



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Descripción de la densidad espectral monoparticular de un gas de Fermi a nivel cuántico fundamental

Descripción general (resumen y metodología):

Sistemas de átomos ultrafríos han tomado un papel especialmente relevante tanto para realizar aplicaciones propias de información y computación cuántica como para la investigación de fenómenos cuánticos fundamentales. El progreso en la generación y manipulación de conjuntos de átomos entrelazados ultrafríos, esenciales a la hora de realizar tales aplicaciones cuánticas, se ha centrado principalmente en partículas bosónicas. No obstante, sistemas de átomos fermiones ultrafríos son candidatos de gran importancia. Por ejemplo, sistemas de muchos pares de fermiones pueden formar condensados de Bose-Einstein moleculares que resultan ser muy estables, con una vida media muy superior a los condensados de átomos bosónicos [1]. La larga duración y robustez de la coherencia de condensados de Bose-Einstein moleculares en gases de Fermi, permitiría la implementación de aplicaciones que no son alcanzables con condensados atómicos más volátiles, o mejorar aplicaciones ya implementadas con átomos bosónicos como la interferometría de alta precisión [2,3].

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

En este proyecto se pretende hacer una revisión bibliográfica del estado del arte de sistemas de fermiones ultrafríos, en particular de gases de Fermi en el régimen de transición BEC-BCS (de condensado de Bose-Einstein a superfluido), así como las posibles aplicaciones en información y computación cuántica. Investigaremos algunos de los formalismos matemáticos usados para describir de forma teórica estos sistemas y los pondremos en práctica calculando magnitudes físicas relevantes. En particular, pretendemos describir mediante una nueva técnica [4] la densidad espectral de una única partícula en el gas a nivel fundamental, mediante la descripción de cada uno de los posibles estados monoparticulares del gas. La predicción de la densidad espectral monoparticular de los gases de Fermi es de especial relevancia puesto que la resolución de los aparatos experimentales que miden los niveles de energía del espectro han aumentado lo suficiente como para detectar la estructura cuántica discreta [5,6]. Actualmente no existe una teoría capaz de describir el espectro a un nivel discreto fundamental, y este es precisamente el objetivo de este trabajo. Los puntos a seguir son los siguientes:

Objetivos planteados	
1.- Revisión Bibliográfica de la temática	
2- Investigar algunos de los formalismos matemáticos	
3- Obtener de forma rigurosa o mediante simulación magnitudes físicas relevantes y la densidad espectral de	
4- Redactar un informe de los resultados y conclusiones obtenidas de todo el proyecto	
5- Preparación de una presentación de los resultados para la defensa del TFG	

Bibliografía básica:

[1] Whitfield J., Molecules form new state of matter, Nature news (2003)

- [2] Bouvrie P.A., Majtey A.P., Figueiredo F., Roditi I., Molecular interferometers: effects of Pauli principle on entangled-enhanced precision measurements, New J. Phys **21**, 123011 (2019)
- [3] Tichy M.C., Bouvrie P.A., Mølmer K., Collective Interference of Composite Two-Fermion Bosons, Phys. Rev. Lett. **109**, 260403 (2012)
- [4] P. A. Bouvrie, M.C. Tichy, I. Roditi. Composite-boson approach to molecular Bose-Einstein condensates in mixtures of ultracold Fermi gases, Phys. Rev. A **95**, 023617 (2017)
- [5] Stewart, J. T., Gaebler J. P., Jin D. S. Using photoemission spectroscopy to probe a strongly interacting Fermi gas. Nature **454**, 744-747 (2008)
- [6] Xi Li et al. Observation and quantification of the pseudogap in unitary Fermi gases, Nature **626**, 288-293 (2024)

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Haber cursado las asignaturas de Física Cuántica Mecánica Cuántica en Información Cuántica del doble grado Física y Matemáticas

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: PETER ALEXANDER BOUVRIE MORALES

Ámbito de conocimiento/Departamento: ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

Correo electrónico: bouvrie@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos:

Correo electrónico: