

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO										
NOMBRE DE LA ENTIDAD:		DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍAS, CAMPUS LEÓN								
NOMBRE DEL PROGRAMA EDUCATIVO:		Licenciatura en Física								
NOMBRE DE LA MATERIA:		Física del Estado Sólido					CLAVE:		PFFE-08	
FECHA DE ELABORACIÓN:		01 Junio 2010					HORAS/SEMANA/SEMESTRE			
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:										
ELABORÓ		Ramón Castañeda Priego								
PRERREQUISITOS:						TEORÍA:		2		
CURSADA Y APROBADA:		Ninguno				PRÁCTICA:		2		
CURSADA:		Ninguno				CRÉDITOS:		6		
CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA										
POR EL TIPO DE CONOCIMIENTO:		DISCIPLINARIA		FORMATIVA	X	METODOLÓGICA				
POR LA DIMENSIÓN DEL CONOCIMIENTO:		ÁREA BÁSICA		ÁREA GENERAL		ÁREA PROFESIONAL	X			
POR LA MODALIDAD DE ABORDAR EL CONOCIMIENTO:		CURSO	X	TALLER		LABORATORIO		SEMINARIO		
POR EL CARÁCTER DE LA MATERIA:		OBLIGATORIA		RECURSABLE		OPTATIVA	X	SELECTIVA		
ES PARTE DE UN TRONCO COMÚN O MATERIAS COMUNES:		SÍ		NO	X					
COMPETENCIA (S) GENERAL(ES) DE LA MATERIA:										
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer los conceptos de la Física del Estado Sólido que permiten la descripción molecular de la materia en estado cristalino. • Contribuir a la formación integral de los conocimientos, a través de la aplicación conjunta de las leyes del Electromagnetismo, de la Mecánica Cuántica, la Termodinámica y la Mecánica Estadística, para el entendimiento de la Física del Estado Sólido. • Desarrollar habilidades para la resolución de problemas de sistemas en la fase cristalina. 										
CONTRIBUCIÓN DE LA MATERIA AL LOGRO DEL PERFIL POR COMPETENCIAS.										
La materia Física del Estado Sólido contribuye a las competencias de la siguiente manera:										
<p>C1. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos y principios fundamentales tanto en la Física Clásica como en la Física Moderna.</p> <p>C2. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas.</p> <p>M5. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos.</p> <p>M6. Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias.</p> <p>M9. Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la Física, identificando hipótesis y conclusiones.</p> <p>M10. Sintetizar soluciones particulares, extendiéndolas hacia principios, leyes o teorías más generales.</p> <p>M11. Percibir las analogías entre situaciones aparentemente diversas, utilizando soluciones conocidas en la resolución de problemas nuevos.</p>										

PRESENTACIÓN DE LA MATERIA

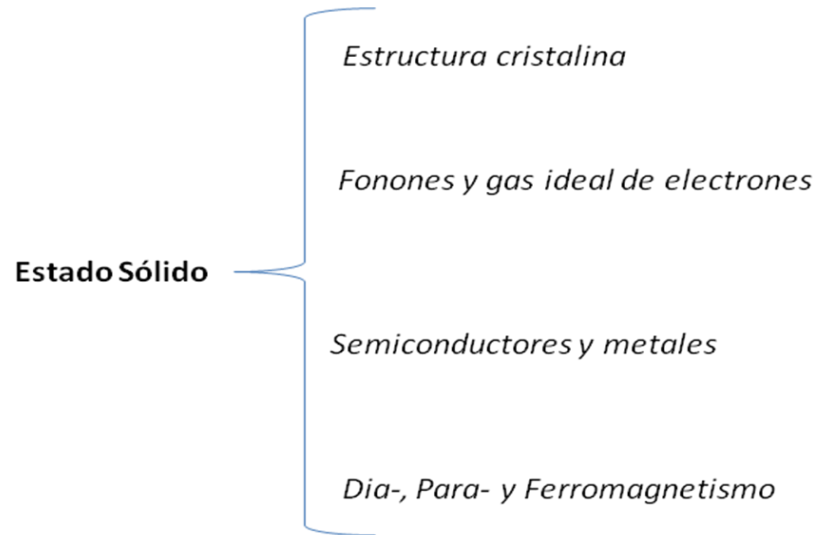


Figura 1: Diagrama a bloques de la red de conocimientos de la materia Física del Estado Sólido

