

Estimación de la Densidad Atómica en una Celda de Cesio

David Pachón – Departamento de Física, Universidad de los Andes, Bogotá, D. C, República de Colombia

1. Abstract

En este trabajo se estudió la absorción óptica de una celda de vapor de cesio usando un láser resonante con la línea D2 del cesio alrededor de 852.3565 nm. El objetivo fue estimar la densidad atómica para diferentes temperaturas a partir de mediciones de transmitancia. Debido al ensanchamiento Doppler, las transiciones hiperfinas $F = 4 \rightarrow F' = 3, 4, 5$ aparecen superpuestas formando un perfil gaussiano ancho. A partir de la profundidad óptica y considerando el régimen saturado del experimento, se obtuvieron valores efectivos de densidad atómica.

2. Introducción

El cesio presenta transiciones ópticas bien conocidas en la línea D2, cerca de 852.3565 nm. En este trabajo buscamos estimar la densidad atómica dentro de una celda de cesio para diferentes temperaturas.

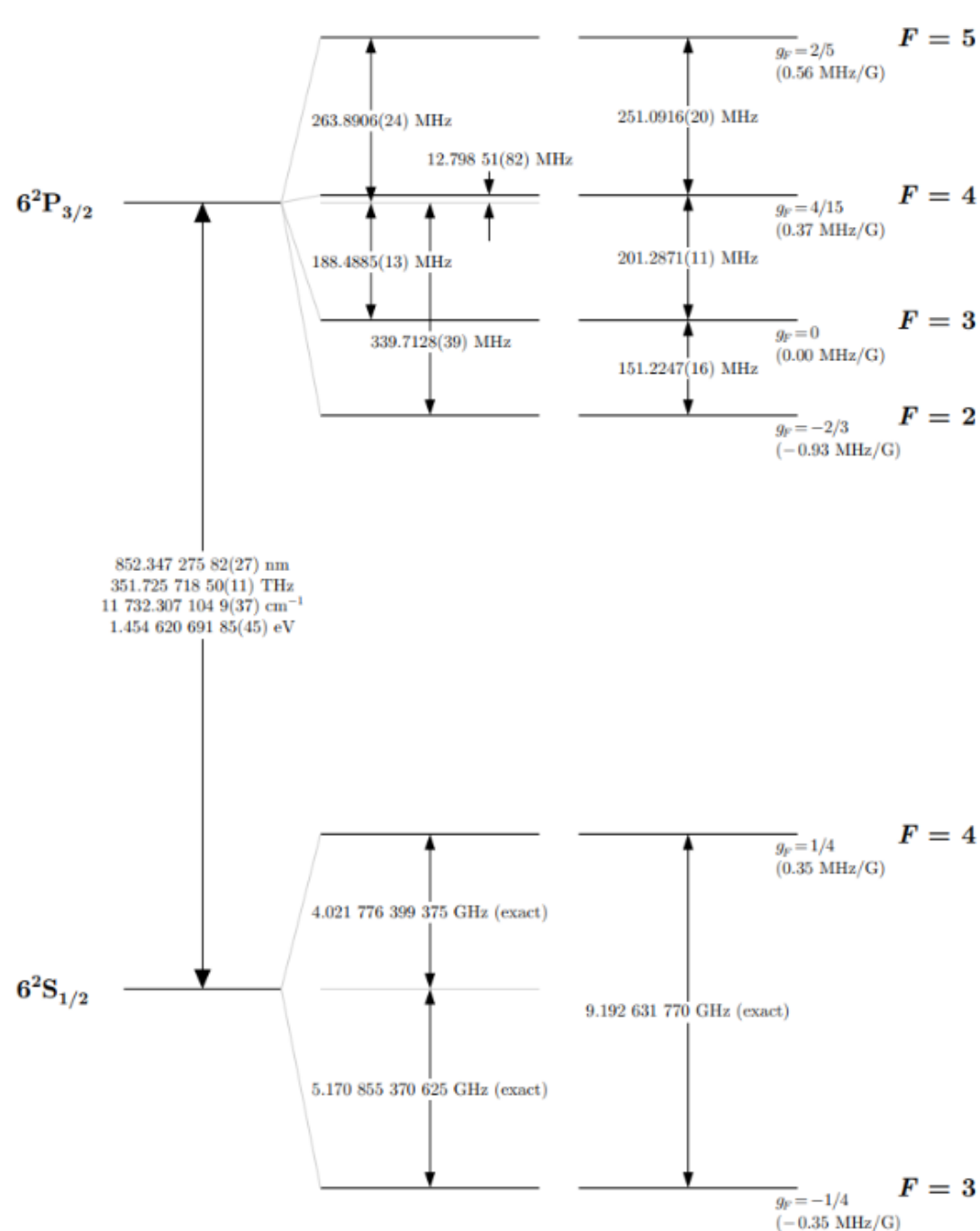
Al aumentar la temperatura, aumenta la presión de vapor y por tanto el número de átomos interactuando con el láser. Para el estado base $F = 4$ se observan las transiciones:

$$F = 4 \rightarrow F' = 3, 4, 5$$

Las tres contribuciones se superponen debido al ensanchamiento Doppler.

