

<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>: INGENIERIA ELECTRONICA</b>
<b>DIVISIÓN/SECCIÓN</b>	<b>: INGENIERÍA ELECTRÓNICA</b>
<b>SEMESTRE</b>	<b>: SEXTO</b>
<b>ASIGNATURA</b>	<b>: CIENCIA DE MATERIALES</b>
<b>CODIGO</b>	<b>: 05640</b>
<b>INTENSIDAD SEMANAL</b>	<b>: T2</b>
<b>PRE-REQUISITO</b>	<b>: MATEMATICAS ESPECIALES II (45521)</b>

## **I. OBJETIVO :**

Introducir al estudiante al nuevo formulismo matemático de la Mecánica Cuántica, para entender mejor el comportamiento del mundo microscópico, con miras al entendimiento de la teoría de los semiconductores.

## **II. PROGRAMA SINTETICO (SYLLABUS) :**

1. Fundamentos de Física Cuántica
2. Mecánica Cuántica
3. Sólidos
4. Estadística de electrones y huecos en los semiconductores
5. Mecanismos de dispersión de portadores de carga
6. Fenómenos cinéticos en los semiconductores
7. Generación y recombinación de portadores de carga en desequilibrio
8. Difusión y deriva de portadores de carga en desequilibrio

## **III. PROGRAMA ANALÍTICO :**

### **Cap. 1 Fundamentos de la Física Cuántica**

- 1.1 Introducción (Dinámica Relativista)
- 1.2 Radiación Electromagnética. Espectros
- 1.3 Emisión Fotoeléctrica
- 1.4 Fotones
- 1.5 Dispersión de radiación por electrones libres. Efecto Compton
- 1.6 Producción de pares
- 1.7 Estados estacionarios. Evidencia experimental de estados estacionarios
- 1.8 Interacción de la radiación con la materia
- 1.9 Partículas y campos de Broglie
- 1.10 Partículas y paquetes de ondas
- 1.11 Principio de indeterminación de Heisenberg para la posición y el momentum
- 1.12 La relación de indeterminación para el tiempo y la energía

### **Cap. 2 Mecánica Cuántica**

- 2.1 Introducción. Función de onda y densidad de probabilidad
- 2.2 Ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo
- 2.3 Ecuación de Schrödinger independiente del tiempo
- 2.4 Partículas en un potencial escalón, una caja de potencial finita e infinita
- 2.5 Niveles de energía y funciones de onda en general
- 2.6 Oscilador armónico
- 2.7 Penetración a través de una barrera de potencial. Efecto tunel
- 2.8 Probabilidad de transición y reglas de selección
- 2.9 Teoría formal de la mecánica cuántica

### **Cap. 3 Sólidos. Fundamentos de la teoría de las bandas en semiconductores**

- 3.1 Introducción. Tipos de sólidos

- 3.2 Teorema de Bloch
- 3.3 Ecuación de Schrödinger para el cristal. El modelo de Kronig-Penney
- 3.4 Aproximación monoeléctrica. Aproximación de electrones firmemente ligados
- 3.5 Número de estados en la banda permisible. Zona de Brillouin
- 3.6 Movimiento de electrones en el cristal por acción de un campo eléctrico
- 3.7 Masa efectiva de portadores de carga
- 3.8 Estructura de banda de energía de algunos semiconductores. Teoría elemental de niveles locales

#### **Cap. 4 Estadística de electrones y huecos en los semiconductores**

- 4.1 Introducción. Densidad de estados cuánticos
- 4.2 Función, distribución de Fermi-Dirac
- 4.3 Grado de llenado de los niveles de impurezas. Concentración de electrones y huecos
- 4.4 Semiconductor extrínseco. Semiconductor intrínseco.
- 4.5 Posición de nivel de Fermi en función de la concentración de impurezas y de la temperatura para semiconductor no degenerado.
- 4.6 Bandas de impurezas

#### **Cap. 5 Mecanismos de dispersión de portadores de carga en los semiconductores**

- 5.1 Ecuación cinética de Boltzman. Estado de equilibrio. Tiempo de relajación
- 5.2 Sección eficaz de dispersión. Tipos de centros de dispersión
- 5.3 Dispersión por iones de impurezas
- 5.4 Dispersiones por átomos de impurezas y dislocaciones
- 5.5 Oscilaciones térmicas de átomos en una red unidimensional. Dispersión por oscilaciones térmicas.

#### **Cap. 6 Fenómenos cinéticos en Semiconductores**

- 6.1 Conductividad eléctrica en los semiconductores
- 6.2 Movilidad de los portadores en función de la temperatura.
- 6.3 Efecto Hall. Fenómenos termoeléctricos. Experimento de Haynes-Shockley
- 6.4 Fenómenos de transporte en campos intensos.

#### **Cap. 7 Generación y recombinaciones de portadores de carga en desequilibrio**

- 7.1 Portadores de carga en equilibrio y desequilibrio
- 7.2 Generación luminosa bipolar de portadores de carga
- 7.3 Generación monopolar. Tiempo de relajación de Maxwell
- 7.4 Tipos de recombinación. Recombinación por radiación entre bandas
- 7.5 Recombinación por choque entre bandas
- 7.6 Recombinación de portadores de carga por centro de captura

#### **Cap. 8 Difusión y deriva de portadores de carga en desequilibrio**

- 8.1 Ecuación de continuidad
- 8.2 Corriente de difusión y deriva
- 8.3 Relación de Einstein
- 8.4 Difusión y deriva de portadores de carga en desequilibrio en el caso de conducción monopolar
- 8.5 Movimiento de portadores de carga minoritarios

### **IV. METODOLOGÍA/RECURSOS :**

Se realizan exposiciones donde se fundamentan los conceptos teóricos y se ejecutan ejercicios.

### **V. EVALUACIÓN :**

Se realizan tres parciales y una evaluación final con los porcentajes especificados en el reglamento (Parciales 70%, Exámen Final 30%).

### **VI. BIBLIOGRAFÍA :**

1. FLINN R., TROJAN P. "Materiales de Ingeniería y sus aplicaciones. Editorial McGraw Hill. México.
2. YARIV, Amnon. "An Introduction to Theory and applications of Quantum Mechanics. Editorial John Wiley and sons. New York.
3. McKELVEY. "Física del estado sólido y de Semiconductores. Editorial Limusa. México.
4. ACOSTA, COWAN, GRAHAM. "Curso de física Moderna. Editorial Harla. México.
5. SZE, S.M. "Physics of Semiconductor Devices". Editorial John Wiley and sons. New York.