El Estado Sólido es el área de la Física que se encarga de entender las propiedades físicas de la materia en estado cristalino. En la naturaleza existen diversos tipos de cristales cuyas propiedades son entendidas por sus características estructurales y los electrones que forman a los cristales. Dentro de la Física del Estado Sólido existen diversos modelos teóricos basados en las leyes físicas del Electromagnetismo, la Mecánica Cuántica y la Termodinámica. En particular, se considera que el alumno de la Licenciatura en Física deberá reconocer la importancia de estos modelos en el estudio y entendimiento de los cristales moleculares. La materia de Física del Estado Sólido tiene un carácter formativo debido a que coadyuva a la formación integral y profesional de los conocimientos que adquiere el alumno a lo largo de los cursos básicos. Para lograr lo anterior, el curso se ha dividido en los siguientes temas:

1. **Estructura cristalina:** Aplicación y desarrollo de los conceptos: cristal, red recíproca, enlace cristalino y constante elástica. Estos conceptos permitirán entender las propiedades estructurales que caracterizan las simetrías y las interacciones moleculares en los cristales moleculares bi- y tri-dimensionales.
2. **Fonones y gas ideal de electrones:** Introducción al concepto de fonón. Se estudiará la importancia de la cuasi-partícula denominada fonón para caracterizar los modos vibracionales y las propiedades térmicas de los cristales. También se estudiará el modelo de Fermi para entender las propiedades de un gas ideal de electrones; este modelo permitirá entender las propiedades de conducción eléctrica en un conductor ideal.
3. **Semiconductores y metales:** Caracterización de los materiales por su capacidad para el transporte de corriente eléctrica. En particular, se estudiará el concepto de bandas de energía y la diferencia entre cristales semiconductores y metales.

4. Dia-, Para- y Ferromagnetismo: Introducción a las propiedades magnéticas de los cristales moleculares. Estas propiedades permitirán caracterizar a los cristales moleculares como: diamagnéticos, paramagnéticos y ferromagnéticos.

Las unidades temáticas se representan esquemáticamente en el diagrama de bloques de la Figura 1. En este diagrama, cada bloque es una unidad temática. La metodología de enseñanza que se sugiere, para un mejor desarrollo de las competencias que se deben adquirir, es la siguiente:

- En las clases de teoría se desarrollarán los contenidos del programa, revisando y/o introduciendo los elementos conceptuales, leyes y teorías, proporcionando un esquema integrador de la disciplina y contemplando el nivel microscópico como punto de partida para entender las propiedades físicas de los cristales moleculares.
- En las clases de problemas se resolverán ejercicios y problemas adecuados al contenido y nivel de las clases de teoría.

Se debe estimular la participación activa de los estudiantes en su desarrollo.

RELACIÓN CON OTRAS MATERIAS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Para facilitar el aprendizaje de esta materia, se recomienda cursar las materias: Química; Fluidos, Ondas y Calor; Mecánica Analítica; Mecánica Cuántica; Electromagnetismo, Termodinámica y Mecánica Estadística.

NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:	Estructura cristalina	TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:	16 horas (8 teoría y 8 práctica)
--	-----------------------	---	----------------------------------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES		EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO		
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> • Definir y comprender el concepto de estructura cristalina en los materiales moleculares. • Comprender los conceptos de red cristalina, enlace cristalino y constante elástica. • Derivar, analizar y comprender las relaciones de simetría en los cristales bi- y tri-dimensionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de cristales <ol style="list-style-type: none"> a) Arreglos periódicos de átomos, b) Tipos fundamentales de redes c) Planos cristalinos d) Estructuras cristalinas simples e) Estructuras cristalinas no-ideales • Redes recíprocas <ol style="list-style-type: none"> a) Difracción de ondas por cristales, b) Amplitud de onda dispersada, c) Zonas de Brillouin, d) Análisis de Fourier, 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar magnitudes de acuerdo a la estructura de los cristales moleculares. • Usar la terminología y estructura del lenguaje propio de la física del estado sólido. • Analizar la información de los conceptos fundamentales de la estructura de cristales 	<ul style="list-style-type: none"> • La valoración de la explicación científica de los fenómenos naturales. • El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en que se vive. • La organización de equipos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en clase. • Ejercicios en pizarrón. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tareas. • Examen

