

Scattering de solitones topológicos excitados

Objetivo del proyecto

Los solitones topológicos son soluciones tipo partícula que surgen de forma natural cuando teorías de campos de carácter no lineal son estudiadas. Juegan un papel fundamental en diversas áreas tales como en el estudio de superconductores o en el de estructuras cosmológicas complejas como las cuerdas cósmicas. Pueden ser encontrados en gran cantidad de teorías definidas tanto en una como en varias dimensiones espaciales. Entre la gran variedad de soluciones que podemos encontrar, las configuraciones tipo kink pueden aparecer cuando se analizan teorías de campo escalares definidas en $1 + 1$ dimensiones.

El objetivo principal de este proyecto se centra en el estudio de las colisiones kink/antikink cuando éstos son excitados mediante uno o más de sus modos internos, los cuales pueden ser obtenidos cuando el operador de pequeñas perturbaciones asociado es considerado. Para llevar a cabo los procesos de scattering, es necesario discretizar las ecuaciones de campo asociadas para, posteriormente, resolverlas de forma numérica y así poder estudiar los patrones de colisión y cómo estos cambian cuando incrementamos la amplitud del modo interno. Todo este trabajo permite comprender cómo la energía es redistribuida entre los modos internos y el modo traslacional. Los modelos bajo análisis usualmente dependen de un parámetro que permite cambiar el valor de la frecuencia asociada a los modos internos de vibración. Esto permite también entender cómo los patrones de colisión se modifican según los modos cambian, pudiendo incluso analizar fenómenos de colisión en valores de dicho parámetro en los cuales aparecen resonancias entre frecuencias.

Participantes del proyecto

Universidad de Valladolid, www.uva.es

Laboratory for Disruptive Interdisciplinary Science (LaDIS, Universidad de Valladolid), www.uva.es

Universidad de Salamanca, www.usal.es

SCAYLE, Supercomputación Castilla y León (España), www.scayle.es

vórtice/antivórtice en el modelo de Higgs abeliano. Con esta extensión al proyecto actual se pretende discernir si los patrones de colisión existentes en este tipo de estructuras son similares a los encontrados en las soluciones tipo kink.

Ejecución: 2024 a 2025.

Financiación del proyecto

Proyecto QCAYLE.

Proyecto PID2020-113406GB-I001.

Proyecto RED2022-134301-T.

Justificación del proyecto

El estudio de solitones topológicos excitados ha cobrado una gran importancia en los últimos años debido al papel que desempeñan en diversas áreas como en física de la materia condensada, superconductividad, comunicaciones cuánticas o cosmología.

Este proyecto es la antesala al estudio de teorías más complejas. Por ejemplo, otro de los proyectos que se plantean a futuro es el estudio de colisiones

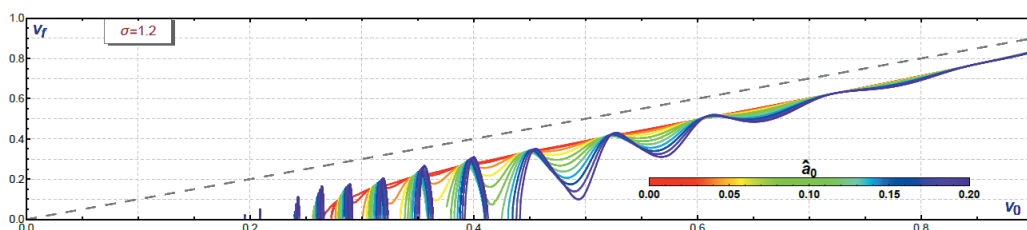
Líder del proyecto

GRUPOS DE FÍSICA MATEMÁTICA de la Universidad de Valladolid y Salamanca: A su vez, están integrados desde 2015 dentro de la Unidad de Investigación Consolidada de Física Matemática (UIC 011) de Castilla y León. La unidad está conformada por investigadores de las universidades de Valladolid, Salamanca y Burgos y las líneas de investigación de la unidad 2 comprenden el estudio de los defectos topológicos, de las teorías de campos clásicas y cuánticas, mecánica cuántica supersimétrica, etc..

Funciones de SCAYLE

El estudio asociado a las colisiones kink/antikink requiere de la resolución numérica de las ecuaciones de campo asociadas a la teoría, con las cuales se llevan a cabo las correspondientes simulaciones. Para realizar esta tarea, es necesario llevar a cabo un gran número de simulaciones en las cuales se han de obtener datos del número de colisiones, amplitudes de los modos internos después del proceso de scattering, velocidades del par kink/antikink, radiación emitida en el proceso etc.

Realizar dichas simulaciones en un ordenador doméstico requeriría de tiempos de computación excesivamente largos. Como consecuencia de ello y debido a la gran potencia que posee, el superordenador de SCAYLE juega un papel fundamental en esta investigación, permitiendo extraer una gran cantidad de resultados en un corto periodo de tiempo.



Evolución del diagrama de velocidades en el que se muestra la velocidad final del par kink/antikink en función de la velocidad inicial de colisión cuando se varía la amplitud de los modos internos en el contexto del modelo MSTB.



Financiado por la
Unión Europea
NextGenerationEU



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia

NOS
IMPULSA



Junta de
Castilla y León

Referencia PID2020-113406GB-I001, RED2022-134301-T