UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-092-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Átomos bosónicos ultrafríos confinados en una red óptica

Descripción general (resumen y metodología):

Un sistema formado por átomos bosónicos ultrafríos atrapados en una red óptica se describe por medio del Hamiltoniano de Bose-Hubbard. A las temperaturas del régimen ultrafrío, se puede despreciar el movimiento traslacional de los átomos, asumiendo que están localizados espacialmente y ocupan el estado fundamental del potencial de atrapamiento generado por la red óptica. Este Hamiltoniano de Bose-Hubbard incluye la interacción entre los bosones, el proceso de tuneleo entre dos pozos vecinos de la red óptica, además se pueden implentar aspectos experimentales como serían las irregularidades de la red. El objetivo de este trabajo fin de grado es explorar el sistema cuántico unidimensional formado por unos pocos átomos ultrafríos atrapados en una red óptica y sus propiedades cuánticas. Se completará este trabajo estudiando los conceptos más importantes de computación cuántica, con el objetivo de implementarlos para analizar este sistema.

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

Objetivos planteados:

- Aprender las interacciones que caracterizan sistemas ultrafríos atrapados en una red óptica.
- Estudiar y entender el modelo de Bose-Hubbard.
- Resolver la ecuación de Schrödinger en una dimensión para un sistema de pocos átomos bosónicos confinados en una red óptica.
- Resolución de esta ecuación de Schrödinger usando técnicas de computación cuántica.
- Descripción de las diferentes magnitudes físicas que caracterizan el sistema físico.
- Análisis y discusión de los resultados.

Bibliografía básica:

C. Pethick and H. Smith, Bose–Einstein Condensation in Dilute Gases Cambridge University Press

http://cmt.harvard.edu/demler/TEACHING/Physics284/physics284.html

D. Jaksch, C. Bruder, J. I. Cirac, C. W. Gardiner, and P. Zoller, Cold Bosonic Atoms in Optical Lattices, Physical Review Letters **81**, 3108 (1998)

D. Jaksch, and P. Zoller, The cold atom Hubbard toolbox, Annals of Phys. **315**, 52 (2005)

K. V. Krutitsky, Ultracold bosons with short-range interaction in regular optical lattices, Physics Reports **607**, 1–101, (2016)

A. Lukin et al, Probing entanglement in a many-body-localized system, Science **364**, pp. 256-260 (2019)

M. Nielsen and I.L. Chuang, “Quantum Computation and Quantum Information”. Cambridge University Press, 2010.

T. G. Wong, “Introduction to Classical and Quantum Computing”. http://www.thomaswong.net. 2022.
IBM Quantum Experience. https://quantiki.org/wiki/list-qc-simulators
D. Candela “Undergraduate computational physics projects on quantum computing”. American Journal of Physics, 83 (2015) 688

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARÍA ROSARIO GONZÁLEZ FÉREZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Correo electrónico: rogonzal@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: SALVADOR GOMEZ GARCIA

Correo electrónico: salvagg478@correo.ugr.es