



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Puertas lógicas con átomos Rydberg

**Descripción general** (resumen y metodología):

Recientemente se ha demostrado el procesamiento de información cuántica usando átomos neutros atrapados en redes ópticas o pinzas ópticas. La interacción con átomos Rydberg son de largo alcance y permiten crear entrelazamiento y puertas cuánticas entre pares de átomos. En este trabajo se quiere estudiar la implementación física de esas puertas cuánticas. La idea es empezar describiendo algunos conceptos básicos relacionadas con información cuántica, como entrelazamiento, superposición, qubits, puertas lógicas, etc. usando átomos Rydberg. Se estudiará la interacción entre el átomo Rydberg y los átomos en el estado fundamental, así como el uso de campos láseres para crear las excitaciones. A continuación, se analizará la creación de una puerta cuántica usando átomos Rydberg, se comparará con otras implementaciones sistemas atómicos, y las fuentes de error.

Metodología: Se hará uso de la bibliografía existente [1,2] para comprender los fundamentos básicos de la Información Cuántica y las plataformas físicas donde se implementa y crea el entrelazamiento y las puertas cuánticas. Después, se estudiará las propiedades más importantes de sistemas Rydberg [3], su interacción con átomos en el estado fundamental, y la creación de puertas cuánticas con ellos [4-7].

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

**Objetivos planteados:**

- Conocer los principios en los que se fundamenta la Información Cuántica.
- Entender cuáles son los objetivos y limitaciones de la Información Cuántica.
- Comprender qué son las puertas lógicas cuánticas.
- Análisis de la implementación de puertas lógicas usando átomos Rydberg.
- Estudio de las fuentes de error.

**Bibliografía básica:**

- [1] M. Nielsen and I.L. Chuang, "Quantum Computation and Quantum Information". Cambridge University Press, 2010.
- [2] T. G. Wong, "Introduction to Classical and Quantum Computing". <http://www.thomaswong.net>. 2022.
- [3] T. Gallagher, Rydberg Atoms (Cambridge University Press, Cambridge, 1994).
- [4] M. D. Lukin et al, Dipole Blockade and Quantum Information Processing in Mesoscopic Atomic Ensembles, Phys. Rev. Lett. 87, 037901 (2001).
- [5] M Saffman, Quantum computing with atomic qubits and Rydberg interactions: progress and challenges, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 49, 202001 (2016).
- [6] L. Isenhower et al, Demonstration of a Neutral Atom Controlled-NOT Quantum Gate, Phys. Rev. Lett. 104, 010503 (2010)
- [7] T. Wilk et al, Entanglement of Two Individual Neutral Atoms Using Rydberg Blockade, Phys. Rev. Lett. 104, 010502 (2010)

**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:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:** Pablo Molero de Haro

**Correo electrónico:** moleropablo@correo.ugr.es