



Medición de densidad atómica en celdas de Cs con métodos espectroscópicos

Iván Ballén¹, Jose Mejía², Gabriel Jiménez³
Profesora asesora: PhD. Mayerlin Nuñez⁴

1. i.ballen@uniandes.edu.co
2. jr.mejia1228@uniandes.edu.co
3. g.jimenez@uniandes.edu.co
4. m.nunez@uniandes.edu.co

Feria de Divulgación e Investigación 2024-10
Curso: Proyecto Experimental

Resumen

En el presente proyecto se buscó determinar la densidad atómica en una celda de Cesio por medio de espectroscopía de absorción. Para esto, se caracterizó el comportamiento de los espectros de absorción de la transición D2 del Cesio en función de la temperatura. Dicho comportamiento resulta ser creciente con la temperatura y se estabiliza alrededor de los 45°C. Usando las relaciones de presión de vapor en función de temperatura para el Cesio, se realizó una correspondencia biyectiva entre absorción y presión la cual permitió despejar, a partir de la relación de un gas ideal, una estimación para la densidad atómica.

Motivación

133Cs
I=7/2

6p 2P_{3/2}
852 nm

6p 2P_{1/2}
894 nm

6s 2S_{1/2}

F_e
5
4
3
2

F_g
4
3

9192.631770 MHz

251.0918(20) MHz
201.2871(11) MHz
151.2247(16) MHz

1167.688(81) MHz

Estudio de la transición D2 del Cesio.

↓

Láser a una longitud de onda de 852,3564 nm.

↓

Mayor densidad, más transiciones, más interacción luz materia.

↓

El fabricante no reporta densidad, solo estimaciones de variables termodinámicas.

Se observa cesio condensando en la celda a T ambiente

↓

Aumentando la temperatura, se evapora todo el cesio...

Se propone estudiar el comportamiento de la presión de vapor y la absorción para deducir densidad:

$$\log_{10} p = 4.165 - \frac{3830}{T}$$

Tomado de: Valappol, N. (2019). Line shape analysis for precision spectroscopy in Ba+ ions.

Espectroscopía de absorción

Montaje para medir espectros de absorción para diferentes temperaturas.

↓

Permite deducir una relación entre absorción y presión para usar gas ideal.

Hace falta enfriar para observar comportamiento cóncavo, solo podemos estimar una cota.

$$n \leq (4.06 \pm 0.04) \times 10^{16} \frac{\text{átomos}}{\text{m}^3}$$

Fluorescencia

Montaje para detección de fluorescencia mediante tubo PMT.

↓

A mayor densidad, mayor emisión y por lo tanto mayor fluorescencia

Se reporta un espectro de emisión por conteos en PMT con máximo en la longitud de onda de interés

Demtröder (2008) propone la relación de proporcionalidad en términos de eficiencias y parámetros propios de la transición:

$$n_{pe} = (N\sigma n_L \Delta x) \eta_k \eta_{ph} \frac{\Omega}{4\pi}$$

¡ESTAMOS TRABAJANDO EN ELLO!

Conclusiones y trabajo futuro

- Se logró determinar una cota superior para la densidad atómica en celdas de Cesio por métodos relacionados con espectroscopía de absorción.
- Dicha cota se respeta por las estimaciones realizadas anteriormente en el grupo de investigación, lo que sugiere consistencia con experimentos pasados.
- Con el objetivo de verificar esta cota, en este momento se está desarrollando una medición alternativa que involucra espectroscopía por fluorescencia, método que permite medir un valor exacto más no una cota.
- Como trabajo futuro, se propone estudiar métodos para enfriar celdas en el laboratorio de espectroscopía, lo que permitiría deducir un valor exacto por el método aquí presentado.

Referencias

- Foot, C. J. (2004). *Atomic physics* (Vol. 7). OUP Oxford.
- Valappol, N. (2019). Line shape analysis for precision spectroscopy in Ba+ ions.
- Demtröder, W. (2008). *Laser spectroscopy: vol. 2: experimental techniques* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Steck, D. A. (2003). Cesium D line data.
- Alcock, C. B.; Itkin, V. P.; Horrigan, M. K. (1984). Vapour Pressure Equations for the Metallic Elements: 298–2500K. *Canadian Metallurgical Quarterly*, 23(3), 309–313. doi:10.1179/cm.1984.23.3.309
- Taylor, J. B., & Langmuir, I. (1937). Vapor pressure of caesium by the positive ion method. *Physical Review*, 51(9), 753.
- Gillespie, L. J., & Fraser, L. H. (1936). The normal vapor pressure of crystalline iodine. *Journal of the American Chemical Society*, 58(11), 2260-2263.