



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Simulación de formación de defectos topológicos en transiciones de fase

Descripción general (resumen y metodología):

Durante una transición de fase, el estado de un sistema puede cambiar de manera no homogénea en el espacio. En los puntos entre regiones que se encuentran en distintos estados, se pueden formar singularidades llamadas defectos topológicos. Esto se ha observado en sistemas de materia condensada [1], y se cree que podría haber ocurrido en el universo temprano [2]. En ambos casos, se suele utilizar el marco de teoría de campos para describir este fenómeno. En este trabajo, se realizarán simulaciones de Monte Carlo de las teorías de campos correspondientes, haciendo uso de hardware (GPU) y software (CUDA) que permite acelerarlas significativamente [3].

El trabajo se dividirá en varios pasos. En primer lugar, se estudiará la teoría de defectos topológicos y sus implicaciones mediante libros de texto y artículos de investigación [4,5]. A continuación, usando esta información, se determinarán sistemas sencillos a estudiar, que contengan las propiedades esenciales para la emergencia de estos. Después, se escribirá el código para su simulación en paralelo en GPUs. Por último, se realizarán las simulaciones y se obtendrán algunas de las propiedades de los solitones del sistema en cuestión.

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

Objetivos planteados:

- Descripción general posibles defectos topológicos en teoría de campos.
- Estudio de transiciones de fase que dan lugar a estos.
- Aprendizaje del uso de aceleradores de hardware para realizar simulaciones.
- Estudio de defectos topológicos mediante simulaciones.

Bibliografía básica:

- [1] P. C. Hendry, N. S. Lawson, R. A. M. Lee, P. V. E. McClintock and C. D. H. Williams, "Generation of defects in superfluid 4He as an analogue of the formation of cosmic strings," Nature 368 (1994) no.6469, 315-317 doi:10.1038/368315a0.
- [2] T. W. B. Kibble, "Topology of Cosmic Domains and Strings," J. Phys. A 9 (1976), 1387-1398 doi:10.1088/0305-4470/9/8/029.
- [3] J. C. Criado, S. Schenk, M. Spannowsky, P. D. Hatton and L. A. Turnbull, "Simulating magnetic antiskyrmions on the lattice," Sci. Rep. 12 (2022) no.1, 19179 doi:10.1038/s41598-022-22043-0 [arXiv:2109.15020 [cond-mat.str-el]].
- [4] N. S. Manton and P. M. Sutcliffe, "Topological solitons." Cambridge monographs on mathematical physics. Cambridge University Press, Cambridge, July, 2004.
- [5] A. Vilenkin, "Cosmic Strings and Domain Walls," Phys. Rept. 121 (1985), 263-315 doi:10.1016/0370-1573(85)90033-X.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JUAN CARLOS CRIADO ÁLAMO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA TEÓRICA

Correo electrónico: jccriadoalamo@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: