PROPIEDADES ELECTRÓNICAS DE MATERIALES

8 CRÉDITOS

OBJETIVOS

El objetivo del curso es proveer un entendimiento general sobre las propiedades electrónicas, ópticas, magnéticas y térmicas de los materiales basados en los conceptos centrales de la física de estado sólido y la descripción cuántica de la estructura electrónica de los materiales. La motivación principal del curso es mostrar que la estructura electrónica de los materiales determina las propiedades ópticas, electrónicas y magnéticas de los materiales. El curso inicia con una revisión de los conceptos de la mecánica cuántica y la descripción de los electrones en diferentes sistemas. A continuación se presenta la descripción de las propiedades electrónicas y ópticas de los semiconductores, incluyendo el cambio en sus propiedades al ser de baja dimensionalidad. De aquí se pasa al estudio de las propiedades magnéticas de materiales y una descripción del fenómeno de la superconductividad. Finalmente, se incluye un capítulo sobre la dinámica de los átomos en cristales, cuyo objetivo es describir las propiedades que son controladas por el movimiento de los átomos alrededor de sus posiciones de equilibrio.

TEMARIO

1. Introducción (6 horas)
    1.1. Conceptos básicos de mecánica cuántica
    1.2. Enlace en estado sólido

2. Estructura de bandas de los sólidos (8 horas)
    2.1. Introducción
    2.2. Teorema de Bloch y estructura de bandas de un sólido periódico
    2.3. El modelo de Kronig-Penney
    2.4. El método de enlace fuerte
    2.5. El método de electrón cuasi-libre
    2.6. Estructura de bandas de semiconductores tetrahedrales
    2.7. El uso de pseudo-potenciales

3. Estructura y defectos en semiconductores en bulto (8 horas)
    3.1. Introducción
    3.2. Teoría k-p de semiconductores
    3.3. Masa efectiva de electrones y agujeros
    3.4 Tendencias en los semiconductores
    3.5. Impurezas en semiconductores
    3.6. Semiconductores amorfos

4. Física y aplicaciones de estructuras semiconductoras de baja dimensionalidad (4 horas)
    4.1. Introducción
    4.2. Estados confinados en pozos de potencial, alambres y puntos cuánticos
    4.3. Densidad de estados en pozos de potencial, alambres y puntos cuánticos
    4.4. Dopaje modulado y hetero-uniones
    4.5. Efecto Hall cuántico

5. Propiedades ópticas* (8 horas)
    5.1. Reflexión
    5.2. Resumen de procesos de absorción
    5.3. Transiciones a través de la brecha energética
    5.4. Excitones
    5.5. Imperfecciones
    5.6. Portadores libres
    5.7. Absorción de resonancia del plasma
    5.8. Polarización de electrones ligados
    5.9. Efectos fotoeléctricos
    5.10. Espectro óptico
    5.11. Aplicaciones fotoeléctricas

6. Diamagnetismo y paramagnetismo (8 horas)
    6.1. Introducción
    6.2. Magnetización
    6.3. Momento magnético del electrón
    6.4. Diamagnetismo en átomos y sólidos
    6.5. Teoría de Langevin (clásica) del paramagnetismo
    6.6. Momentos magnéticos en átomos e iones aislados: reglas de Hund
    6.7. Teoría de Brillouin (mecánica cuántica) del paramagnetismo
    6.8. Paramagnetismo en metales

7. Ferromagnetismo y orden magnético (8 horas)
    7.1. Introducción
    7.2. La interacción de intercambio
    7.3. Ferromagnetismo y la temperatura de Curie
    7.4. Magnetización espontánea
    7.5. Magnetización espontánea y la susceptibilidad de un antiferromagneto
    7.6. Ferromagnetismo
    7.7 Ondas de spin- excitaciones magnéticas elementales
    7.8. Dominios ferromagnéticos
    7.9. Imanes permanentes de alta calidad
    7.10. Ferromagnetismo itinerante
    7.11 Magnetoresistencia gigante

8. Superconductividad (8 horas)
    8.1. Introducción
    8.2. Ocurrencia de la superconductividad
    8.3. Comportamiento magnético y efecto Meissner

8.4. Superconductores tipo I y II
8.5. Momento electromagnético y las ecuaciones de London
8.6. El efecto Meissner
8.7. Aplicaciones de la termodinámica
8.8. Pares de Cooper y la teoría BCS
8.9. Longitud de coherencia en la teoría BCS
8.10. Corrientes persistentes y función de onda de la superconductividad
8.11. Cuantización del flujo
8.12. Tunelaje Josephson
8.13. Efecto Josephson AC
8.14. Superconductividad a alta temperatura

9. Dinámica de los átomos en un cristal** (6 horas)
    9.1. Fonones
    9.2. Dispersión
    9.3. Propiedades térmicas:
        9.3.1. Calor específico
        9.3.2. Expansión térmica
        9.3.3. Conductividad térmica

BIBLIOGRAFÍA

Textos:

1. O'Reilly E., *Quantum Theory of Solids*, Taylor & Francis, Great Britain, 2002.
2. Bube R., *Electrons in Solids**, Academic Press Inc, USA, 1992.
3. Ibach H., Luth H., *Solid State Physics; an Introduction to Principles of Materials Science***, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Hummel R.E., *Electronic Properties of Materials*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1993.
2. Kittel C., *Introduction to Solid State Physics*, John Wiley & Sons 8e, USA 2004.
3. Kittel C., *Quantum Theory of Solid*, John Wiley & Sons 2nd, USA 1987.
4. Richard M Martin, *Electronic Structure: Basic Theory and Practical Methods*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.