



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 la regeneración de paquetes de onda cuánticos

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:

La regeneración de los paquetes de ondas es uno de los fenómenos más interesantes y curiosos que se dan en la física cuántica. Consiste en que un paquete de onda, que representa el estado de una partícula cuántica, con comportamiento cuasi-clásico, i.e. un estado cuántico concentrado alrededor de un autoestado de alta energía, evoluciona durante un tiempo corto de forma cuasi-clásica, después se expande en el espacio de forma significativa y, tras un tiempo mayor, se regenera recuperando su forma inicial. Los sistemas que exhiben tal comportamiento constituyen una parte fundamental de los fenómenos de interferencia dependientes del tiempo para estados ligados con energías cuantizadas en la mecánica cuántica y, por lo tanto, son de gran interés en las comunidades de física y química. Con este trabajo se pretende revisar la maquinaria teórica de la construcción de paquetes de ondas cuánticos que conducen a la existencia de regeneraciones, así como explorar cómo la información sobre el período clásico y el tiempo de regeneración se codifican en el espectro de valores propios de la energía. Para ello trataremos una serie de modelos unidimensionales que exhiben un comportamiento de regeneración, tales como el pozo infinito y el rebotador cuántico.

Objetivos planteados:

- Inicialmente se resolverá la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo para cualquier condición inicial en un pozo infinito. Esto nos permitirá la verificación numérica de las predicciones teóricas posteriores incluso en presencia de otro tipo de potencial.
- A continuación, se estudiará el fenómeno de la regeneración de un paquete de onda a nivel general, partiendo del estudio de la función de autocorrelación temporal.
- Se particularizará el estudio del fenómeno de la regeneración para un paquete de ondas en una caja con paredes infinitas (sin ningún tipo de potencial). Se compararán los resultados con el caso clásico. Se procederá de la misma manera pero para el caso del oscilador armónico y el rebotador cuántico.
- Como objetivo más ambicioso, se intentará estudiar la misma fenomenología en sistemas cuánticos bidimensionales, como los sistemas de billares cuánticos.



Metodología:

Para abordar el estudio que aquí se propone, se hará uso tanto de simulaciones por ordenador como de herramientas analíticas cuánticas. Las simulaciones de la dinámica del paquete de ondas se realizará usando el algoritmo de Cayley, dado que este garantiza la unitariedad del operador de evolución. También se utilizarán algoritmos de resolución de matrices tridiagonales que me permitan resolver correctamente las ecuaciones que se plantean para llevar a cabo la simulación numérica. Desde el punto de vista analítico, se resolverá el problema de autovalores de la ecuación de Schrödinger para poder descomponer el paquete de ondas en la base de autofunciones.

Bibliografía:

- 1) Robinett R. W., 2004, Physics Reports 392 1–119
- 2) Styer D. F., 2001 Am. J. Phys. 69, 56–62
- 3) Gea-Banacloche J., 1999 Am. J. Phys. 67 776–782
- 4) Aronstein D. L. and Stroud C. R. Jr., 1997 Phys. Rev. A 55 4526–4537
- 5) Robinett R. W., 2000 Am. J. Phys. 68, 410
- 6) Romera E. and de los Santos F., 2007 Phys. Rev. Lett. 99, 263601

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

Alumno/a propuesto/a: Miryam Suárez Delgado

Granada, 19 de Mayo 2023