UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-083-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Microrreología experimental de fluidos no newtonianos mediante partículas magnéticas

Descripción general (resumen y metodología):

En este trabajo se estudiarán experimentalmente las propiedades reológicas locales de fluidos no newtonianos mediante técnicas de microrreología basadas en el seguimiento y la actuación magnética de micropartículas inmersas en el fluido. Como sistemas modelo se emplearán, por un lado, soluciones de xantano y, por otro, soluciones micelares wormlike, dos medios complejos que presentan comportamientos reológicos muy distintos.
El interés del trabajo radica en comparar cómo responde una sonda microscópica cuando se mueve en un medio fluidificante y de relajación distribuida, como el xantano, frente a un medio viscoelástico con un solo tiempo de relajación, como las soluciones micelares. De este modo, el/la estudiante podrá relacionar medidas microrreológicas con la respuesta reológica macroscópica y analizar hasta qué punto ambas descripciones son consistentes o complementarias.
El trabajo será fundamentalmente experimental. En una primera fase se prepararán soluciones de xantano en el rango semidiluido y soluciones micelares wormlike basadas en surfactante y sal. Las soluciones micelares se utilizarán como modelo de fluido tipo Jeffreys con un tiempo de relajación característico, mientras que el xantano se abordará como modelo de fluido fluidificante con comportamiento viscoelástico distribuido.

A continuación, se realizará una caracterización reológica convencional mediante reometría oscilatoria y en cizalla continua, obteniendo módulos viscoelásticos y curvas de viscosidad para ambos materiales. Esta caracterización servirá como referencia para interpretar posteriormente los experimentos microrreológicos.

En la fase de microrreología se dispersarán micropartículas magnéticas a muy baja concentración para utilizarlas como sondas individuales. Mediante un campo magnético externo controlado se inducirá su movimiento y se registrarán sus trayectorias con un sistema óptico de vídeo y análisis de imagen. A partir de estos datos se obtendrán magnitudes como desplazamiento, velocidad, movilidad efectiva y respuesta temporal de la partícula, comparando los resultados entre xantano y soluciones micelares.

El trabajo mantendrá separados ambos bloques experimentales para evitar solapamiento conceptual: en el caso del xantano, el énfasis se pondrá en la respuesta local en un medio fuertemente fluidificante; en el de las soluciones micelares, en la respuesta local de un fluido viscoelástico con relajación bien definida. Finalmente, se compararán ambos sistemas para discutir qué información adicional aporta la microrreología frente a la reometría convencional.

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

Objetivos planteados:

Caracterizar experimentalmente, mediante microrreología, la respuesta local de soluciones de xantano y de soluciones micelares, identificando las diferencias fundamentales entre ambos sistemas. En particular, se pretende:

1. preparar formulaciones reproducibles de soluciones de xantano y de soluciones micelares;

2. caracterizar su respuesta reológica macroscópica mediante ensayos convencionales de cizalla continua y oscilatoria;
3. realizar experimentos de microrreología utilizando micropartículas magnéticas como sondas;
4. comparar la respuesta local de ambos medios en términos de movilidad, viscoelasticidad efectiva y dependencia con la escala temporal del estímulo magnético;
5. establecer la relación entre la microrreología y la reología macroscópica en fluidos con memoria y no linealidad.

Bibliografía básica:

Furst, E. M., & Squires, T. M. (2017). Microrheology. Oxford University Press.

Berret, J.-F. (2006). Rheology of worm-like micelles: Equilibrium properties and shear-banding transitions. En R. G. Weiss & P. Terech (Eds.), Molecular Gels. Springer.

de Vicente, J., Stokes, J. R., & Spikes, H. A. (2006). Soft lubrication of model hydrocolloids. Food Hydrocolloids, 20(4), 483–491.

Carmona, J. A., Calero, N., Ramírez, P., & Muñoz, J. (2017). Rheology and structural recovery kinetics of an advanced performance xanthan gum with industrial application. Applied Rheology, 27, 25555.

Rodríguez-Barroso, A., Camacho, G., Martínez-Cano, Ó., Morillas, J. R., & de Vicente, J. (2023). Magnetophoretic force and homogeneity optimization in multiplexed magnetic tweezers for microrheometry applications. Measurement, 222, 113552.

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: CLARA GALINDO SANCHEZ

Correo electrónico: claragalindo@correo.ugr.es