La absorción se relaciona con la densidad mediante:

$$I = I_0 e^{-n\sigma L}$$



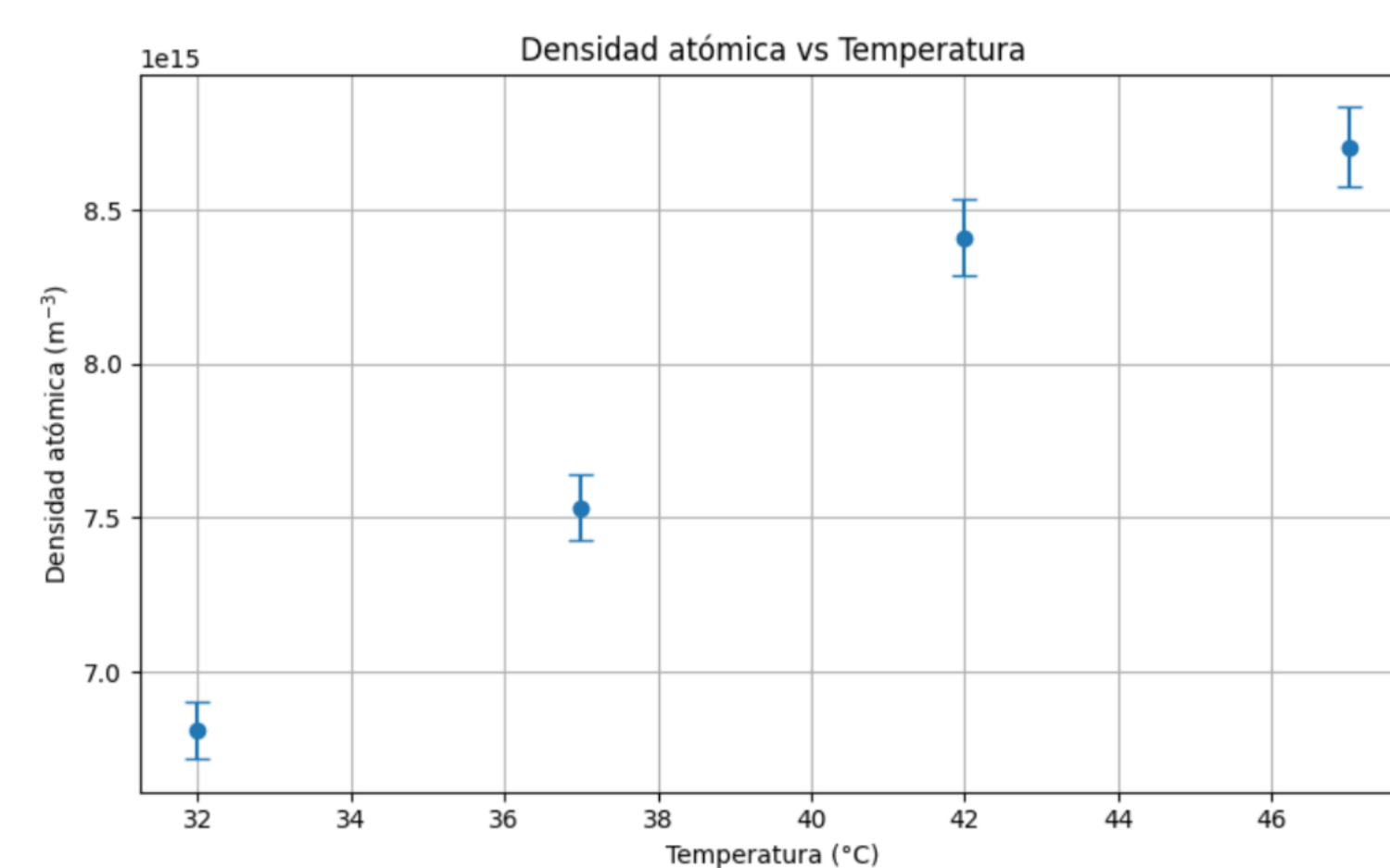
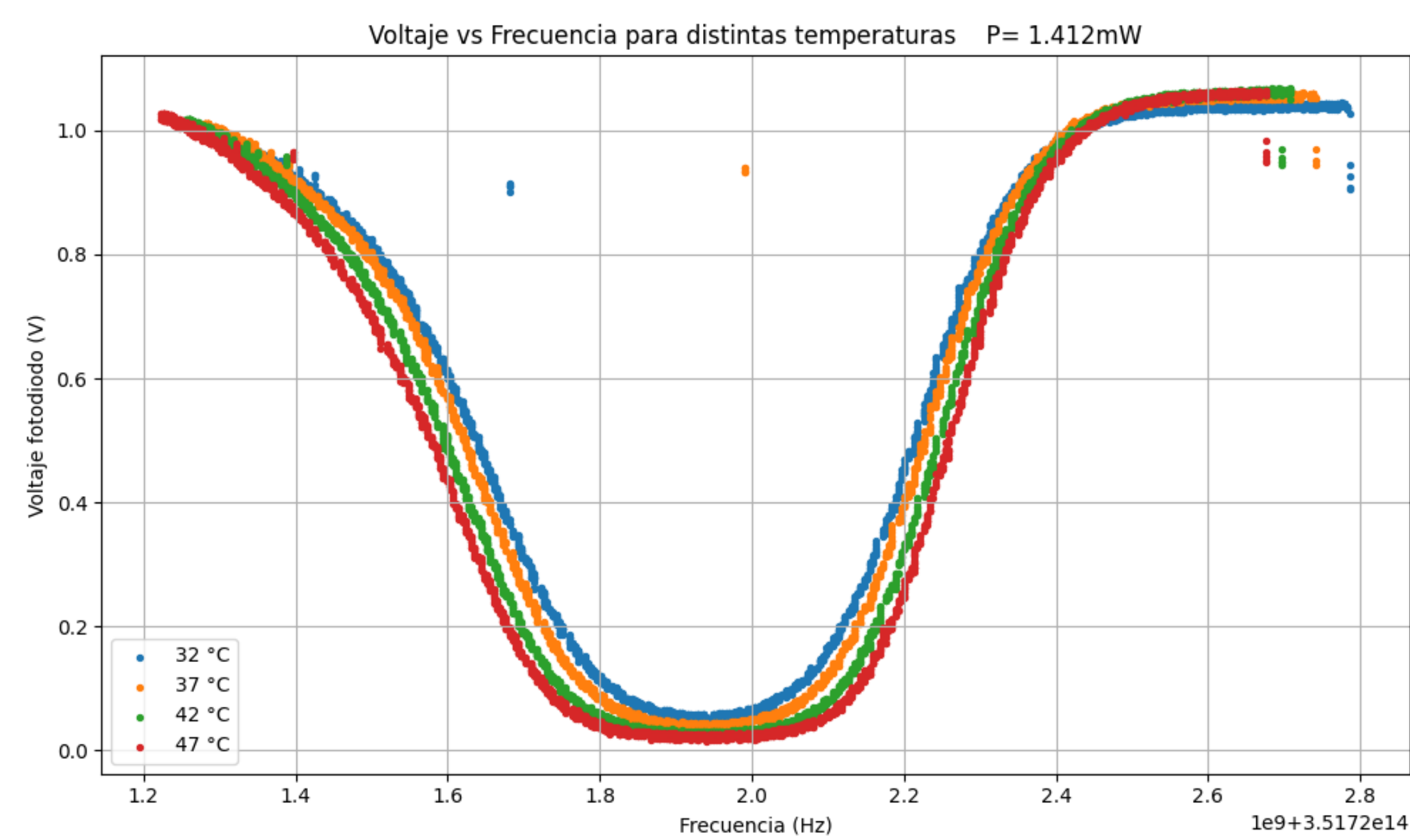
4. Resultados

