

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS

## Licenciatura en Física

### Licenciatura en Física Aplicada

Periodo: Primavera (5 enero – 19 mayo 2023)

**Dr. Omar De la Peña Seaman**

Instituto de Física (IFUAP)

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

## ESTADO SÓLIDO I

### Objetivo

El alumno conocerá y sabrá explicar las características de los sólidos, cómo se estudia su estructura, será capaz de describir con argumentos físicos propiedades térmicas, ópticas y eléctricas más relevantes de los sólidos, y sabrá clasificarlos por dichas propiedades.

### Contenido

- 1. Estructura cristalina:** Arreglo periódico de átomos. Bases y estructuras cristalinas. Vectores de la red y celda primitiva. Índices de Miller. Estructuras cristalinas cúbicas y hexagonales. Difracción de rayos X en estructuras periódicas: ley de Bragg. Amplitud de la onda dispersada. Zonas de Brillouin. Análisis de Fourier de la base y factores de estructura.
- 2. Enlace químico:** Enlaces de Van der Waals, metálico, de hidrógeno, covalente, iónico. Modelos de enlace químico. Energía total y equilibrio de la red. Ecuación de estado presión–volumen y módulo de compresibilidad.
- 3. Vibraciones de la red y propiedades térmicas:** Fundamentos, aproximación armónica, modos vibracionales. Cuantización de vibraciones de la red y momento del fonón. Dispersión inelástica de neutrones. Capacidad calorífica fonónica. Interacciones anarmónicas y expansión térmica. Conductividad térmica.
- 4. Modelo del gas de electrones libres:** Niveles de energía en una dimensión. Efecto de la temperatura sobre la distribución Fermi-Dirac. Gas de electrones libres en tres dimensiones. Capacidad calorífica del gas de electrones. Conductividad eléctrica y ley de Ohm. Efecto Hall. Conductividad térmica de metales.
- 5. Electrón en un potencial periódico:** Modelo del electrón cuasi-libre. Funciones de Bloch. Ecuación de onda de un electrón en un potencial periódico. Estructura electrónica en un potencial periódicos: metales y aislantes. Modelo Kronig-Penney.
- 6. Estructura de bandas:** Método de enlace fuerte (tight-binding). Densidad de estados y superficie de Fermi. Teoría de pseudopotenciales. Métodos experimentales para la determinación de la estructura electrónica.

- 7. Semiconductores:** Definición y caracterización de la brecha de energía (band gap). Ecuaciones de movimiento de electrones y huecos. Masa efectiva. Semiconductores intrínsecos y portadores de carga. Semiconductores extrínsecos (dopaje), estados donores (tipo  $n$ ) y aceptores (tipo  $p$ ).

## Impartición del curso

Sesiones impartidas por el profesor y participación de los estudiantes en resolución de problemas y exposición de temas actuales relacionados con la asignatura.

## Horarios de clase

Lunes, Miércoles: 10–12 hrs.

Jueves: 10–11 hrs.

## Formas de evaluación

Tareas al final de cada tema y exposición de tópicos relacionados con el curso.

## Bibliografía

1. C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, 8th edition (John Wiley & Sons, NY, 2005).
2. H. Ibach and H. Luth, *Solid State Physics*, 4th edition (Springer Verlag, 2009).
3. N.W. Ashcroft and D. Mermin, *Solid State Physics*, 1st edition (Saunders, College Publishing, 1976).
4. G. Burns, *Solid State Physics*, 1st edition (Academic Press, 1985).
5. R.M. Martin, *Electronic Structure: Theory and Practical Methods*, 1st edition (Cambridge Univ. Press, 2004).

## Fuente de consulta e información

Todas las sesiones de clase así como también las tareas serán publicadas on-line al término de cada tema en el siguiente link:

[http://www.ifuap.buap.mx/~oseaman/solid\\_state\\_physics\\_2023.html](http://www.ifuap.buap.mx/~oseaman/solid_state_physics_2023.html)