



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: *María Rosario González Férrez*

Departamento y Área de Conocimiento: Física Atómica, Molecular y Nuclear

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Título del Trabajo: Dinámica traslacional de átomos ultrafríos confinados en trampas no armónicas.

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		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:

En los experimentos de átomos ultrafríos se usan trampas óptica-dipolares, trampas magnéticas o redes ópticas para confinarlos espacialmente y evitar que debido a su baja velocidad se caigan del centro de la cámara de ultravacío atraídos por la gravedad [1,2]. En una primera aproximación, el potencial creado por estas trampas se describe como un oscilador armónico. A este potencial se le añaden otros términos para describir pozos dobles, tener en cuenta las posibles irregularidades de las redes ópticas o trampas, o incluso realizar medidas experimentales cuando las trampas se apagan y los átomos quedan en caída libre. Al considerar átomos ultrafríos, se puede analizar su movimiento traslacional asumiendo que los grados de libertad internos no varían y no se ven afectados por el potencial de atrapamiento. El objetivo de este trabajo fin de grado es estudiar la dinámica traslacional de un sistema unidimensional formado por unos pocos átomos ultrafríos atrapados en un potencial que depende del tiempo, añadiendo una perturbación al potencial armónico, incluyendo la interacción entre ellos.

Objetivos planteados:

- Estudiar y entender el Hamiltoniano unidimensional que describe un sistema de pocos átomos ultrafríos atrapados espacialmente [3].
- Analizar las simetrías del sistema, e identificar las diferencias para átomos bosónicos o fermiónicos [4,5].
- Estudiar y analizar las autofunciones y autoestados del sistema suponiendo que el potencial de atrapamiento es independiente del tiempo.
- Estudiar la dinámica traslacional de este sistema para un potencial de confinamiento que varíe con el tiempo.

Metodología:

- Aprender los conceptos y propiedades principales de un sistema de átomos ultrafríos.
- Plantear el Hamiltoniano de un sistema unidimensional formado por unos pocos átomos ultrafríos confinados en potencial armónico modificado y que interaccionan entre sí.
- Resolver numéricamente la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo. Una de las posibles técnicas numéricas es el método variacional lineal [6], que desarrolla la función de onda en serie usando las funciones de una base completa, y permite transformar la ecuación de Schrödinger en un problema matricial de autovalores.
- Resolver numéricamente la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Para la propagación temporal se usará el método iterativo corto de Lanczos [7].
- Análisis de los resultados y descripción de las diferentes magnitudes físicas que caracterizan el sistema físico, como podrían ser entrelazamiento o localización.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de Ciencias
Sección de Físicas

Bibliografía:

- [1] H. J. Metcalf and P. van der Straten, *Laser Cooling and Trapping*, Graduate Texts in Contemporary Physics. Springer, New York, NY (1999)
- [2] C. J. Pethick and H. Smith, *Bose–Einstein Condensation in Dilute Gases*, Cambridge University Press, Cambridge UK, (2008)
- [3] T. Giamarchi, *Quantum Physics in One Dimension*, International Series of Monographs on Physics, Clarendon Press, 2003.
- [4] M. A. Cazalilla, R. Citro, T. Giamarchi, E. Orignac, and M. Rigol, *One dimensional bosons: From condensed matter systems to ultracold gases*, Rev. Mod. Phys. **83**, 1405 (2011)
- [5] S. Giorgini, L. P. Pitaevskii, and S. Stringari, *Theory of ultracold atomic Fermi gases*, Rev. Mod. Phys. **80**, 1215 (2008)
- [6] J. K. L. MacDonald, *Successive approximations by the Rayleigh-Ritz Variation method*, Phys. Rev. **43**, 830 (1933).
- [7] T. J. Park and J. C. Light, *Unitary quantum time evolution by iterative Lanczos reduction*, J. Chem. Phys **85**, 5870 (1986).

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

Alumno/a propuesto/a: Marco Antonio Martínez Cañadas.

Granada, 28 de Junio 2020