	<ul style="list-style-type: none"> e) Cuasi-cristales, <ul style="list-style-type: none"> • Enlace cristalino y constantes elásticas a) Cristales de gases inertes, b) Cristales iónicos, c) Cristales covalentes d) Metales e) Enlace de hidrógeno f) Radio atómico g) Deformación elásticas h) Ondas elásticas en cristales cúbicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Detectar los elementos esenciales de un fenómeno donde se involucren fases cristalinas. • Desarrollar una perspectiva racional del mundo en que vive. 	<ul style="list-style-type: none"> • El fortalecimiento de correctos hábitos de estudio y análisis. 		
--	--	--	--	--	--

NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:	Fonones y gas ideal de electrones	TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:	16 horas (8 teoría y 8 práctica)
--	-----------------------------------	---	----------------------------------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> • Definir y comprender el concepto de fonón • Analizar las propiedades vibracionales y térmicas de los cristales moleculares mediante el concepto de fonón. • Analizar y comprender las propiedades físicas, como la capacidad calorífica y la conductividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonones: vibraciones de un cristal <ul style="list-style-type: none"> a) Vibraciones de cristales monoatómicos b) Dos átomos por base primitiva c) Cuantización de ondas elásticas d) Momento del fonón e) Dispersión inelástica por fonones • Fonones: propiedades térmicas <ul style="list-style-type: none"> a) Capacidad calorífica del fonón b) Interacciones cristalinas anarmónicas c) Conductividad térmica • Gas de electrones de Fermi <ul style="list-style-type: none"> a) Niveles de energía en una dimensión b) Efecto de la temperatura en la distribución Fermi-Dirac c) Gas de electrones en tres dimensiones d) Capacidad calorífica del gas de electrones 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar magnitudes físicas relacionadas con el concepto de fonón y el modelo del gas ideal de electrones. • Usar la terminología y estructura del lenguaje propio de la física de fonones. • Detectar y usar los elementos esenciales en el modelo de gas ideal de electrones para entender la naturaleza de los sistemas que puedan ser entendidos o explicados a través de dicho modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La valoración de la explicación científica de las propiedades térmicas y de conducción de cristales moleculares. • La organización de equipos de trabajo. • El fortalecimiento de correctos hábitos de estudio y análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en clase • Ejercicios en pizarrón 	<ul style="list-style-type: none"> • Tareas • Examen

eléctrica, de un gas ideal electrones.	<ul style="list-style-type: none"> e) Conductividad eléctrica y la ley de Ohm f) Efecto Hall g) Conductividad térmica de metales h) Nanoestructuras 	<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en el que vive. 			
--	---	---	--	--	--

NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:	Semiconductores y metales	TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:	16 horas (8 teoría y 8 práctica)
--	---------------------------	---	----------------------------------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES			EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO	
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el concepto de bandas de energía para entender las propiedades físicas de los cristales semiconductores y conductores. • Comprender las diferencias entre un material semiconductor y un metal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bandas de energía <ul style="list-style-type: none"> a) Modelo del electrón cuasi-libre b) Funciones de Bloch, c) Modelo de Kronig-Penney d) Ecuación de onda de un electrón en un campo periódico e) Número de orbitales en una banda • Cristales semiconductores <ul style="list-style-type: none"> a) Ancho de banda b) Ecuaciones de movimiento c) Concentración de portadores intrínseca d) Conductividad de impurezas e) Efectos termoelectricos f) Semi-metales • Metales <ul style="list-style-type: none"> a) Construcción de superficies de Fermi b) Orbitas de electrones, órbitas de huecos y órbitas abiertas c) Cálculo de bandas de energía 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar magnitudes físicas asociadas con materiales semiconductores y metales. • Usar la terminología y estructura del lenguaje propio de la física de los cristales semiconductores y metales. • Analizar la información de los conceptos fundamentales en semiconductores y metales para entender las diferencias entre éstos. • El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en el que vive. 	<ul style="list-style-type: none"> • La valoración de la explicación científica de las propiedades de los materiales semiconductores y metales. • El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en que se vive. • La organización de equipos de trabajo. • El fortalecimiento de correctos hábitos de estudio y análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participación individual en clase. • Ejercicios en pizarrón • Participación grupal mediante exposiciones en clase. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tareas • Examen

NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA/BLOQUE TEMÁTICO:	Dia-, Para- y Ferromagnetimo	TIEMPO ESTIMADO PARA DESARROLLAR LA UNIDAD TEMÁTICA:	16 horas (8 teoría y 8 práctica)
--	------------------------------	---	----------------------------------

COMPETENCIAS A DESARROLLAR	SABERES		EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO		
	CONOCIMIENTOS	HABILIDADES	ACTITUDES	DIRECTA	POR PRODUCTO
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar las propiedades y diferencias entre materiales dieléctricos y ferroeléctricos. • Analizar los mecanismos físicos microscópicos que dan origen a los materiales denominados: dia-, para- y ferromagnéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dieléctricos y ferroeléctricos a) Campo eléctrico macroscópico b) Campo eléctrico local en un átomo c) Constante dieléctrica y polarizabilidad d) Cristales ferroeléctricos • Diamagnetismo y paramagnetismo a) Ecuación del diamagnetismo de Langevin b) Teoría cuántica del diamagnetismo c) Paramagnetismo d) Teoría cuántica del paramagnetismo e) Susceptibilidad paramagnética de electrones de conducción • Ferromagnetismo y anti-ferromagnetismo a) Orden ferromagnético b) Magnones c) Orden anti-ferromagnético 	<ul style="list-style-type: none"> • Estimar magnitudes de acuerdo a las propiedades eléctricas y magnéticas de los materiales. • Usar la terminología y estructura del lenguaje propio de la física de los materiales de acuerdo a sus propiedades electromagnéticas. • Analizar la información de los conceptos fundamentales de los materiales moleculares. • Desarrollar una perspectiva racional del mundo en que vive. 	<ul style="list-style-type: none"> • La valoración de la explicación científica de los fenómenos naturales. • El desarrollo de una perspectiva racional del mundo en que se vive. • La organización de equipos de trabajo. • El fortalecimiento de correctos hábitos de estudio y análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participación en clase. • Ejercicios en pizarrón. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tareas. • Examen

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (Sugeridas)

- Elaboración de un cuaderno de tareas, individual
- Exposición de algunos tópicos especiales
- Asistencia a seminarios de la DCI

RECURSOS Y MATERIALES DIDÁCTICOS (Sugeridos)

- **Recursos didácticos:** Pizarrón, proyector de acetatos, computadora, cañón, bibliografía, red
- **Materiales didácticos:** Acetatos, plumones para acetatos, cuaderno de problemas.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN: Será continua y permanente y se llevará a cabo en dos momentos:

Formativa: Participación en clase, tareas y participación grupal

Sumaria: exámenes escritos, entrega de tareas, autoevaluación, co-evaluación.

El ejercicio de autoevaluación tendrá el 5% de la ponderación individual, debido a que su finalidad es para retroalimentar el proceso formativo y ético del alumno.

PONDERACIÓN (SUGERIDA):

- Tareas 30%
- Autoevaluación 5%
- Exámenes 65%

FUENTES DE INFORMACIÓN

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

1. Introduction to Solid State Physics, Charles Kittel, John Wiley & Sons Inc.
2. Solid State Physics, Neil Ashcroft & Neil Mermin, Harcourt College Publishers

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN:

- Base de datos en Internet: diversas universidades en el mundo tienen páginas electrónicas dedicadas a esta materia. Notas de clase, recopilación.