



Planificaciones

6210 - Física del Estado Sólido

Docente responsable: ROZENBERG SILVIA MIRTA

OBJETIVOS

Brindar a los alumnos de Ingeniería un curso de profundización de los conocimientos de la Física, para utilizarlos en la predicción del comportamiento, caracterización y análisis de la materia en estado sólido.

Justificar las propiedades de los dispositivos y apreciar la integración entre modelos teóricos, experimentación y desarrollo de tecnología.

Estimular en la formación de los estudiantes una orientación hacia la investigación aplicada.

CONTENIDOS MÍNIMOS

-

PROGRAMA SINTÉTICO

a) Se analizan las características geométricas del ordenamiento regular con que se modeliza una estructura cristalina y su influencia en la modificación de un frente de onda que la ilumina. Se estudia el detalle de los métodos experimentales que permiten realizar su verificación.

b) Se estudian los enlaces cristalinos, dando modelos matemáticos que describen a algunos de ellos y relacionando las magnitudes físicas que surgen de ellos con los parámetros de red de la estructura cristalina que describen.

c) Se estudia el comportamiento dinámico de un medio elástico discreto (correspondiente a una disposición periódica característica de un arreglo cristalino) y se destacan similitudes y diferencias con el correspondiente a un medio elástico continuo.

d) Con la aplicación de la Física Cuántica se analiza el comportamiento eléctrico semiconductor.

e) Las propiedades eléctricas y magnéticas permiten profundizar el conocimiento en mayores detalles y emplear los mismos para justificar las aplicaciones a que dan lugar.

f) Incorporando la influencia de temperatura muy bajas, se analiza el estado superconductor.

g) Finalmente se analiza el detalle de la función específica que se logra en diferentes dispositivos disponibles como componentes opto-electrónicos.

PROGRAMA ANALÍTICO

1. Cristalografía. Sólidos cristalinos y no cristalinos. Estudio de los cristales. Redes. Celdas y vectores de base. Operaciones de simetría. Sistemas cristalinos. Redes de Bravais. Posición y orientación de planos en un cristal. Índices de Miller. Índices de dirección. Espaciamiento entre planos. Empaquetamiento compacto. Estructuras cristalinas observadas. Estructura del diamante.

2. Análisis cristalográfico. Rayos X. Ley de Bragg. Ecuaciones de Von Laue. Métodos experimentales de difracción. Derivación de Laue de la amplitud de la onda dispersada. Dispersión por una red de átomos puntuales. Red recíproca. Cálculo de los vectores de base en la red recíproca. Análisis de Fourier de distribuciones periódicas. Construcción de Ewald. Esfera de reflexión y esfera límite. Zonas de Brillouin, construcción. Factor de estructura de las bases. Factor de forma atómica, ejemplos.

3. Enlaces cristalinos. Energía de cohesión. Cristales de gases inertes. Interacción de Van Der Waals. Cristales iónicos. Energía electrostática de Madelung. Cristales covalentes. Cristales metálicos.

4. Vibraciones en redes. Movimiento ondulatorio en redes atómicas unidimensionales. Modos normales de vibración. Estructuras unidimensionales diatómicas. Región de frecuencia prohibida. Propiedades ópticas en el infrarrojo. Cálculo del calor específico reticular. Cálculo clásico. Teoría de Einstein. Teoría de Debye. Fonones. Expansión térmica de los sólidos. Conductividad térmica.

5. Teoría de bandas. Solución estacionaria de la ecuación de Schrödinger para una barrera de potencial. Generalización del modelo de la barrera para un potencial periódico. Bandas de energía permitidas. Solución de la ecuación del potencial periódico por aplicación del teorema de Floquet-Bloch. Aproximación a un electrón casi libre. Cantidad de movimiento de un electrón en un medio cristalino. Masa efectiva. Solución de la ecuación del potencial periódico mediante desarrollo en serie de Fourier. Aproximación al caso del electrón fuertemente ligado. Cálculo de los intervalos de energía prohibida. Teoría de perturbaciones. Cálculo aproximado de la función de onda y de los autovalores de energía.

6. Dieléctricos. Campo eléctrico macroscópico: campo de Lorentz y campo de los dipolos dentro de la cavidad. Dependencia de la frecuencia: el modelo de Lorentz. Moléculas polares: la fórmula de Langevin-Debye. Polarización permanente: ferroelectricidad. Clasificación de cristales ferroeléctricos.

7. Magnetismo. El magnetismo como fenómeno cuántico. Paramagnetismo de los iones libres y de los electrones de conducción. Diamagnetismo: impulso en un campo magnético, apantallamiento por corrientes inducidas, cálculo del momento magnético. Ferromagnetismo. temperatura de Curie. Dependencia de la saturación de la magnetización respecto de la temperatura. Dominios ferromagnéticos. Histéresis.

8. Superconductividad clásica de bajas temperaturas. Esbozo de la teoría BCS (Bardeen-Cooper-Schrieffer). Superconductividad de altas temperaturas. Descripción fenomenológica. Estado de las hipótesis explicativas a la fecha.

9. Dispositivos semiconductores: MOSFET, CCD, cristales líquidos.

10. Fotodetectores. Diodos PIN y de avalancha. Celdas fotovoltaicas. Fotoemisores: LEDS y láseres. Superredes.. Dispositivos de pozo cuántico.

