

FÍSICA DE SEMICONDUCTORES (64 hrs.)

Profesores: Dr. Alejandro Ávila García, Dr. Gabriel Romero Paredes Rubio.

OBJETIVOS: Proporcionar al estudiante los elementos teóricos necesarios para entender las propiedades estructurales, elásticas y eléctricas de los semiconductores.

Contenido:

TEMA 1: CRISTALOGRAFÍA.

- 1.1 Definición de un cristal
- 1.2 Ordenaciones atómicas, planos cristalinos, índice de Miller, distancia entre planos, malla elemental, base.
- 1.3 Estructuras cristalinas, redes de Bravais.
- 1.4 Difracción de rayos X; Condiciones de Von Laue, Ley de Bragg, esfera de Ewald, red recíproca, factor de estructura.
- 1.5 Métodos Experimentales de difracción
 - * Determinación de direcciones cristalinas en monocristales.
 - * Determinación de la estructura cristalina.

TEMA 2: FONONES.

- 1.1 Vibraciones de redes monoatómicas
 - i) 1a. Zona de Brillouin
 - ii) Velocidad de grupo
 - iii) Límite continuo
- 1.2 Redes con dos átomos en la celda primitiva.
- 1.3 Propiedades ópticas en el infrarrojo.
- 1.4 Modos locales de fonones.
- 1.5 Momentum de fonones.
- 1.6 Dispersión inelástica de fotones por fonones de longitud de onda larga.
- 1.7 Dispersión inelástica de neutrones por fonones

TEMA 3: MOVIMIENTO DE ELECTRONES EN SÓLIDOS.

- 3.1 Modelo de Kronig-Penney: $E(k)$, zona reducida.
- 3.2 Modelo de electrón casi libre.
- 3.3 Modelo del electrón fuertemente ligado: caso de la red cúbica simple
- 3.4 Dinámica de partículas cargadas: masa efectiva, cantidad de movimiento.
- 3.5 Electrones y huecos, condiciones de difracción en las fronteras de las zonas de Brillouin.
- 3.6 Densidad de estados y ocupación: Conductores, Dieléctricos y Semiconductores.

TEMA 4: SEMICONDUCTORES HOMOGÉNEOS.

- 4.1 Estadística de Fermi-Dirac.
- 4.2 Estadística de semiconductores homogéneos no degenerados.

4.3 Ley de acción de masas

4.4 Semiconductores intrínsecos: $n_i(E_g, m_{e,h}^*, T)$, Concentración de portadores libres, conductividad, nivel de Fermi en función de E_g, m^*, T .

4.5 Semiconductores extrínsecos: impurezas hidrogenoides, estadística de impurezas.

4.6 Cálculo del nivel de Fermi: ionización total, parcial, método de Shockley.

4.7 Variación del nivel de Fermi en un Semiconductor con varios niveles en la Banda prohibida, dependencia con la temperatura.

4.8 Conductividad en semiconductores extrínsecos.

4.9 Semiconductores inhomogeneos.

TEMA 5: TEORÍA CINÉTICA ELEMENTAL EN LOS PROCESOS DE TRANSPORTE.

5.1 Tiempo de colisión.

5.2 Sección eficaz de dispersión y su relación con el tiempo de colisión.

5.3 Conductividad térmica.

5.4 Conductividad eléctrica.

5.5 Autodifusión.

TEMA 6: TEORÍA DEL TRANSPORTE UTILIZANDO LA APROXIMACIÓN DEL TIEMPO DE RELAJACIÓN.

6.1 Propiedades térmicas y eléctricas de un gas de electrones.

6.2 Dispersión por impurezas en semiconductores degenerados.

6.3 Dispersión por fonones en semiconductores no degenerados.

6.4 Efecto de electrones "calientes".

6.5 Efectos termoeléctricos.

6.6 Efectos galvanomagnéticos.

TEMA 7: SEMICONDUCTORES EN DESEQUILIBRIO.

7.1 Ecuaciones de continuidad.

7.2 Mecanismos de recombinación; teoría de Schokley-Read.

7.3 Dependencia del tiempo de vida de los portadores de carga en función de la temperatura y de la posición de los centros de atrapamiento dentro de la banda prohibida.

7.4 Definición de centros de atrapamiento ó de adherencia y centros de recombinación.

7.5 Generación luminosa de centros de carga.

7.6 Ecuación de transporte ambipolar y coeficiente de difusión ambipolar.

BIBLIOGRAFÍA:

- Quantum Theory of Atoms, Molecules Solids, Nuclei and particles, R. B. Eisberg & R. Resnik J. Wiley.
- Quantum Mecahnics, L. I. Shiff, Mc. Graw Hill.
- Principles of Modern Physics, R. B. Leighton, Mc. Graw Hill.
- Introduction to Solid State Physics, C. Kittel, John Wiley & Sons.
- Physics of Semiconductors, J. L. Moll, Mc. Graw Hill.

- Solid State and Semiconductor Physics, J. P. McKelvey, Harper & Row.
- Electronic Properties of Crystalline solids: an Introduction to Fundamentals, R. H. Bube Acad. Press.
- Electrons and Crystals, T. L. Martin & W. F. Leonard, Cole Pub.
- Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, J. Wiley
- Physics of Semiconductor Devices, S. M. Sze, J. Wiley
- Física de los Semiconductores, K. V. Shalimova, Editorial Mir