UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-060-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Dinámica y transporte dirigido en coloides magnéticos en medios viscoelásticos

Descripción general (resumen y metodología):

En este trabajo se estudiará, mediante simulación numérica, el comportamiento colectivo de partículas magnéticas sometidas a campos externos variables en el tiempo en un medio con respuesta viscoelástica. Como caso de interés, se analizará la aparición de un efecto ratchet viscoelástico, es decir, la generación de movimiento neto a partir de una excitación periódica sin sesgo medio, como consecuencia de la memoria mecánica del medio y de la interacción entre partículas.

Partiendo de modelos recientes de autoensamblaje magnético bajo campos dependientes del tiempo, el objetivo será trasladar este tipo de problemas a un contexto simplificado en el que pueda evaluarse el papel de la viscoelasticidad sobre la dinámica, la estructura y el transporte efectivo del sistema.

Se utilizarán técnicas de simulación numérica de complejidad moderada, basadas en dinámica de partículas, incluyendo interacciones magnéticas simplificadas y una descripción fenomenológica de la viscoelasticidad del medio. A partir de estas simulaciones se estudiará la evolución temporal de la posición, orientación y agregación de las partículas bajo distintos protocolos de campo.

Se analizarán magnitudes globales sencillas, como desplazamiento cuadrático medio, velocidad neta, tamaño de agregados, anisotropía estructural y respuesta frente a cambios en la frecuencia del campo y en la memoria del medio. El trabajo tendrá un carácter principalmente computacional, aunque también se contempla la realización de experimentos para testear las simulaciones.

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

Objetivos planteados:

Estudiar, mediante simulación, cómo la viscoelasticidad del medio modifica la respuesta dinámica de partículas o agregados magnéticos sometidos a fuerzas periódicas, prestando especial atención a la aparición de efectos ratchet, a la ruptura de la simetría y a la posible generación de transporte neto o autoorganización direccional. Como objetivos más concretos, se pretende:

1. implementar un modelo sencillo de partículas magnéticas bajo campos dependientes del tiempo;
2. incorporar de forma efectiva la respuesta viscoelástica del medio;
3. analizar la influencia de parámetros como frecuencia, amplitud del campo, tiempo de relajación del medio y concentración de partículas;
4. identificar regímenes en los que aparezca respuesta asimétrica o transporte dirigido.

Bibliografía básica:

Camacho, G., & de Vicente, J. (2025). Template-Free ultrafast directed self-assembly using biaxial toggled magnetic fields. ACS Nano, 19(31), 28873–28887.

Camacho, G., Morillas, J. R., & de Vicente, J. (2025). Self-assembly of magnetic colloids under unsteady fields. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 76, 101903.

Morillas, J. R., & de Vicente, J. (2020). Magnetorheology: A review. Soft Matter, 16, 9614–9642.

Martin, J. E., & Snezhko, A. (2013). Driving self-assembly and emergent dynamics in colloidal suspensions by time-dependent magnetic fields. Reports on Progress in Physics, 76, 126601.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JUAN DE VICENTE ÁLVAREZ-MANZANEDA

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: jvicente@ugr.es

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

Nombre y apellidos: GUILLERMO CAMACHO VILLAR

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: guillermocamacho@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: DIEGO CONTRERAS OLMOS

Correo electrónico: diegoconol@correo.ugr.es