



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Daniel Rodríguez Rubiales

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

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Título del Trabajo: Diseño conceptual de una fuente para la producción de iones moleculares y su acoplamiento al sistema de trampas Penning del Laboratorio de Trampas de Iones y Láseres.

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		5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales	X	6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo: El Laboratorio de Trampas de Iones y Láseres de la Universidad de Granada, se ha construido para experimentos con iones atrapados y enfriados por láser en el régimen cuántico. Uno de estos experimentos se lleva a cabo con una trampa Penning de 7 tesla, con iones de $^{40}\text{Ca}^+$. Uno de los objetivos a medio plazo de este experimento es la aplicación del ion de $^{40}\text{Ca}^+$ como “ion lógico” para el estudio de iones de moléculas orgánicas, esto es utilizar una transición interna del ion $^{40}\text{Ca}^+$ para estudiar cualquier transición en el ion molecular. Este trabajo se centrará en el diseño conceptual del sistema de producción de iones moleculares y su acoplamiento a la línea de trampas Penning. Para ello se estudiarán los mecanismos de producción de iones moleculares y se diseñará el sistema que sea compatible con esta producción y con las condiciones de vacío del experimento. Asimismo, se estudiará el acoplamiento a un sistema (cuadrupolo de radiofrecuencia) que permita la generación de pulsos de corta duración de estos iones para una inyección efectiva en la trampa Penning. En dicho cuadrupolo se estudiará el enfriamiento de los iones moleculares por colisiones con átomos de helio o iones de $^{40}\text{Ca}^+$ atrapados y enfriados por láser.

Objetivos planteados:

- Conocer los mecanismos de producción de iones de moléculas orgánicas. Condiciones de temperatura y presión.
- Conocer el funcionamiento de una trampa Penning y distintos tipos de diagnóstico: detección de fluorescencia y corrientes inducidas por iones atrapados, y detección por medio de detector de microcanales.
- Conocer los mecanismos de enfriamiento de iones por colisiones con átomos de un gas inerte y con otros iones enfriados por láser.
- Simular el experimento, esto es el transporte de iones en campos eléctricos y magnéticos. Caracterización por tiempo de vuelo y eficiencia de captura en la trampa Penning.
- Diseñar una fuente de iones moleculares en cámara de vacío y su acoplamiento a la línea de trampas Penning con deflector magnético o electrostático para inyección en el cuadrupolo de radiofrecuencia.
- Se pretende llegar a la caracterización del número de iones en función de diferentes parámetros de la fuente utilizando un detector de microcanales, para lo que es necesario la construcción en una cámara de vacío con un detector de microcanales.

Metodología:

1. El /la alumno/a comenzará estudiando y aprendiendo los conceptos básicos sobre los mecanismos de producción de moléculas orgánicas ionizadas con estado de carga positiva en condiciones de temperatura y presión similares o muy próximas a los valores de éstas en la línea de trampas Penning del laboratorio. Un primer candidato podrían ser los



iones pirilios que suelen tener masas en torno a 200, o algunos de sus derivados como antraceno o naftaleno, de peso molecular más bajo.

2. Adquirirá experiencia en el laboratorio con tutoriales diseñados para su aprendizaje en el funcionamiento de trampas Penning y de distintas técnicas de detección utilizadas propias de la física atómica (destruktivas y no destruktivas) y aspectos de enfriamiento láser o por colisiones.
3. Aprenderá el paquete de simulación SIMION para el transporte de iones en campos electromagnéticos con el que realizará gran parte del trabajo que le permita llegar al diseño conceptual que materializará con AUTOCAD. Los estudios incluyen el transporte de los iones hasta la estructura de radiofrecuencia, y la extracción de éstos hacia el sistema de trampas Penning. También incluye la identificación por tiempo de vuelo.
4. Una vez montada la fuente y ensamblada en la cámara de vacío se procederá a una primera prueba para caracterización del número de iones producido y su energía cinética en función de los parámetros de la fuente.

Bibliografía:

1. G. Werth, V.N. Gheorghe, and F.G Major. *Charged Particle Traps*. Springer Series on Atomic, Optical, and Plasma Physics. Springer Science Business Media (2005).
2. G. Werth, V.N. Gheorghe, and F.G. Major. *Charged Particles Traps II*. Springer Series on Atomic, Optical, and Plasma Physics. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York (2009).
3. Carlos Vivo, *Estudio de una fuente de iones de superficie en el marco del proyecto TRAPSENSOR y primeros resultados de enfriamiento por láser (laser cooling) de iones de 40Ca^+* , **Trabajo fin de máster (2014)**.
4. M. J. Gutiérrez, J. Berrocal, J. M. Cornejo, F. Domínguez, J. J. Del Pozo, I. Arrazola, J. Bañuelos, P. Escobedo, O. Kaleja, L. Lamata, R. A. Rica, S. Schmidt, M. Block, E. Solano and D. Rodríguez. "The TRAPSENSOR facility: an open-ring 7 tesla Penning trap for laser-based precision experiments" *New Journal of Physics* **21**, 023023 (2019).

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

Alumno/a propuesto/a:

Granada, 26 de junio 2020