



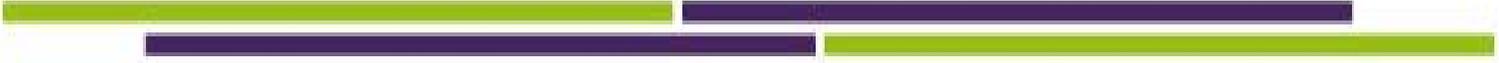
Directorio

Lic. Emilio Chuayffet Chemor
Secretario de Educación

Dr. Fernando Serrano Migallón
Subsecretario de Educación Superior

Mtro. Héctor Arreola Soria
Coordinador General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas

Dr. Gustavo Flores Fernández
Coordinador de Universidades Politécnicas.



PÁGINA LEGAL

Participantes

M. en C. José Antonio Juanico Lorán - Universidad Politécnica del Valle de México.

Dr. Héctor Cruz Mejía - Universidad Politécnica del Valle de México.

Dr. Juan Radilla Chávez - Universidad Politécnica del Valle de México.

M en C. Carlos Alberto Camacho Olgúin - Universidad Politécnica del Valle de México.

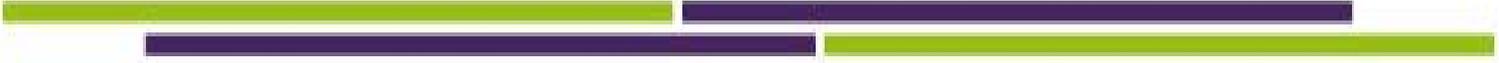
Primera Edición: 2013.

DR © 2013 Coordinación de Universidades Politécnicas.

Número de registro: _____

México, D.F.

ISBN: _____



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
PROGRAMA DE ESTUDIOS	6
FICHA TÉCNICA.....	7
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO.....	9
INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	12
GLOSARIO	14
BIBLIOGRAFÍA	15

INTRODUCCIÓN

La física del estado sólido tuvo sus inicios a principios del siglo pasado inmediatamente después del descubrimiento de los rayos x, esta rama del conocimiento está directamente relacionada con la estructura atómica de la materia, su estudio se enfoca mayoritariamente a la estructura cristalina y sus electrones debido a que tales arreglos facilitan los modelos y cálculos matemáticos y porque los materiales cristalinos presentan normalmente características eléctricas, magnéticas, ópticas o mecánicas que pueden ser explotadas para propósitos útiles en ingeniería.

La mayoría de los materiales utilizados en ciencia e ingeniería son sólidos, dentro de los cuales se encuentran cerámicos, vidrios, polímeros, metales, aleaciones, semiconductores y materiales compuestos. La nanotecnología se ha inmiscuido en prácticamente todos estos materiales y por ello es tan importante conocer la naturaleza física de los sólidos.

La física del estado sólido forma parte de la física de la materia condensada y se fundamenta en la mecánica cuántica, la cristalografía, el electromagnetismo y la metalurgia física. Asimismo, la física del estado sólido forma la base teórica de la ciencia de los materiales y su desarrollo ha sido fundamental para la electrónica moderna y los materiales avanzados.

Además de lo anterior, la física del estado sólido ayuda a comprender como funcionan algunos instrumentos científicos y tecnológicos modernos como tales como tomografía computarizada, resonancia magnética, cámaras digitales, detectores de fotos y muchos otros.

Por todo lo anterior, la física del estado sólido es necesaria para entender a la nanociencia, que a su vez contienen los fundamentos de la Ingeniería en Nanotecnología.

PROGRAMA DE ESTUDIOS

PROGRAMA DE ESTUDIO																			
DATOS GENERALES																			
NOMBRE DEL GRUPO RESPONSABLE	Cacademia de Ciencias Básicas de la División de Ingeniería en Nanotecnología																		
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	Física del Estado Sólido																		
CLAVE DE LA ASIGNATURA	FES-ES																		
OBJETIVO DE LA ASIGNATURA	El alumno será capaz de describir, analizar y aplicar a los sólidos los principios y leyes fundamentales de la mecánica cuántica y estadística sobre sistemas físicos de la materia condensada.																		
TOTAL HRS. DEL CUATRIMESTRE	90 HORAS																		
FECHA DE EMISIÓN	10 de agosto de 2012																		
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES	Universidad Politécnica del Valle de México																		
CONTENIDOS PARA LA FORMACIÓN			ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE								Evaluación				OBSERVACION				
UNIDADES DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	TECNICO SUBGRUPO		TECNICO EDUCATIVO			RECONOCIDO FORMATIVA			MATERIALES REQUERIDOS	EQUIPOS REQUERIDOS	TOTAL DE HORAS				TECNICA	INSTRUMENTO	
			PARA LA ENSEÑANZA PREVENIVA	PARA EL APRENDIZAJE INVENIVO	ASIA	LABORANDO	OTRO	PROYECTO	PRUEBA	Presencial			En Presencial	Presencial		En Presencial			
U1 ESTRUCTURA CRISTALINA	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: • Identificar arreglos atómicos periódicos y calcular sus parámetros. • Determinar índices, planos y direcciones. • Realizar experimental y teóricamente difracción de rayos X, dispersión de ondas en cristales y análisis de Fourier. • Calcular la red recíproca y familiarizarse con la Ley de Laue y las zonas de Brillouin. • Determinar el factor de estructura para redes cúbicas y el factor de forma atómica.	EP1: Resolución de cuestionario. EC1: Resolución de problemario. ED1: Práctica de laboratorio.	1. ACTIVIDAD FOCAL INTRODUCTORIA 2. EXPOSICIÓN 3. ESTUDIO DE CASO 4. DISCUSIÓN GUADA	1. LUVIA DE IDEAS 2. RESOLVER SITUACIONES PROBLEMÁTICAS 3. INSTRUCCION PROGRAMADA 4. ESTUDIO DE CASO	X	N/A	N/A	N/A	X	Manual de asignatura, notas del profesor (opcional) formularios, software (Origin 8, Gaussian, Scientific Workplace 5), pizarrón y plumón	Calculadora, computadora, cañón, Difractómetro de Rayos X, Espectrómetro Raman, Espectrómetro FTIR.	9	0	6	3	Documental y Experimental	* Lista de cotejo para cuestionario de conceptos. * Lista de cotejo para cuestionario de investigación. * Bitácora de laboratorio. * Lista de cotejo para problemario.	Se sugiere enseñar a referenciar citas y realizar reportes de laboratorio.	
U2 TEORÍA DE ENLACE QUÍMICO	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: • Distinguir las características y propiedades del enlace cristalino, gases inertes, iónicos y cristales covalentes. • Comprender la teoría de los sólidos metálicos y los enlaces de hidrógeno. • Conocer el comportamiento de las constantes elásticas. • Comprender el comportamiento de las Ondas (y vibraciones) en cristales y sus propiedades térmicas.	EP1: Resolución de cuestionario. EC1: Resolución de problemario.	1. ACTIVIDAD FOCAL INTRODUCTORIA 2. EXPOSICIÓN 3. ESTUDIO DE CASO 4. DISCUSIÓN GUADA	1. LUVIA DE IDEAS 2. RESOLVER SITUACIONES PROBLEMÁTICAS 3. INSTRUCCION PROGRAMADA 4. ESTUDIO DE CASO	X	X	N/A	N/A	N/A	Manual de asignatura, notas del profesor (opcional) formularios, software (Origin 8), pizarrón y plumón	Calculadora, computadora, cañón	9	0	6	3	Documental	* Lista de cotejo para cuestionario de conceptos. * Lista de cotejo para problemario.	Se sugiere implementar otras prácticas sencillas.	
U3 ESTRUCTURA Y PROPIEDADES ELECTRÓNICAS	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: • Relacionar la estructura y las principales propiedades de los sólidos cristalinos. • Comprender las características electrónicas, energéticas, térmicas, eléctricas y magnéticas de un Gas de electrones.	EP1: Resolución de cuestionario. EC1: Resolución de problemario.	1. ACTIVIDAD FOCAL INTRODUCTORIA 2. EXPOSICIÓN 3. ESTUDIO DE CASO 4. DISCUSIÓN GUADA	1. LUVIA DE IDEAS 2. RESOLVER SITUACIONES PROBLEMÁTICAS 3. INSTRUCCION PROGRAMADA 4. ESTUDIO DE CASO	X	N/A	N/A	N/A	N/A	Manual de asignatura, notas del profesor (opcional) formularios, software (Origin 8), pizarrón y plumón	Calculadora, computadora, cañón	9	0	6	3	Documental	* Lista de cotejo para cuestionario de conceptos. * Lista de cotejo para cuestionario de investigación. * Lista de cotejo para problemario.	Se sugiere implementar otras prácticas sencillas.	
U4 ENERGÍA DE BANDAS	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: • Comprender los conceptos del Modelo de electrones libres, gap, funciones de Bloch, Kronig Penney, función de onda del electrón en un potencial periódico y el número de orbitales en una banda.	EP1: Resolución de cuestionario. EC1: Resolución de problemario. ED1: Práctica de laboratorio.	1. ACTIVIDAD FOCAL INTRODUCTORIA 2. EXPOSICIÓN 3. ESTUDIO DE CASO 4. DISCUSIÓN GUADA	1. LUVIA DE IDEAS 2. RESOLVER SITUACIONES PROBLEMÁTICAS 3. INSTRUCCION PROGRAMADA 4. ESTUDIO DE CASO	X	N/A	N/A	N/A	X	Manual de asignatura, notas del profesor (opcional) formularios, software (Origin 8, Gaussian, Scientific Workplace 5), pizarrón y plumón	Calculadora, computadora, cañón, Sonda Hall, Tasmetro, multímetro, lamina de germanio dopado.	9	0	6	3	Documental y Experimental	* Lista de cotejo para cuestionario de conceptos. * Lista de cotejo para cuestionario de investigación. * Lista de cotejo para problemario. * Bitácora de laboratorio.	Se sugiere enseñar a referenciar citas y realizar reportes de laboratorio.	
U5 PROPIEDADES ELÉCTRICAS, ÓPTICAS Y MAGNÉTICAS	Al completar la unidad de aprendizaje, el alumno será capaz de: • Identificar los Procesos ópticos y secciones. • Comprender los conceptos de superconductividad, dieléctricos, ferromagnéticos, diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo, antiferromagnetismo, resonancia magnética, sólidos no cristalinos y defectos puntuales. • Comprender los fundamentos de la física de superficies e interfaces.	EP1: Resolución de cuestionario. EC1: Resolución de problemario. ED1: Práctica de laboratorio.	1. ACTIVIDAD FOCAL INTRODUCTORIA 2. EXPOSICIÓN 3. ESTUDIO DE CASO 4. DISCUSIÓN GUADA	1. LUVIA DE IDEAS 2. RESOLVER SITUACIONES PROBLEMÁTICAS 3. INSTRUCCION PROGRAMADA 4. ESTUDIO DE CASO	X	N/A	N/A	N/A	X	Manual de asignatura, notas del profesor (opcional) formularios, software (Origin 8, Gaussian, Scientific Workplace 5), pizarrón y plumón	Calculadora, computadora, cañón, bobinas de cobre de 500, morel, espiras, Termómetro digital, imán permanente, Baño termostático, fuente de alimentación AC 6V, multímetro digital, pinza.	9	0	6	3	Documental y Experimental	* Lista de cotejo para cuestionario de conceptos. * Lista de cotejo para cuestionario de investigación. * Lista de cotejo para problemario. * Bitácora de laboratorio.	Se sugiere enseñar a referenciar citas y realizar reportes de laboratorio.	

1. Charles Kittel, Introducción a la Física del estado sólido. Ed. Reverte, 1993, ISBN: 8429143173, 9788429143171.
2. Jesús Maza, Jesús Mosquera, José Antonio Veira, Física del estado sólido, Ed. Univ. Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2006, ISBN: 8497509064, 9788497509060.
3. Jesús Maza Frechin, Física del estado sólido: Ejercicios resueltos, Univ Santiago de Compostela, 2009, ISBN: 8498874076, 9788498874075.



Red de Universidades
Politécnicas

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DE LA ASIGNATURA

Nombre:	Física del Estado Sólido
Clave:	FES-ES
Justificación:	La física de estado sólido constituye la base teórica de la ciencia de los materiales y la nanociencia, comprende los conocimientos necesarios para que los estudiantes entiendan las propiedades a gran escala del resultado de los materiales sólidos a partir de sus propiedades a micro y nano escala.
Objetivo:	El alumno será capaz de describir, analizar y aplicar a los sólidos los principios y leyes fundamentales de la mecánica cuántica y estadística sobre sistemas físicos de la materia condensada.
Habilidades:	<ul style="list-style-type: none">* Relacionar características definitorias de la Física de los sólidos y su conexión con la Mecánica Cuántica y Estadística.* Manejar las herramientas formales en la descripción de los sólidos: Teorema de Bloch.* Aplicar modelos matemáticos a vibraciones reticulares en sólidos.* Entender la fenomenología eléctrica, magnética y óptica de los sólidos.
Competencias genéricas a desarrollar:	Capacidad de abstracción, análisis, resolución de problemas y trabajo en equipo.

Capacidades a desarrollar en la asignatura	Competencias a las que contribuye la asignatura
Simular las propiedades funcionales del nanoproducto empleando modelos matemáticos para validar las correlaciones determinadas y establecer los rangos de variabilidad de los parámetros estructurales que aseguren su funcionalidad.	Determinar las características estructurales, superficiales y/o volumétricas de un nanomaterial/material nanoestructurado empleando modelos matemáticos, fenomenológicos y técnicas de caracterización para identificar propiedades funcionales en el nanoproducto

	Unidades de aprendizaje	HORAS TEORIA		HORAS PRÁCTICA	
		presencial	No presencial	presencial	No presencial
Estimación de tiempo (horas) necesario para transmitir el aprendizaje al alumno, por Unidad de Aprendizaje:	I	9	0	6	3
	II	9	0	6	3
	III	9	0	6	3
	IV	9	0	6	3
	V	9	0	6	3
Total de horas por cuatrimestre:	90				
Total de horas por semana:	6				
Créditos:	6				



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Física del Estado Sólido		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Estructura cristalina		
Nombre de la práctica o proyecto:	Parámetros de red cristalina		
Número:	1	Duración (horas) :	3
Resultado de aprendizaje:	El alumno determinará parámetros de red de materiales sólidos reales con la ayuda del difractómetro de rayos X.		
Requerimientos (Material o equipo):	Difractómetro de rayos X, porta muestras, polvo metálico y trozos de metales o aleaciones, pc, impresora y calculadora.		
Actividades a desarrollar en la práctica:	<ol style="list-style-type: none">1. Preparación de muestras.2. Obtención del difractograma de rayos X.3. Manipulación del difractograma mediante software EVA.4. Cálculos de los parámetros de red.		
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:	<ol style="list-style-type: none">1. Bitácora.2. Reporte de laboratorio.3. Cuestionario.4. Fotografías.		



