

Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Raúl Alberto Rica Alarcón

Departamento Área de Conocimiento: Física Aplicada

Cotutor/a: Ignacio Moya Ramírez

Departamento y Área de Conocimiento: Ingeniería Química

Título del Trabajo: Dinámica browniana de una partícula activa en una trampa óptica

Tipología del Trabajo:

(Según punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica	X	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales	X	6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

La materia activa es aquella capaz de tomar energía del medio en que se encuentra para establecer estados de no equilibrio que puedan dar lugar a dinámicas complejas o, en combinación con una ruptura de la simetría del sistema, la autopropulsión [1]. La materia activa puede ser de origen biológico, como por ejemplo bacterias, o artificial. En cualquier caso, estos sistemas están sujetos a la incesante agitación Browniana que, junto con el movimiento direccional característico de la materia activa, constituyen un sistema fuera del equilibrio que presenta una dinámica muy interesante [1].

La manipulación de estos sistemas a escala micrométrica constituye un reto apasionante. Se propone en este trabajo el estudio experimental de la difusión browniana de micropartículas activas confinadas. Nos valdremos para ello de la técnica de pinza óptica (premio Nobel de Física 2018, ver [2]), que permite inmovilizar partículas individuales utilizando un haz láser infrarrojo focalizado. Es interesante notar que la materia biológica es transparente para estas longitudes de onda, y por tanto la absorción de luz por parte de los objetos atrapados es despreciable y es posible trabajar en condiciones en las que no se dañe a los especímenes, de manera que bacterias atrapadas mantienen su actividad durante los experimentos.

Objetivos planteados:

1. Análisis de la dinámica Browniana de bacterias atrapadas en un sistema de pinzas ópticas. Estudio del comportamiento de dichas bacterias en su fase de crecimiento exponencial y estacionaria.
2. Modelado teórico del problema, y comparación con los resultados experimentales [3,4].

Metodología:

Las medidas experimentales se obtendrán en el Laboratorio de Tramas de Nanopartículas (NanoTLab [5]), donde hay disponible un sistema de pinzas ópticas que permite medir la trayectoria de partículas atrapadas [6].

Los cultivos de bacterias se prepararán en el laboratorio de Tensioactivos del Departamento de Ingeniería Química. Se utilizará la cepa de *Escherichia coli* BL21, que está clasificada con un nivel 1 de bioseguridad y por lo tanto no supone ningún riesgo biológico. Como medio de cultivo se utilizarán medio salino o LB líquidos. Las bacterias se recuperarán del medio a distintos tiempos durante su fase de crecimiento (entre 8 y 16 horas) y se resuspenderán en medio de baja salinidad para su posterior análisis en el sistema de pinzas ópticas.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de Ciencias
Sección de Físicas

Bibliografía:

1. "Active particles in complex and crowded environments", Bechinger y cols., Rev. Mod. Phys. 88 (2016), 045006. (<https://doi.org/10.1103/RevModPhys.88.045006>)
2. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2018/ashkin/facts/>
3. Wexler, D., Gov, N., Rasmussen, K. Ø., & Bel, G. (2020). [Dynamics and escape of active particles in a harmonic trap](#). Physical Review Research, 2(1), 013003.
4. Malakar, K., Das, A., Kundu, A., Kumar, K. V., & Dhar, A. (2020). [Steady state of an active Brownian particle in a two-dimensional harmonic trap](#). Physical Review E, 101(2), 022610.
5. <https://sites.google.com/view/nanotlab/>
6. "Hot Brownian Motion of Thermoresponsive Microgels in Optical Tweezers Shows Discontinuous Volume Phase Transition and Bistability" Fernandez-Rodriguez, M.A. y cols. Small 2023, 2301653. <https://doi.org/10.1002/sml.202301653>

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Violeta Manzano Hernández

Granada, 11 de mayo 2023

Sello del Departamento