UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-048-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Efectos de memoria en la respuesta electro-óptica de nanopartículas

Descripción general (resumen y metodología):

BREVE RESUMEN DE LA PROPUESTA: Cuando un sistema relaja a un estado de equilibrio después de un cambio súbito en algún parámetro de control, la dinámica de la relajación está determinada por la separación entre el estado inicial y final [1]. Si esta separación es lo suficientemente pequeña, se puede asumir que la relajación tiene lugar a través una sucesión de estados de equilibrio intermedios que aseguran la ergodicidad. Por otro lado, si el estado inicial está lejos del final, el camino de la relajación al nuevo estado depende fuertemente de la historia previa y puede acelerarse mediante protocolos más o menos elaborados [2,3]. Sin embargo, en ocasiones ocurren efectos de memoria que limitan la aceleración, como es el caso del efecto Kovacs (EK) [4]. Si bien existen predicciones teóricas mediante diversos modelos, las observaciones experimentales son escasas [5]. En este trabajo se realizará un estudio experimental de estos protocolos aplicados a la electro-orientación de nanopartículas no esféricas dispersas en agua. En presencia de un campo eléctrico, estas partículas están parcialmente alineadas con el campo, siendo el grado de alineamiento el resultado de un balance entre el torque aleatorio producto de la agitación browniana y que tiende a desordenar el sistema y el torque eléctrico generado por el campo externo que tiende a ordenarlo. Al estar el sistema parcialmente ordenado, se vuelve birrefringente, de modo que con un dispositivo óptico se tiene acceso experimental al grado de orientación. Si aumenta la intensidad del campo, el sistema evoluciona a un nuevo estado en el que el grado de alineamiento y, en consecuencia, la birrefringencia son mayores, siendo la respuesta transitoria más rápida cuanto mayor es el campo aplicado [5]. Por tanto, el efecto Kovacs también se produce en la evolución de la birrefringencia de la muestra. En la presente propuesta, se realizará un estudio teórico y experimental de estos efectos de memoria. METODOLOGÍA: Se realizará una revisión bibliográfica de los efectos de memoria en sistemas brownianos. Las medidas experimentales se obtendrán en el laboratorio con: 1. Microscopía tanto óptica como electrónica para caracterizar la geometría y composición de las partículas. 2. Birrefringencia eléctrica en campos alternos.

Tipología: Trabajos experimentales, de toma de datos de campo o de laboratorio.

Objetivos planteados:

1. Estudio experimental del efecto Kovacs en la respuesta electro-óptica de nanopartículas dispersas en agua 2. Estudio teórico del efecto Kovacs en la electro-orientación de nanopartículas dispersas en agua 3. Protocolo de optimización de la respuesta electro-óptica transitoria de nanopartículas dispersas en agua.

Bibliografía básica:

[1] Heating and cooling are fundamentally asymmetric and evolve along distinct pathways, Ibáñez M, Dieball C, Lasanta A, Godec A, Rica RA; Nat. Phys. 2024, 20, 135–141. [2] Non-equilibrium memory effects: Granular fluids and beyond, Patrón A, Sánchez-Rey B, Plata CA, Prados A; Europhysics Letters, 2023, 143, 61002. [3] Martínez, I. A., Petrosyan, A., Guéry-Odelin, D., Trizac, E., & Ciliberto, S. (2016). Engineered swift equilibration of a Brownian particle. Nature physics, 12(9), 843-846. [4] Isobaric volume and enthalpy recovery of glasses. II. A transparent multiparameter theory. Kovacs AJ, Aklonis JJ, Hutchinson JM, Ramos AR; Polym. Sci. B 1979, 17, 1097. [5] Kovacs Memory Effect with an Optically Levitated Nanoparticle, Militaru A, Lasanta A,

Frimmer M, Bonilla LL, Novotny L, Rica RA; Phys. Rev. Lett. 127, 130603. [6] Electric birefringence spectroscopy of montmorillonite particles, Arenas-Guerrero P, Iglesias GR, Delgado AV, Jiménez ML; Soft Matter, 2016, 21, 4923.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARÍA LUISA JIMÉNEZ OLIVARES

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: jimenezo@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: