

CONTENIDO TEMATICO

Ordenar temas utilizando codificación decimal.

1 - Estructura cristalina

- 1.1-Nociones sobre la estructura microscópica de la materia en estado sólido.
- 1.2-Red primitiva o de Bravais.
- 1.3-Vectores base.
- 1.4-Celda unitaria primitiva y convencional.
- 1.5-Celda de Wigner-Seitz.
- 1.6-Ejemplos de las redes cúbicas.
- 1.7-Estructura cristalina.
- 1.8-Base o motivo.
- 1.9-Ejemplos de estructuras con mas de un sitio en la base.
- 1.10-Red recíproca : definición, construcción, propiedades y ejemplos.
- 1.11-Zona de Brillouin.
- 1.12-Aplicaciones a la representación de Fourier de propiedades cristalinas: funciones de variable posición continua y discreta periódica (red).
- 1.13-Condiciones de contorno periódicas.

2 - Difracción en cristales

- 2.1-Distintos campos excitatrices con que se puede producir difracción en un cristal: rayos X, neutrones y electrones.
- 2.2-Tratamiento general de la dispersión elástica de una onda plana monocromática en un cristal.
- 2.3-Factor de estructura geométrica.
- 2.4-Condiciones de difracción de Laue y de Bragg.
- 2.5-Equivalencia de ambas.
- 2.6-Planos de Bragg.
- 2.7-Índices de Miller.
- 2.8-Análisis de las posiciones atómicas: factor de forma atómico.
- 2.9-Métodos experimentales de difracción de rayos X: de Laue, de cristal rotatorio y de polvos.

3 – Cohesión

- 3.1-Revisión de la estructura electrónica de los elementos.
- 3.2-Concepto de energía de cohesión.
- 3.3-Nociones de los mecanismos de cohesión en los elementos.
- 3.4-Uniones metálicas, covalentes, de Van der Waals y moleculares.
- 3.5-Unión iónica en compuestos.
- 3.6-Ejemplos de covalencia e ionicidad en compuestos binarios simples.
- 3.7-Valores comparativos de energías de cohesión en elementos y compuestos iónicos.
- 3.8-Gases nobles: atracción de Van der Waals y repulsión por solapamiento de orbitales vecinos.
- 3.9-El potencial de Lennard-Jones.
- 3.10-Modelo para los cristales correspondientes a gases nobles : evaluación de las energías de cohesión, distancias de equilibrio y módulos de compresibilidad.

CONTENIDO TEMATICO

Ordenar temas utilizando codificación decimal.

- 3.11-Cristales iónicos.
- 3.12-Potencial repulsivo de Born-Mayer.
- 3.13-La energía coulombiana : coeficientes de Madelung.
- 3.14-Evaluación de energías de cohesión, distancias de equilibrio y módulos de compresibilidad.

4 - Dinámica de la red cristalina

- 4.1-Separación de los grados de libertad electrónicos de los nucleares: la aproximación adiabática.
- 4.2-El potencial de la red: desarrollo en desplazamientos nucleares dinámicos y aproximación armónica.
- 4.3-Constantes de fuerza.
- 4.4-Ecuaciones clásicas de movimiento del cristal armónico.
- 4.5-Desarrollo de los desplazamientos en ondas planas y desacoplamiento formal de las celdas.
- 4.6-La matriz dinámica: propiedades, autovalores y autovectores.
- 4.7-Coordenadas normales.
- 4.8-Interpretación del desarrollo de los desplazamientos en modos normales.
- 4.9-Relaciones de dispersión.
- 4.10-Modos acústicos y ópticos.
- 4.11-Relación con las constantes elásticas del cristal.
- 4.12-El hamiltoniano en coordenadas normales.
- 4.13-Cuantificación.
- 4.14-Formalismo de operadores de creación y destrucción para bosones.
- 4.15-Fonones.
- 4.16-Termodinámica estadística del cristal armónico.
- 4.17-La función de partición y funciones de estado: energía libre, entropía y energía interna.
- 4.18-Calor específico: límites de alta y baja temperatura.
- 4.19-Modelos de Debye y de Einstein.
- 4.20-Impulso cristalino.
- 4.21-Reglas de conservación en interacciones de fonones entre sí o con otras partículas o cuasipartículas.
- 4.22-Propiedades ópticas de aisladores.
- 4.23-La función dieléctrica de la red.
- 4.24-Efectos sobre modos ópticos transversales y longitudinales.
- 4.25-Relación de Lyddane-Sachs-Teller.
- 4.26-Reflectividad infrarroja.

5 - Modelo de electrones libres para metales

- 5.1-Tratamiento cuántico.
- 5.2-La densidad de estados.
- 5.3-La energía de Fermi.
- 5.4-El nivel fundamental.
- 5.5-Paragnetismo de Pauli.
- 5.6-Estadística de Fermi-Dirac.
- 5.7-La energía interna.
- 5.8-El calor específico.