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Física del Estado Sólido		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Energía de bandas		
Nombre de la práctica o proyecto:	Caracterización de la las propiedades electrónicas de un semiconductor		
Número:	3	Duración (horas) :	3
Resultado de aprendizaje:	El alumno calculará mediante el efecto Hall conductividades a diferentes temperaturas y obtendrá el valor de la banda prohibida de energía.		
Requerimientos (Material o equipo):	Sonda Hall, Teslametro, multimer, lamina de germanio dopado		
Actividades a desarrollar en la práctica:			
<ol style="list-style-type: none">1. Medir el voltaje Hall en función de la corriente para un campo magnetico constante (250mT)2. Observar la magnetorresistencia que se produce en el material semiconductor: obtener la variación del voltaje entre los extremos de la muestra al variar el campo magnético entre -300 mT y 300 mT en pasos de 50 mT, manteniendo la corriente constante (25 mA).3. Quitar las piezas polares y la sonda Hall y, variando T entre temperatura ambiente y 140 °C, en intervalos de 5°C, medir la variación del voltaje entre los extremos de la muestra mientras pasa una corriente constante de 25 mA4. Esperar a que la temperatura sea de unos 35°C. Introducir de nuevo la sonda Hall y aplicar un campo magnético de 300 mT y una corriente de 25 mA. Volver a sacar la sonda Hall y medir la variación del voltaje Hall UH al variar la temperatura.			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
<ol style="list-style-type: none">1. Bitácora.2. Reporte de laboratorio.3. Cuestionario.4. Fotografías.			



Subsistema de
Universidades
Politécnicas

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA O PROYECTO

Nombre de la asignatura:	Física del estado sólido		
Nombre de la Unidad de Aprendizaje:	Propiedades eléctricas, ópticas y magnéticas		
Nombre de la práctica o proyecto:	Determinación de la temperatura de Curie.		
Número:	4	Duración (horas) :	3
Resultado de aprendizaje:	El alumno observará la variación de la permeabilidad magnética de una barra de monel con respecto a la temperatura, determinado la temperatura de Curie mediante ajuste de las medidas a la ecuación predicha por la teoría de campo medio		
Requerimientos (Material o equipo):	Barra hueca de monel, Dos bobinas de cobre de 500 espiras, Termómetro digital, imán permanente, Baño termostático, fuente de alimentación AC 6V, multímetro digital, pinza.		
Actividades a desarrollar en la práctica:			
<ol style="list-style-type: none">5. Realizar un montaje experimental, tal que una barra de monel funcione como núcleo de dos transformadores hechos con bobinas de cobre con 500 espiras las cuales se unirán con una pinza para que no se altere la distancia que las separa6. Controlar la temperatura del baño midiéndola con un termómetro digital7. Colocar un imán permanente al núcleo de monel8. Determinar la temperatura a la cual el imán se desprende del núcleo9. Calcular la temperatura de Curie mediante la teoría del campo medio			
Evidencias a las que contribuye el desarrollo de la práctica:			
<ol style="list-style-type: none">5. Bitácora.6. Reporte de laboratorio.7. Cuestionario.8. Fotografías.			



Subsistema de
**Universidades
Politécnicas**

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Nombre del instrumento de evaluación

1. Lista de Cotejo

Lista de Cotejo																
	Universidad Politécnica del Valle de México Organismo Público Descentralizado del Estado de México		GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO													
		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Evaluación *</th> </tr> <tr> <th>N° de Si</th> <th>Nota</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1 a 2</td> <td>No Competente</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 a 4</td> <td>No Competente</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Competente</td> </tr> </tbody> </table>			Evaluación *		N° de Si	Nota	1 a 2	No Competente	3 a 4	No Competente	5	Competente		
Evaluación *																
N° de Si	Nota															
1 a 2	No Competente															
3 a 4	No Competente															
5	Competente															
		* Por unidad														
		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 25%;">Fecha</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>Asignatura</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Alumno</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Fecha				Asignatura				Alumno			
Fecha																
Asignatura																
Alumno																
		I Unidad	II Unidad													
Concepto	Si	No	Si	No												
Puntual en la llegada a clases																
Trabajador en equipo																
Porcentaje de asistencia																
Porcentaje de entrega de tareas																
Muestra buena actitud																
		III Unidad	IV Unidad													
	Si	No	Si	No												
Observaciones _____																

2. Bitácora de Laboratorio (Obligatoria para presentar reporte de Laboratorio).

3. Práctica de Laboratorio.

4. Evaluación Sumativa.

Con Opción múltiple, resolución de problemas y mapas mentales.

