

Introducción a superconductividad

Requisitos de la materia: Introducción a la Física de bajas temperaturas. Mecánica Cuántica I y II.

Descripción de la asignatura: Dentro de los estados de la materia más complejos y fascinantes que existen, sobresale el de la superconductividad. Este estado ocurre a bajas temperaturas y está caracterizado por la pérdida de la resistencia al paso de la corriente eléctrica, el efecto Meissner y la brecha prohibida superconductora. La superconductividad tiene un origen microscópico, caracterizado por la aparición de los pares de Cooper y el estado coherente. Está presente en casi todos los materiales y aleaciones, cada uno de los cuales posee una temperatura crítica particular.

En esta asignatura se dará una descripción sobre el descubrimiento experimental de la superconductividad y se hará una relatoría de cómo fueron evolucionando las ideas sobre este estado de la materia. También se estudiarán los primeros modelos fenomenológicos, hasta llegar a la teoría BCS. La caracterización de los superconductores según su reacción a un campo magnético externo nos ayudará a entender el concepto de vórtice. Finalmente, se discutirá los nuevos tipos de superconductores y las nuevas teorías fenomenológicas y microscopias que intentan explicar su termodinámica.

Índice Temático:

1. **Principios de mecánica Cuántica.** Principio de incertidumbre. Función de onda. Sistemas de muchos cuerpos. Operadores de creación-destrucción.
2. **Descripción de un superconductor.** Resistencia eléctrica. Efecto Meissner. Brecha superconductora.
3. **Termodinámica y electrodinámica de un superconductor.** Calor específico. Entropía y calor específico de un superconductor. Modelo de London.
4. **Teoría Ginzburg-Landau.** Teoría de Landau para transiciones de fase de segundo orden. Derivación de las ecuaciones de Ginsburg y Landau.
5. **Interacción electrón-fonón.** Mecanismos de interacción. Interacción atractiva entre electrones.
6. **Pares de Cooper.** Principio de Pauli. fermiones y bosones. El problema de Cooper. Algunas características de los pares de Cooper.
7. **Teoría BCS.** Estado cuántico macroscópico. Diferentes tipos de actores. Transformación de Bogoliubov-Valatin. El Hamiltoniano BCS. Energía de Condensación. Función de onda BCS. Tunelamiento.

-
- 8. **Superconductores de Tipo I y II.** Campos magnéticos dentro de superconductores. Vortices. Modelo de Abrikosov
 - 9. **Superconductividad de alta temperatura crítica.** Descubrimiento. Tipos de materiales. Implicaciones microscópicas.
 - 10. **Modelos del mecanismo superconductor.** Pseudo-gap. Propiedades ópticas de los superconductores de alta T_c. Interacción electrón-espín. Interacción electrón-fonón.

Bibliografía:

- 1. Oracio Navarro Chávez y Rafael Baquero Parra, “Ideas fundamentales de la superconductividad”

Planeación Educativa

Competencias a desarrollar:

Generales:

- 1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
- 2. Capacidad para organizar y planificar el tiempo
- 3. Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión
- 4. Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
- 5. Capacidad crítica y autocrítica
- 6. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas
- 7. Habilidad para trabajar en contextos internacionales
- 8. Habilidad para trabajar en forma autónoma
- 9. Compromiso con la calidad

Específicas:

- 1. Plantear, analizar y resolver problemas físicos, tanto teóricos como experimentales, mediante la utilización de métodos numéricos, analíticos o experimentales.
- 2. Utilizar o elaborar programas o sistemas de computación para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.
- 3. Demostrar una comprensión profunda de los conceptos fundamentales y principios de la física clásica y la moderna.
- 4. Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, teorías y principios físicos.
- 5. Sintetizar soluciones particulares, extrapolándolas hacia principios, leyes o teorías más generales.
- 6. Demostrar hábitos de trabajo necesarios para el desarrollo de la profesión tales como el trabajo en equipo, el rigor científico, el autoaprendizaje y la persistencia.
- 7. Buscar, interpretar y utilizar literatura científica.

8. Comunicar conceptos y resultados científicos en lenguaje oral y escrito ante sus pares, y en situaciones de enseñanza y de divulgación.
9. Conocer el desarrollo conceptual de la física en términos históricos y epistemológicos.

Resultados del aprendizaje	Actividades educacionales	TETEh	Evaluación
Conceptos básicos de mecánica cuántica	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito
Descripción de un superconductor	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito
Modelo de London	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito
Modelo de Ginzburg-Landau	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito
Mecanismos de interacción	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito
Pares de Cooper	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito
Teoría BCS	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito
Tipos de superconductores	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito
Superconductividad de alta T _c	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito
Nuevas teorías para los superconductores	Teóricas, Practicas (4.5T+4.5P= 9 hrs.) Autoestudio	9 7	Examen escrito

Total de horas de trabajo del estudiante: (45+45) horas presenciales + (70) horas de autoestudio= 160 hrs.

Número de Créditos: 9