

EXP-UNC 0058325/2019

Anexo de la RCD FAMAFA 413/2019, página 27 de 33

TÍTULO: Teoría cuántica de campos en sólidos II: Fenómenos fuera de equilibrio			
AÑO: 2020	CUATRIMESTRE: 1°	N° DE CRÉDITOS: 3	VIGENCIA: 3 años
CARGA HORARIA: 60 horas de teoría, 30 horas de práctica			
CARRERA/S: Doctorado en Física			

FUNDAMENTOS
La teoría cuántica de campos de muchos cuerpos se encuentra entre las áreas más fértiles de los últimos cincuenta años: Esta plétora de resultados se disparó con la teoría de la superconductividad (Bardeen-Cooper-Schrieffer) y la de los momentos magnéticos localizados (Anderson-Mott) para extenderse a muchos fenómenos: transiciones de fase del He, aislantes topológicos, efecto hall cuántico, transporte cuántico, efecto Kondo y muchos otros. En este curso se pretende cubrir la brecha entre los cursos de licenciatura en física y estos tópicos. Se dará énfasis variable a los mismos según formación e intereses de los alumnos.

OBJETIVOS
Es una extensión del curso de posgrado Teoría Cuántica de Campos en Sólidos 1: Una introducción a problemas de muchos cuerpos. (TCCS 1) donde se introduce el formalismo de las funciones de Green de equilibrio. Aquí se extiende a funciones de Green fuera de equilibrio denominado formalismo Keldysh-Kadanoff-Baym. Esto permite conectar las ideas de la mecánica cuántica y la mecánica estadística con su aplicación a la predicción de magnitudes observables de la física del sólido. En particular fenómenos dinámicos, de transporte y fuera de equilibrio.

PROGRAMA
<p>Unidad 1: Conceptos básicos. Bosones. Fermiones. Excitaciones. Respuesta dieléctrica. El rol de la relación de dispersión. Visión general de los métodos diagramáticos en el problema de muchos cuerpos.</p> <p>Unidad 2: Bosones. Fonones acústicos. Condensado de Bose. Fonones en un gas de Bose condensado. Transformación de Bogoliuvov. Superfluidos. Segundo sonido. Dispersión de Raileigh. Apantallamiento y potencial de Yukawa. Segunda cuantificación para el campo electromagnético.</p> <p>Unidad 3: Potenciales dependientes del tiempo: teoría de Floquet. Por qué potenciales dependientes del tiempo, ejemplos en nanociencias; complicaciones asociadas a su resolución, posibles enfoques. Teorema de Floquet para Hamiltonianos dependientes del tiempo, espacio de Floquet, cuasienergías y estados de Floquet. Aplicaciones. Estados físicamente equivalentes y zona de Brillouin para las cuasienergías. Ejemplos de aplicación: bombeo cuántico de electrones, induciendo gaps en la estructura del grafeno mediante un láser. Tiempo de tunneling y reloj de Larmor. Tiempo de Büttiker.</p> <p>Unidad 4: Polarones y la interacción electrón-fonón. El potencial de deformación. Nube de fonones. Interacción en sistemas moleculares y</p>

localizados: Efecto de Frank-Condon. Teoría de transferencia electrónica de Marcus-Hush. La interacción electrón-fonón en metales. Hamiltoniano electrón ión. El SASER, un láser de sonido.

Unidad 5: Sistemas físicos a temperatura finita.

Generalización del caso $T=0$. La mecánica estadística y el formalismo de ocupación. Propagador de temperatura finita. Fluctuaciones de Vacío a Temperatura finita: par electrón-hueco. Formalismo de Matsubara. Relación entre las funciones de Matsubara y las funciones de Green retardadas. Evaluación de las sumas de Matsubara.

Unidad 6: Formalismo de Keldysh y ecuaciones generalizadas de Landauer-Büttiker.

Repaso del transporte decoherente. Idea de Hamiltoniano efectivo. El formalismo de Keldysh para las funciones de temperatura finita. Una aproximación semiclásica para la dependencia temporal. Densidad de estados y ocupaciones. Contactos como condiciones de contorno. Ecuaciones cinéticas. Evaluación de corrientes. Tunelamiento dependiente del tiempo. Efectos de la decoherencia. Ecuaciones de Landauer-Büttiker en el régimen macroscópico. Régimen balístico: sistemas débilmente desordenados. Aproximación de escalera para el propagador partícula agujero. Ecuación de difusión. Régimen localizado. Transporte por saltos de rango variable.

Unidad 7: Superconductividad.

Hechos experimentales básicos. Inestabilidad de Cooper. Teoría microscópica de BCS. Temperatura de Transición en un superconductor. Ecuaciones de Bogoliubov-de Gennes. Tunelamiento de electrones. Normal-superconductor, Superconductor-superconductor. Scattering de Andreev. Junturas Josephson. Métodos diagramáticos en superconductividad. Formalismo de Nambu. Fenomenología e ideas teóricas en los superconductores de alta temperatura.

Unidad 8: Transiciones de fase en sistemas fermiones.

Rotura de simetría. Teoría cualitativa de las transiciones de fase. Rotura de la serie de perturbaciones y propagadores anómalos. Fase ferromagnética con interacción deltiforme. Divergencia del propagador de dos partículas y amplitud de dispersión en la transición. Teoría de la localización débil. Teoría de escala de la localización. Localización en el espacio de muchos cuerpos. Transiciones de fase en la dinámica cuántica.

Unidad 9: Diagramas de Feynman en el problema de Kondo.

Introducción. La segunda aproximación de Born. Aproximación de Parquet. Aproximación de acoplamiento fuerte. Efecto Kondo en puntos cuánticos. Consecuencia en el transporte. Aproximación de bosones esclavos. Otros métodos numéricos. Grupo de renormalización en el espacio real aplicado al problema de Kondo.

PRÁCTICAS

Se propondrán problemas de resolución individual que contengan una parte conocida y una porción aún no desarrollada, aproximando a investigaciones originales.

EXP-UNC 0058325/2019

Anexo de la RCD FAMAF 413/2019, página 29 de 33

BIBLIOGRAFÍA

Quantum Field Theory of Many-Body Systems: From the Origin of Sound to an Origin of Light and Electrons, Xiao-Gang Wen, Oxford U. Press, New York, 2004.

Many-Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics : An Introduction, Henrik Bruus, Karsten Flensberg, Oxford University Press, USA, 2004.

Alexander Altland and Ben D. Simons, “Condensed Matter Field Theory”, Cambridge University Press; 2 edition, 2010.

Richard Mattuck, A guide to Feynman Diagrams in the Many Body Problem, John Wiley & Sons, 1963.

Gerald D. Mahan, “Many-Particle Physics (Physics of Solids and Liquids)” 3rd Ed., Springer, 2010.

A.A. Abrikosov, L. P. Gorkov, and I.E. Dzyaloshinski, Methods of Quantum Field Theory on Statistical Physics, Dover, 1975.

C. Hewson, The Kondo Problem to Heavy Fermions, Cambridge University Press, 1993.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Evaluación en base a la solución de problemas individuales que se presentarán por escrito y que se defenderán oralmente.

REQUERIMIENTOS PARA EL CURSADO

Basta con la formación de Licenciatura en Física o equivalente. Sería deseable, pero no imprescindible, conocimientos de electrónica molecular y/o un curso previo de teoría cuántica de campos.