5. Escala de Valores

A = Lista de Cotejo = 20% si es competente.

B = Bitácora de laboratorio: 20% si tiene todas las prácticas.

C = Prácticas de Laboratorio: 20% si todas son aprobadas.

D = Evaluación Sumativa: 40% si obtiene 10 de calificación.

Si $A + B + C + D \geq 70\%$ = El alumno es **COMPETENTE** en la asignatura, de caso contrario no será competente.

NOTA:

1. Los formatos tipo son ejemplos, se pueden modificar tanto las Características a Cumplir (Reactivos) como su respectivo valor (ponderación).

GLOSARIO

Cristal

Sólido cuyos átomos y moléculas están regular y repetidamente distribuidos en el espacio.

Estructura atómica

Disposición o arreglo de los átomos en un material.

Física

Ciencia que estudia las propiedades de la materia y de la energía.

Física de la Materia Condensada

Campo de la física que se ocupa de las características físicas macroscópicas de la materia. En particular, se refiere a las fases "condensadas" que aparecen siempre que el número de constituyentes en un sistema sea extremadamente grande y que las interacciones entre los componentes sean fuertes. Los ejemplos más familiares de fases condensadas son los sólidos y los líquidos.

Mecánica Cuántica

Rama de la física que estudia la descripción del movimiento y la interacción de las partículas a escalas pequeñas (átomos y moléculas) donde la naturaleza discreta del mundo físico se vuelve importante.

Nanotecnología

La palabra "nanotecnología" es usada extensivamente para definir las ciencias y técnicas que se aplican a nivel de nanoescala (típicamente de 10 a 100 nm), esto es unas medidas extremadamente pequeñas "nanos" que permiten trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos.

Óptica

Es el estudio de la luz (incluyendo la región UV e IR), de la manera como es emitida por los cuerpos, de la forma en la que se propaga a través de los medios transparentes y de la forma en que es absorbida por otros cuerpos.

Sólido

Cuerpo u objeto que debido a la gran cohesión de sus moléculas, mantiene forma y volumen constantes.

BIBLIOGRAFÍA

Básica

1. Charles Kittel, Introducción a la física del estado sólido, Ed. Reverté, 1993.
2. Jesús Maza, Jesús Mosquera, José Antonio Veira, Física del estado sólido, Ed. Univ. Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2008.
3. Jesús Maza Frechin, Física del estado sólido: Ejercicios resueltos, Univ Santiago de Compostela, 2009.

Complementaria

1. H. J. Goldsmid, Problemas de física del estado sólido, Ed. Reverté, 1975.
2. Harald Ibach, Hans Lüth, Solid-State Physics: An Introduction to Principles of Materials Science, Ed. Springer, 2009..
3. Henry Ehrenreich, Frans Spaepen, Solid State Physics, Ed. Academic Press, 2009.
4. László Mihály, Michael C. Martin, Solid state physics: problems and solutions, Ed. Wiley-VCH, 2009.

Sitio Web

1. Curso de Física del Estado Sólido, Pontificia Universidad Católica de Chile, Dr. José Mejía López, 2011: <http://www.fis.puc.cl/~jmejia/docencia/solidos.html>.
2. Apuntes de curso de Introducción a la Física de Sólidos, Primera edición, José Rogan C., Gonzalo Gutiérrez G., Eduardo Menéndez P., Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile:
3. <http://fisica.ciencias.uchile.cl/~emenendez/docencia/fissol/solidos-04e.pdf>