BIBLIOGRAFÍA

- "Introducción a la Física del Estado Sólido"
Charles Kittel. Editorial Reverte S.A.

- "Fundamentals of Solid State Physics"
J. Richard Christman. Editorial John Wiley & Sons.

- "Solid State Physics"
N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, D. Mermin. Editorial Holt Rinehart & Winston.

- "Fundamentals of Semiconductors: Physics and Materials Properties"
P. Y. Yu, M. Cardona, Editorial Springer.

- "Understanding Solid State Physics",
D. S. Holgate. Editorial Taylor & Francis.

- "Solid-State Physics: An Introduction to Principles of Materials Science"
H. Ibach, H Luth. Editorial Springer.

RÉGIMEN DE CURSADA

Metodología de enseñanza

El sustento teórico de los distintos puntos del programa será aportado por el profesor mediante presentaciones orales y escritas haciendo uso de sistemas multimedia (en formato Power Point).

El proceso de elaboración de los temas involucrará trabajos prácticos, los cuales estarán basados en la resolución analítica y numérica de problemas. Reforzando las clases presenciales, se utilizará el campus para consulta y discusión de los distintos temas desarrollados.

Modalidad de Evaluación Parcial

La aprobación de la materia constará de tres instancias:

1- La aprobación de un examen teórico-práctico.

2- La aprobación de un trabajo monográfico que involucre investigación bibliográfica, elaboración personal del tema y

capacidad de transmisión (escrita y oral) del tema elaborado. El tema será acordado entre el estudiante y el profesor y tendrá relación con aquellos contenidos en el programa de la materia.

3- La aprobación de la resolución de las guías de trabajos prácticos.

CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Cristalografía. Redes de Bravais. Estructuras cristalinas.	Problemas de cristalografía				"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<2> 16/03 al 21/03	Análisis cristalográfico. Red recíproca. Difracción de Rayos x y electrones.	Problemas de difracción de Bragg				"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<3> 23/03 al 28/03	Análisis de Fourier de distribuciones periódicas Zonas de Brillouin.	Simulación de estructuras por transformada de fourier				"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<4> 30/03 al 04/04	Factor de estructura. Factor de forma atómica.	Cálculo de intensidades difractadas.	Estudio de Materiales en Laboratorio.			"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<5> 06/04 al 11/04	Enlaces cristalinos. Metálico, covalente e iónico. Materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y composites de uso electrónico.	Cálculo de las energías de enlace y energía de cohesión.	Visita a laboratorios de producción de materiales			"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<6> 13/04 al 18/04	Vibraciones en redes. Interpretación	Cálculo de bandas ópticas y				"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel.

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
	del efecto de las interacciones, fonones.	acústicas con modelos de cadena lineal y 3 dimensional.				3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<7> 20/04 al 25/04	Calor específico reticular. Teoría de Einstein y de Debye. estudios calorimétricos	Simulación del calor específico en determinados sólidos				"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<8> 27/04 al 02/05	Gas de electrones libres. Fermiones. Definición y determinación de la superficie de Fermi en el espacio de Fourier.	Cálculo de los orbitales de distintos elementos metálicos. Determinación del grado de degeneración de los distintos niveles energéticos				"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<9> 04/05 al 09/05	Teoría de bandas de energía en sólidos cristalinos. Solución general para un potencial periódico. Teorema de Bloch. Solución por teorema de Floquet.	Simulación del cálculo de bandas de energía.				"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<10> 11/05 al 16/05	Parcial					"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<11> 18/05 al 23/05	Teria de Magnetismo y Materiales Magnéticos	cálculo de magnetización y susceptibilidad magnética.				"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed.

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
						Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<12> 25/05 al 30/05	Materiales Dieléctricos	Cálculo de constantes dieléctricas	Visita a laboratorio de producción de dieléctricos			"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<13> 01/06 al 06/06	Superconductividad de baja y alta temperatura de transición.		Visita a un equipo superconductor.			"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<14> 08/06 al 13/06	Diodos laser. fundamentos de la teoría laser. Construcción de juntas laser. Aplicaciones					"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<15> 15/06 al 20/06	Clases especiales de dispositivos y materiales electrónicos				26-11 al 07-12 Trabajos monográficos dispositivos y materiales electrónicos.	"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.
<16> 22/06 al 27/06	Clases especiales de dispositivos y materiales electrónicos				A partir del 08-12 Presentación de Trabajos monográficos dispositivos y materiales electrónicos. Exposición oral (Examen Final)	"Introducción a la Física del Estado Sólido" Charles Kittel. 3º edición en castellano. Ed. Revert(1995). "Física del Estado Sólido y de los Semiconductores." J.P. McKelvey. Ed. Limusa. "Solid State Physics" N.W. Ashcroft & N.D. Mermin. Ed. Saunders College Publishing.

CALENDARIO DE EVALUACIONES

Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	10	13/05	16:00	
2º	16	24/06	16:00	
3º				
4º				
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
1 Evaluación en la semana 10 2 Recuperación de evaluación, semana 16 3 Presentación de trabajos monográficos a partir de la semana 17.				
Otras observaciones				
La presentación de trabajos monográficos involucra el trabajo impreso, copia digital y exposición oral del mismo.				