UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-118-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Sensores cuánticos basados en átomos Rydberg

Descripción general (resumen y metodología):

Propiedades fundamentales de la mecánica cuántica, como la superposición, el entrelazamiento y la coherencia, permiten crear sensores que superan los límites de la sensibilidad de sensores convencionales. Estos sensores cuánticos posibilitan medir magnitudes físicas, tales como el tiempo, la temperatura, campos electromagnéticos o la gravedad con una gran precisión. Se construyen utilizando las propiedades cuánticas de diversos sistemas como átomos neutros, iones, circuitos superconductores, sistemas de estado sólido, etc. En particular, los átomos Rydberg permiten medir y detectar variaciones muy pequeñas de campos electromagnéticos debido a sus propiedades intrínsecas. Estos átomos Rydberg se caracterizan por tener un electrón en un orbital muy excitado con un número cuántico principal muy alto, convirtiéndose en sistemas muy débilmente ligados, pero muy estables, con vidas medias largas, y de gran tamaño. Además, poseen momentos dipolares eléctricos y polarizabilidades extremadamente grandes, lo que facilita su manipulación y control en el laboratorio. La preparación y lectura de los estados Rydberg es posible mediante excitación láser y espectroscopía. En este trabajo fin de grado se estudiarán los fundamentos teóricos de los sensores cuánticos, analizarán propiedades fundamentales, y se dedicará especial atención a aquellos sensores que se construyen con átomos Rydberg.

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

Objetivos planteados:

- Estudiar las propiedades más importantes de los sensores cuánticos.
- Estudio y análisis de átomos en estados Rydberg.
- Descripción teórica y numérica de la interacción de átomos Rydberg con campos electromagnéticos
- Derivación de las propiedades de átomos Rydberg como sensores cuánticos.
- Discusión y análisis de los resultados.

Bibliografía básica:

B.H. Bransden and C.J. Joachain, The physics of atoms and molecules, (Longman, 1993).

T. Gallagher, Rydberg Atoms (Cambridge University Press, Cambridge, 1994).

C. S. Adams J. D. Pritchard and J. P. Shaffer, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **53** 012002 (2020)

C. L. Degen, F. Reinhard, and P. Cappellaro, Quantum sensing, Reviews of Modern Physics, 89, 035002, (2017).

J. Altmann, and H. Kübler, Rydberg-atom electrical-field sensors – a case study of dual use of quantum sensors. EPJ Quantum Technol. 13, 32 (2026).

Ryabtsev, I.I., Entin, V.M., Tretyakov, D.B. et al. Quantum Sensors of Electric Fields Based on Highly Excited Rydberg Atoms. Radiophys Quantum El 67, 1–12 (2024).

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: IGNACIO ORIHUELA CAZORLA

Correo electrónico: ignaciorihuela@correo.ugr.es