UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-095-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Fluctuaciones y simetrías en sistemas cuánticos abiertos

Descripción general (resumen y metodología):

Breve descripción del trabajo:

En la naturaleza, la interacción entre los sistemas y su entorno es siempre importante, lo que hace que la noción de sistemas cuánticos aislados sea más un ideal teórico que una descripción precisa de la realidad. Esta premisa fundamental conduce a explorar la física de los sistemas cuánticos abiertos, en los cuales la interacción (incoherente) con el entorno circundante desempeña un papel crucial en su dinámica y evolución. El estudio de estos sistemas y del papel que sus simetrías puedan jugar en su evolución y propiedades no solo es esencial para avanzar en la comprensión fundamental de la física cuántica, sino que también ofrece nuevas perspectivas para el desarrollo de tecnologías avanzadas en áreas como la óptica o la computación cuántica.

El objetivo de este trabajo consiste en realizar una revisión bibliográfica de la física estadística, la termodinámica y el transporte de los sistemas cuánticos abiertos. Para ello se emplearán herramientas y técnicas de teoría cuántica, centrándose en el estudio de las ecuaciones maestras de Lindblad y la teoría de sistemas abiertos. Además, se explorará el papel crucial de las simetrías y las fluctuaciones cuánticas en la evolución de estos sistemas, con el fin de obtener una comprensión más profunda de sus propiedades.

Metodología:

En una primera fase, se llevará a cabo una búsqueda exhaustiva de la literatura científica relacionada con sistemas cuánticos abiertos, incluyendo artículos científicos, libros, tesis doctorales y otros recursos académicos. Asimismo, se realizará una revisión de los fundamentos teóricos de la física cuántica, física estadística y termodinámica, incluyendo conceptos clave de sistemas abiertos. Tras esta primera etapa, se profundizará en la comprensión de las ecuaciones maestras de Lindblad y su aplicación en la descripción de la dinámica de sistemas cuánticos abiertos. Finalmente, se procederá a revisar el papel de las simetrías y las fluctuaciones cuánticas en la evolución de los sistemas estudiados. Se examinará cómo estas propiedades pueden influir en su comportamiento y cómo pueden ser aprovechadas para conocer su dinámica y propiedades.

Tipología: Trabajos bibliográficos sobre el estado actual de una temática relacionada con el Grado.

Objetivos planteados:

1. Repaso de herramientas de física estadística, termodinámica y física cuántica útiles para el objetivo general de este trabajo descrito arriba.
2. Estudiar cómo la interacción con el entorno afecta la dinámica de los sistemas cuánticos abiertos.
3. Realizar una revisión bibliográfica del papel de las simetrías y fluctuaciones cuánticas en la evolución de los sistemas cuánticos abiertos, con el objetivo de comprender mejor sus propiedades.

Bibliografía básica:

- R.K. Pathria y P.D. Beale, Statistical Mechanics (3ª edición), Academic Press (2011)
- Balescu, R. (1975). Equilibrium and nonequilibrium statistical mechanics.
- Galindo, A., & Pascual, P. (2012). Quantum Mechanics.
- Cohen-Tannoudji, C. (2006). Quantum Mechanics.
- Callen, H. B. (1966). Thermodynamics.
- Manzano, D. (2019). A short introduction to the Lindblad Master Equation. En arXiv [quant-ph]. http://arxiv.org/abs/1906.04478
- Manzano, D., & Hurtado, P. I. (2017). Harnessing symmetry to control quantum transport. En arXiv [cond-mat.stat-mech]. http://arxiv.org/abs/1707.07895
- Manzano, Daniel, & Hurtado, P. I. (2013). Symmetry and the thermodynamics of currents in open quantum systems. En arXiv [cond-mat.stat-mech]. http://arxiv.org/abs/1310.7370

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: PABLO IGNACIO HURTADO FERNÁNDEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA DE LA MATERIA CONDENSADA

Correo electrónico: phurtado@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: ALA ZUKRI EL AMRANI-CHTIAR

Correo electrónico: alazukri@correo.ugr.es