Al aumentar la temperatura se observó una disminución del voltaje transmitido, indicando un aumento de absorción en la celda.

La densidad atómica se calculó usando la profundidad óptica se calculó mediante:

$$n = \frac{OD}{\sigma_{eff}L} = \frac{-\ln\left(\frac{V_{min}}{V_{max}}\right)}{\sigma_{eff}L}$$

Las mediciones muestran el comportamiento esperado de incremento de densidad con la temperatura.



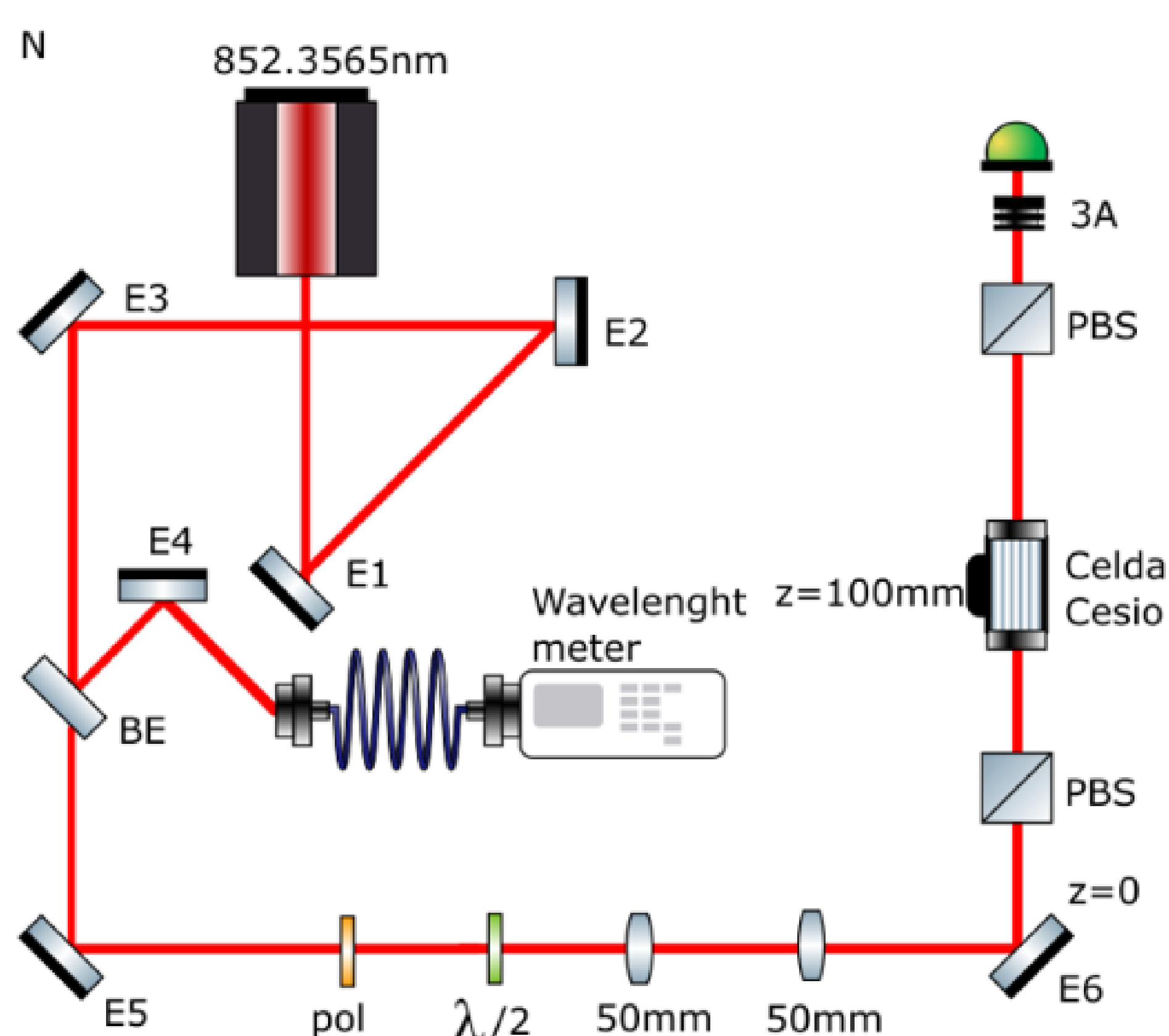
3. Metodología

Se utilizó un láser infrarrojo sintonizado alrededor de 852.3565 nm. Parte del haz fue enviada a una celda de cesio y la señal transmitida se midió con un fotodiodo para diferentes temperaturas.

La celda se ubicó dentro del rango de Rayleigh para mantener un perfil espacial aproximadamente constante.

obteniéndose:

$$I = \frac{2P}{\pi w_x w_y} \approx 68 \text{ mW/cm}^2 > 1.10 \text{ mW/cm}^2 \approx I_{sat}$$



5. Conclusiones

1. Se midió la absorción óptica de una celda de cesio para diferentes temperaturas.
2. La absorción aumentó con la temperatura debido al incremento de densidad atómica.
3. El experimento operó en un régimen fuertemente saturado.
4. Se obtuvieron estimaciones efectivas de densidad atómica a partir de la transmitancia medida.

6. Referencias

[1] Nicolás Manrique Nieto, *Estabilización en frecuencia de láser centrado en transición atómica de la línea D2 del cesio*, Documento de monografía presentado como requisito para grado del programa de Física, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, 2020.

[2] EACET SPIN, *Optical Pumping of Rubidium OP1-A: Guide to the Experiment – Instructor's Manual*, Instruments Designed for Teaching, 2002.