- 5.9-El potencial químico.
- 5.10-Desarrollo de Sommerfeld.
- 5.11-Comparación con el calor específico clásico y con la contribución de fonones.
- 5.12-Propiedades de transporte.
- 5.13-El modelo de Drude modificado según Sommerfeld.
- 5.14-Conceptos de colisiones y tiempo de relajación.
- 5.15-Condiciones de validez.
- 5.16-Movimiento en un campo externo casi uniforme.
- 5.17-Conductividad eléctrica estática y dinámica.
- 5.18-Excitación con una onda electromagnética.
- 5.19-Plasmones.
- 5.20-La función dieléctrica.
- 5.21-Relación con la conductividad.
- 5.22-Condiciones de propagación y de reflexión de una onda.
- 5.23-Efecto Hall.
- 5.25-Conductividad térmica.
- 5.26-Relación con la conductividad eléctrica: regla de Wiedemann-Franz.
- 5.27-Efecto Seebeck y poder termoeléctrico.

6 - Modelo de electrones independientes en un potencial periódico : teoría de bandas

- 6.1-Teorema de Bloch. Funciones de Bloch.
- 6.2-Periodicidad de éstas y de sus autoenergías en el espacio recíproco.

CONTENIDO TEMÁTICO

Ordenar temas utilizando codificación decimal.

- 6.3-Bandas de energía.
- 6.4-El estado fundamental.
- 6.5-Posibilidad de un “gap” de energías prohibidas.
- 6.6-Concepto de aislador. semiconductor y metal.
- 6.7-Nivel y superficie de Fermi.
- 6.8-Aproximación de electrones casi libres.
- 6.9-Esquema de “red vacía”.
- 6.10-Perturbaciones de niveles aislados y de niveles casi-degenerados por un potencial periódico débil.
- 6.11-Efectos cerca de planos de Bragg.
- 6.12-Superficies de Fermi.
- 6.13-Zonas de Brillouin 2^{da}, 3^{ra}, etc.
- 6.14-Esquemas de zonas reducida y extendida.
- 6.15-Aproximación de electrones fuertemente ligados (tight-binding).
- 6.16-Desarrollo de una función de Bloch como combinación lineal de orbitales localizados.
- 6.17-Integrales de solapamiento (overlap), “hopping”, y energías de sitio.
- 6.18-Obtención de las bandas a partir de una matriz hamiltoniana.

7 - Dinámica semiclásica de electrones

- 7.1-Valor de expectación de la velocidad de un electrón en un estado de Bloch.
- 7.2-Modelo semiclásico para la evolución de un estado de Bloch en un campo externo.
- 7.3-Ecuaciones de movimiento.
- 7.4-Condiciones de validez.
- 7.5-Imposibilidad de que una banda completamente llena pueda contribuir a la

conducción: existencia de aisladores, semiconductores y conductores.

7.6-Concepto de agujero en una banda llena.

7.7-Tensor de masa efectiva.

7.8-Orbitas en campos magnéticos.

8 – Semiconductores

8.1-Conducción en un aislador de gap pequeño.

8.2-Valores típicos de gaps en semiconductores.

8.3-Characterización macroscópica de un semiconductor.

8.4-Conductividad intrínseca y extrínseca.

8.5-Gaps directos e indirectos.

8.6-Determinación.

8.7-Resonancia ciclotrónica.

8.8-Números de electrones de conducción y de agujeros en equilibrio térmico.

8.9-Ley de acción de masas.

8.10-Casos intrínseco y extrínseco.

8.11-Comportamientos del potencial químico

8.12-Niveles de impurezas donoras y aceptoras: modelo hidrogenoide.

8.13-Poblaciones de niveles de impurezas.

8.14-Densidad de portadores en equilibrio térmico para semiconductores dopados.

TRABAJOS PRACTICOS

a) Enumeración:

Prácticas de problemas sobre :

- 1) Estructuras cristalinas
- 2) Difracción de Rayos X
- 3) Energía de cohesión en cristales
- 4) Vibraciones de la red - Fonones
- 5) Gas de electrones en metales

- 6) Electrones en un potencial periódico - Teoría de bandas.
- 7) Dinámica de electrones y agujeros en bandas- Transporte
- 8) Semiconductores

b) Guías de trabajos prácticos publicadas (con su código de publicación):

BIBLIOGRAFIA

a) Adecuada al programa. Ordenada por temas y con su codificación de biblioteca, incluídas las publicaciones de Cátedra con su código de publicación.

- 1- Textos mas adecuados al programa :
 - Solid State Physics, N.W. Ashcroft and N.D. Mermin (Saunders College, Philadelphia, 1976)

- Introduction to Solid State Physics, C. Kittel (J. Wiley, 7a Edición, 1996)

2- Otros textos básicos :

- Principles of the Theory of Solids, J.M. Ziman (Cambridge Univ. Press, 1972)
- Introduction to Solid State Theory, O. Madelung (Springer, 1981)
- Solids: Elementary Theory for Advanced Students, Weinreich (J. Wiley, 1965)
- Solid State Physics, E.E. Hall (J. Wiley, 1974)

3- Texto de problemas :

- Problemas de Física del Estado Sólido, H.J. Goldsmid (1975)

Nota : Todos los textos enunciados se encuentran en la Biblioteca de la FCEIA.

b) Complementaria para profundización o extensión de temas

- Quantum Theory of the Solid State, Vol. I y II, Callaway (Academic Press, 1974)
- Concepts in Solids, P.W. Anderson (1964)
- The Structure and Properties of Matter, T. Matsubara (Springer, 1982)
- Electrons and Phonons, J.M. Ziman (1960)
- Theory of Lattice Dynamics in the Harmonic Approximation, A. Maradudin, E. Montroll and G. Weiss (Academic Press, 1971)