



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Forzamiento no lineal en partículas Brownianas atrapadas en pinzas ópticas

Descripción general (resumen y metodología):

La termodinámica estocástica ha surgido recientemente como un campo de investigación muy activo en física estadística que utiliza magnitudes estocásticas para describir la dinámica de no equilibrio que aparece en sistemas pequeños tales como partículas coloidales, sistemas biológicos (ADN, ARN, proteínas, motores moleculares) y nanoestructuras [1]. En este TFG, el/la estudiante combinará teoría, simulación numérica y experimentos para estudiar procesos fuera del equilibrio con una micropartícula atrapada en una pinza óptica.

La técnica de pinza óptica, desarrollada por Arthur Ashkin en la década de los 70 y por la que ha sido galardonado con el Premio Nobel de Física de 2018, hace uso de la presión de radiación para aplicar fuerzas del orden de pN, permitiendo mover y capturar micro y nanopartículas [2,3].

Además, el análisis interferométrico de la luz dispersada por la partícula atrapada permite medir desplazamientos respecto del centro de la trampa menores de un nanómetro, permitiendo la realización de medidas ultraprecisas en distintos campos [4,5].

Durante la realización de esta propuesta se pretende llevar a cabo el estudio de la termodinámica estocástica de una partícula arrastrada mediante una fuerza sinusoidal en un fluido mientras se encuentra atrapada en una pinza óptica. Se medirán las trayectorias seguidas por el sistema durante los procesos de forzamiento. Esto permitirá explorar dinámicas complejas y novedosas de la partícula atrapada. Se utilizará la termodinámica estocástica como teoría fundamental para la comprensión de magnitudes clásicas como la entropía y el trabajo producidos por el sistema nanoscópico de la partícula atrapada.

Actividades a desarrollar:

1. - Estudio teórico de las herramientas matemáticas necesarias: Procesos estocásticos, ecuación de Langevin y ecuación de Fokker-Planck
2. - Familiarización con fundamento físico de las pinzas ópticas.
3. - Introducción al manejo del dispositivo de pinzas ópticas disponible en el Laboratorio de Trampas de Nanopartículas (Trampas de Nanopartículas (NanoTLab NanoTLab <https://sites.google.com/view/nanotlab>)).
4. - Simulación e integración numérica de las ecuaciones estocásticas que modelan el sistema mediante algoritmos sencillos como el de Euler-Maruyama.
5. - Realización de experimentos con una partícula atrapada en una pinza óptica comercial disponible en el disponible en el NanoTLab.NanoTLab.
6. - Análisis de la dinámica del sistema y comparación entre los experimentos y la teoría propuesta.

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

Objetivos planteados:

Físico-Experimental: Observación experimental de dinámicas complejas en procesos de forzamiento no lineal de una partícula atrapada.

Teórico-Matemático: Descripción y estudio por medio del uso de procesos estocásticos y de la termodinámica estocástica de experimentos de forzamiento de una partícula

atrapada por una pinza óptica.

Bibliografía básica:

[1] Peliti, L., & Pigolotti, S. (2021). Stochastic thermodynamics: an introduction. Princeton University Press.

[2] Ashkin, A. (1970). Acceleration and trapping of particles by radiation pressure. Physical review letters , 24 (4)

[3] <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/10/advanced-physicsprize2018.pdf>

[4] Bérut, A., Arakelyan, A., Petrosyan, A., Ciliberto, S., Dillenschneider, R., & Lutz, E. (2012). Experimental verification of Landauer's principle linking information and thermodynamics. Nature, 483 (7388), 187-189.

[5] Martínez, I. A., Roldán, É., Dinis, L., Petrov, D., Parrondo, J. M., & Rica, R. A. (2016). Brownian Carnot engine. Nature physics physics, 12 (1), 67-70.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ANTONIO LASANTA BECERRA

Ámbito de conocimiento/Departamento: ÁLGEBRA

Correo electrónico: alasanta@ugr.es

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

Nombre y apellidos: RAÚL ALBERTO RICA ALARCÓN

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: rul@ugr.es

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: