



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Carlos Pérez Espigares

Departamento y Área de Conocimiento: Electromagnetismo y Física de la Materia Condensada

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Título del Trabajo: Estudio de las fluctuaciones dinámicas en un modelo de gas reticular

Tipología del Trabajo:

(Segun 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		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

Las fluctuaciones dinámicas son de vital importancia para comprender el comportamiento físico de una gran variedad de sistemas, que incluyen sistemas difusivos y coloidales, sistemas vítreos, sistemas de muchas partículas sometidos a campos externos y diferentes gradientes, materia activa o sistemas cuánticos abiertos. En particular, el análisis de las fluctuaciones dinámicas ha permitido entender la formación de complejos patrones y fases dinámicas que emergen en estos sistemas cuando se llevan fuera del equilibrio. En este trabajo analizaremos el papel de las fluctuaciones dinámicas en un gas reticular -el modelo de Kawasaki-, paradigmático en el estudio de los sistemas de equilibrio, al que añadiremos la acción de un campo externo con el que lo conduciremos fuera del equilibrio. De esta manera estudiaremos las estructuras espacio-temporales adoptadas por el sistema para sostener corrientes desviadas del valor medio o típico. Aplicando la termodinámica de trayectorias y la teoría de grandes desviaciones seremos capaces de determinar dichas estructuras en función de la temperatura, dado que en el límite de temperatura infinita, dicho sistema se comporta como el conocido proceso de exclusión, donde importantes resultados en esta dirección han sido previamente derivados.

Objetivos planteados:

- Inicialmente se estudiará el modelo de Kawasaki y se hará un análisis del comportamiento del sistema para diferentes valores de la temperatura.
- Se procederá de la misma manera que en el punto anterior, pero considerando la acción de un campo externo, con el que las partículas saltarán hacia la derecha con una mayor probabilidad, lo que dará lugar a una corriente de partículas estacionaria.
- Se analizará la energía y la corriente para posteriormente estudiar las fluctuaciones de dichos observables.
- Como objetivo más ambicioso, se intentarán derivar las interacciones efectivas del sistema que dan lugar a un valor atípico o raro de la corriente y/o de la energía.

Metodología:

Para abordar el estudio que aquí se propone, se hará uso principalmente de simulaciones por ordenador. Estas se realizarán a partir de los métodos Monte Carlo de simulación aplicados a gases reticulares. Se llevarán a cabo simulaciones tanto en tiempo



discreto y en tiempo continuo (algoritmo de Gillespie). A nivel analítico, se estudiará la ecuación maestra en su forma operatorial, lo que permitirá la diagonalización numérica del problema con el objetivo de obtener el estado estacionario del mismo. A su vez, las fluctuaciones de los diferentes observables se estudiarán tiltando el generador de la dinámica original para su posterior diagonalización. La termodinámica de las trayectorias y la teoría de las grandes desviaciones permitirán abordar el análisis de las fluctuaciones y obtener la energía y la entropía dinámicas característica del sistema.

Bibliografía:

- 1) H. Touchette, *The large deviation approach to statistical mechanics*, Phys. Rep. 478, 1 (2009).
- 2) Juan P Garrahan, Robert L Jack, Vivien Lecomte, Estelle Pitard, Kristina van Duijvendijk and Frédéric van Wijland, *First-order dynamical phase transition in models of glasses: an approach based on ensembles of histories*, J. Phys. A: Math. Theor. 42, 075007 (2009).
- 3) M. E. J. Newman and G. T. Barkema, *Monte Carlo Methods in Statistical Physics*, Clarendon Press, 1999.
- 4) C. Giardinà, J. Kurchan, and L. Peliti, *Direct Evaluation of Large-Deviation Functions*, Phys. Rev. Lett. 96, 120603 (2006).
- 5) Carlos P. Espigares, Pedro L. Garrido and Pablo I. Hurtado, *Dynamical phase transition for current statistics in a simple driven diffusive system*, Phys. Rev. E 87, 032115 (2013).
- 6) R. Hurtado-Gutiérrez, F. Carollo, C. Pérez-Espigares, and P. I. Hurtado, *Building Continuous Time Crystals from Rare Events*, Phys. Rev. E 125, 160601 (2020)

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

Alumno/a propuesto/a: Daniel Luque Jarava

Granada, 16 de Mayo 2022