VII.4.1. Paredes de dominio: pared de Bloch y Néel. VII.4.2. Efectos del desorden. - VII.5. Técnicas experimentales para el estudio del magnetismo	4.00	6.00	10.00
Semana 15:	TEMA VIII	TEMA VIII: SUPERCONDUCTIVIDAD VII.1. Efecto Meissner. Superconductores de tipo I y de tipo II. VII.2. Banda prohibida de energía. VII.3. Termodinámica de la transición superconductora. 2º parcial	4.00	6.00	10.00
Semana 16 a 18:	Evaluación	Evaluacion y trabajo autonomo para la preparacion de la evaluacion.	5.00	4.00	9.00
		Total	60.00	90.00	150.00