UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2025/2026

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-223-2025/2026

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Confinamiento atómico en el régimen ultrafrío

Descripción general (resumen y metodología):

En el regimen ultrafrío se utilizan trampas creadas a partir de campos electromagnéticos, como unas pinzas ópticas (optical tweezers) u trampas magnetópticas, para atrapar sistemas atómicos y moleculares, y así poder manipularlos experimentalmente. En este Trabajo Fin de Grado se quiere estudiar el efecto de estos potenciales de atrapamiento en la estructura y el espectro de un átomo. Se comenzará estudiando los conceptos básicos sobre trampas y pinzas ópticas y cómo actúan sobre los sistemas atómicos. A continuación, se derivarán varios potenciales sencillos que reproduzcan el efecto de dichas trampas. Se resolverá la ecuación de Schrödinger para el átomo de hidrógeno usando potenciales sencillos que reproduzcan el atrapamiento y considerando distintos regímenes. Se llevará a cabo un análisis del impacto de estas trampas en la función de onda, energía de ligadura y otras propiedades que caracterizan estos sistemas atómicos confinados.
Metodología:
Se comenzará estudiando los fundamentos básicos de las trampas utilizadas en el régimen ultrafrío [1,2]. La ecuación de Schrödinger independiente del tiempo de este sistema atómico [3,4,5] se resolverá de forma analítica, cuando sea posible, y en los más complicados numéricamente haciendo un desarrollo de la función de onda en serie en una base [6], o usando el método de la variable discreta [7].

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

Objetivos planteados:

- Conocer el funcionamiento básico de las trampas usadas en el régimen ultrafrío.
- Derivar potenciales unidimensionales que reproduzcan el efecto de estas trampas.
- Resolver la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo.
- Análisis e interpretación de los resultados numéricos.

Bibliografía básica:

[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] J.U. Sakurai, Modern Quantum Mechanics, Addison Wesley; Revised Edition (1994).
[5] A. Galindo and P. Pascual, Mecánica Cuántica, Eudema (1989).
[6] A. Szabo and N. S. Ostlund, Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory, McGraw-Hill, 1989, pp. 33–35.
[7] M. Beck, A. Jäckle, G. Worth, and H. D. Meyer, Phys. Rep. 324, 1 (2000).

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARÍA ROSARIO GONZÁLEZ FÉREZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Correo electrónico: rogonzal@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: