MÁSTER DE FÍSICA BIOMÉDICA. CURSO 2015/16

PROPUESTA DE TRABAJO FIN DE MÁSTER

Título: Mecánica del citoesqueleto del glóbulo rojo: Relaciones de dispersión y análisis de modos normales

Tutor (Nombre y E-mail): Francisco Monroy Muñoz (monroy@ucm.es)

Departamento: QUIMICA FISICA I Centro: FACULTAD CC QUIMICAS

Resumen:

El citoesqueleto del glóbulo rojo es una red elástica bidimensional basada en filamentos de espectrina unidos sobre nodos activos de proteína banda 4.1 que actúan a modo de anclaje del citoesqueleto a la membrana celular. Dichos anclajes son dinámicos, existiendo la posibilidad del desenganche reversible de las fibras de espectrina bajo fosforilización de la banda 4.1. Se trata de una estructura repetitiva que puede ser modelada como una red de osciladores acoplados bajos condiciones periódicas de contorno. Gov y Safran han propuesto una teoría 1D con solución exacta en espacio recíproco [1]. Esta teoría describe la interacción del citoesqueleto elástico con la membrana a través de un potencial periódico que modela los anclajes como nodos permanentes en la membrana. En este proyecto se propone la extensión de la teoría 1D de Gov y Safran a nodos dinámicos capaces de movilizar el citoesqueleto produciendo fuerzas de disparo como reacción al desenganche de la espectrina desde un determinado nodo en la membrana. Se considerarán varios tipos de Lagrangiana, las correspondientes a dos sabores del potencial periódico (softly varying/strongly localized) y a diferentes tipos de distribución espacial y temporal de los disparos.

Objetivo y metodología: Para cada potencial se procederá al análisis de modos normales en espacio recíproco. En espacio real, se propondrán ecuaciones de Langevin para cada caso considerado de dinámica Browniana, incluyendo la distribución de disparos. La dinámica estocástica será resuelta por solución numérica a través de un algoritmo híbrido (real/Fourier space) [2], previamente desarrollado en MATLAB en el grupo. La solución numérica permitirá la monitorización de las fluctuaciones del sistema y por tanto la obtención de las funciones de distribución de los eventos activos discriminados sobre el ruido térmico de fondo. La teoría desarrollada se contrastará con resultados experimentales obtenidos en glóbulos rojos a través de videomicroscopía ultrarápida (20kHz) de contraste de fases. La metodología a utilizar es combinada: Teoría (mecánica clásica, osciladores acoplados, relaciones de dispersión), Simulación (dinámica Browniana, programación en MATLAB, cálculo paralelizado de transformadas de Fourier en GPU's) y Experimento (biología celular, microscopia óptica, tracking de alta velocidad).

Bibliografía:

[1] N. Gov and S. A. Safran. Pinning of fluid membranes by periodic harmonic potentials. Phys. Rev. E. 69, 011101 (2004).
[2] L. C. L. Lin and F. L. H. Brown. Brownian Dynamics in Fourier Space: Membrane Simulations over Long Length and Time Scales. Physical Review Letters 93, 256001 (2004).

Observaciones: