

Curso de Física: Sólidos y Líquidos Cuánticos

Enrique Godfrin

Université de Grenoble Alpes (Institut Néel - CNRS, Grenoble), Francia

Resumen: en este curso se presentará la Física de la Materia Condensada visitada a través de los Fluidos Cuánticos, con ejemplos que van de la condensación de Bose-Einstein a los líquidos de Fermi, la superfluidez, las excitaciones elementales de sistemas de bosones y fermiones fuertemente correlacionados. Se concluye con ejemplos de aplicaciones en criogenia avanzada: refrigeradores de dilución $^3\text{He}/^4\text{He}$ y termometría metrológica por debajo de 1 Kelvin.

Clases teóricas de 4 horas + 2 horas de problemas:

- 1) Introducción a los fluidos cuánticos: bosones y fermiones, interacción He-He, diagrama de fases, energía de punto cero. Propiedades básicas del ^4He y del ^3He . Consultas, discusiones, problemas.
- 2) ^4He y bosones fuertemente correlacionados: fases normales (líquido normal y sólido anarmónico). Condensación de Bose-Einstein y su relación con la fase superfluida del ^4He . Experimentos clave y modelos teóricos de superfluidez. Excitaciones elementales y mediciones neutrónicas. Fracción condensada. Del modelo de Landau a las teorías recientes (Funcional de la densidad, Monte-Carlo Cuántico, Dynamical many-Body theory). Consultas, discusiones, problemas.
- 3) ^3He y líquidos de Fermi: propiedades fundamentales, superficie de Fermi, excitaciones elementales coherentes e incoherentes. Superfluidez no-convencional. Quebradura de simetría. El ^3He y los modelos de transiciones de fase cosmológicas. Consultas, discusiones, problemas.
- 4) ^3He sólido y los fundamentos del magnetismo. Fermiones cuasi-localizados. Teoría de Dirac basada en operadores de permutación. Consecuencias experimentales: diagrama de fases magnético, propiedades termodinámicas. Intercambio múltiple en sistemas magnéticos electrónicos. Consultas, discusiones, problemas.
- 5) Sistemas bidimensionales: Efecto de la dimensionalidad sobre las propiedades de los líquidos de Fermi, y de los sólidos magnéticos cuasi-localizados. Frustración y líquidos de espín. Correlaciones, transiciones de fase y fases exóticas. Consultas, discusiones, problemas.
- 6) Aplicaciones del Helio
 - a. Refrigeración hasta 0.3 K (^4He y ^3He)
 - b. Refrigeradores de dilución $^3\text{He}/^4\text{He}$
 - c. Termometría metrológica: tensión de vapor de ^4He y ^3He ; termómetro de curva de fusión del ^3He , escala internacional de temperaturas PLTS2000
 - d. Otras aplicaciones (Resonancia magnética, detectores de partículas, CERN...)Consultas, discusiones, problemas.

7) Visita de laboratorio de Bajas temperaturas.

Evaluación: será realizada

- en forma continua durante el curso a través de discusiones sobre temas elegidos de común acuerdo con cada participante
- mediante una monografía sobre el tema previamente citado, que será exigida al final del curso.

Bibliografía:

Low Temperature Physics, C. Enss and S. Hunklinger, Springer, 2010

The Properties of Liquid and Solid Helium. J. Wilks. Oxford University Press, New York, 1967

Excitations in Solid and Liquid Helium, Henry Glyde, Oxford Science Publications, 1994.

Superfluidity and Superconductivity, D.R. Tilley and J. Tilley, Institute of Physics Publishing, 1994

Solid Helium Three, E.R. Dobbs, Oxford Science Publications, 1994

Helium Three, Roland Dobbs, Oxford University Press, 2000

The Theory of Quantum Liquids, Pines and Nozières, Advanced Books Classics, Addison&Wesley, 1994

The Superfluid Phases of Helium 3, Dieter Vollhardt, Peter Woelfle, Taylor and Francis, 2002.

Introduction to Modern Methods of Quantum Many-Body Theory and their application, A. Fabrocini, S. Fantoni, E. Krotscheck, World Scientific, 2002

Topological defects and the non-equilibrium dynamics of symmetry-breaking phase transitions, Y. Bunkov and H. Godfrin, NATO Science Series, 2000