

Medición de Líneas de Emisión de Lámparas de Descarga con Redes de Difracción

Física Experimental 1

Matías Daniel Roqueta - Instituto Balseiro



Resumen

En este experimento se usaron redes de difracción de 600 líneas/mm y 300 líneas/mm para medir los espectros de emisión de lámparas de descarga de Deuterio, Agua, y Helio.

Además de estudiar los espectros de emisión de estos elementos, también se pudo contrastar la eficacia de las dos redes para este tipo de experimento.

Se concluye que una red de 600 líneas/mm solo tiene sentido usarla si se necesita resolver longitudes de onda que una de 300 líneas/mm no resuelve.

Marco Teórico

Espectro de Emisión

Una línea de emisión de un átomo o molécula es la energía liberada como fotón de frecuencia f durante una transición de un electrón de un nivel de energía excitado a uno de menor energía.[1]

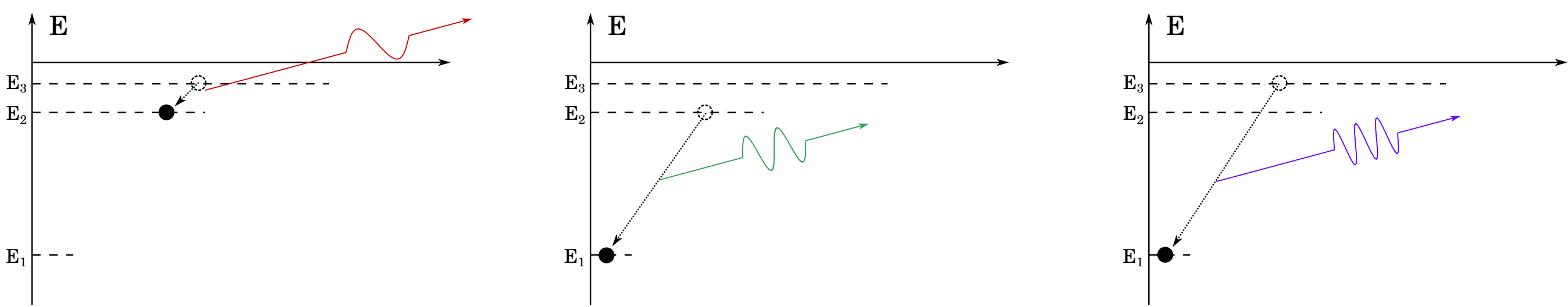


Figura 1. Ilustración de la dependencia de la frecuencia de un fotón emitido y la diferencia de energía entre niveles discretos atómicos durante una transición electrónica.

$$f = \frac{\Delta E}{h}$$

f : Frecuencia de un fotón emitido.
 ΔE : Diferencia entre niveles de energía.
 h : Constante de Planck.

Al espectro de frecuencias emitidas por un elemento se le llama Espectro de Emisión del mismo.

Redes de Difracción

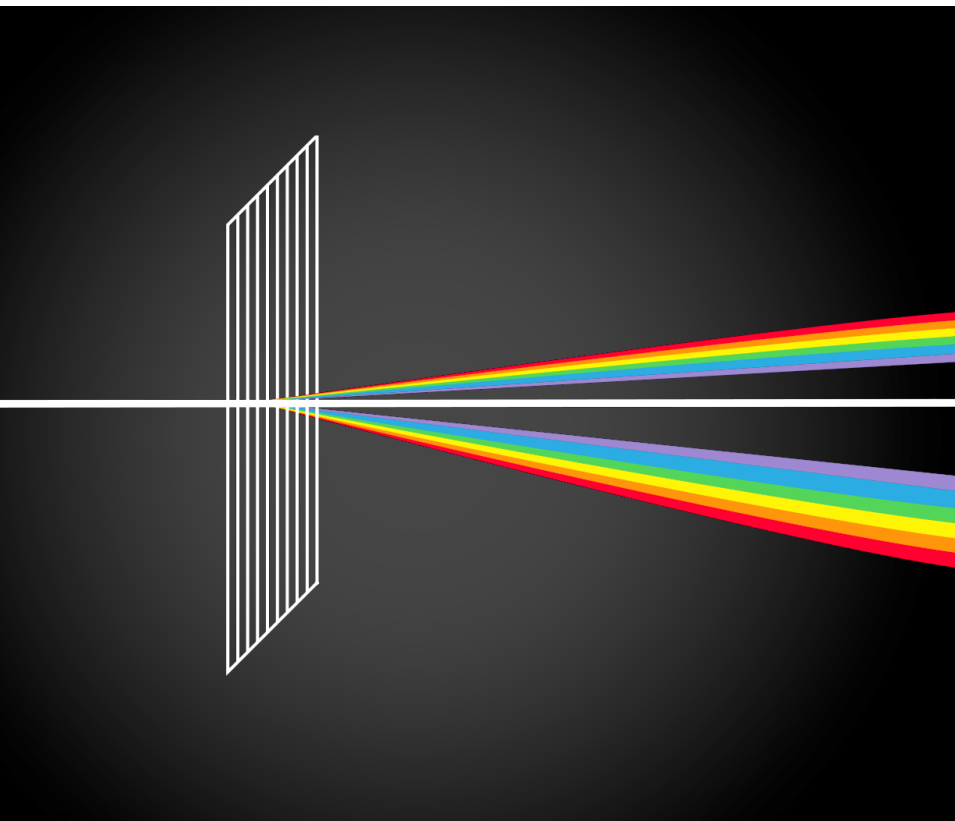


Figura 2. Difracción de luz blanca al primer orden.

Una Red de Difracción es un dispositivo que por medio de elementos refractivos periódicos genera un patrón de interferencia modulada por difracción.

$$d \sin \theta_m = m \lambda$$

La red se caracteriza por sus líneas por milímetro N . El espacio entre líneas $d = N^{-1}$ indica el ángulo de los máximos de interferencia de orden m para longitud de onda λ .

Método Experimental

Calibración de la Red

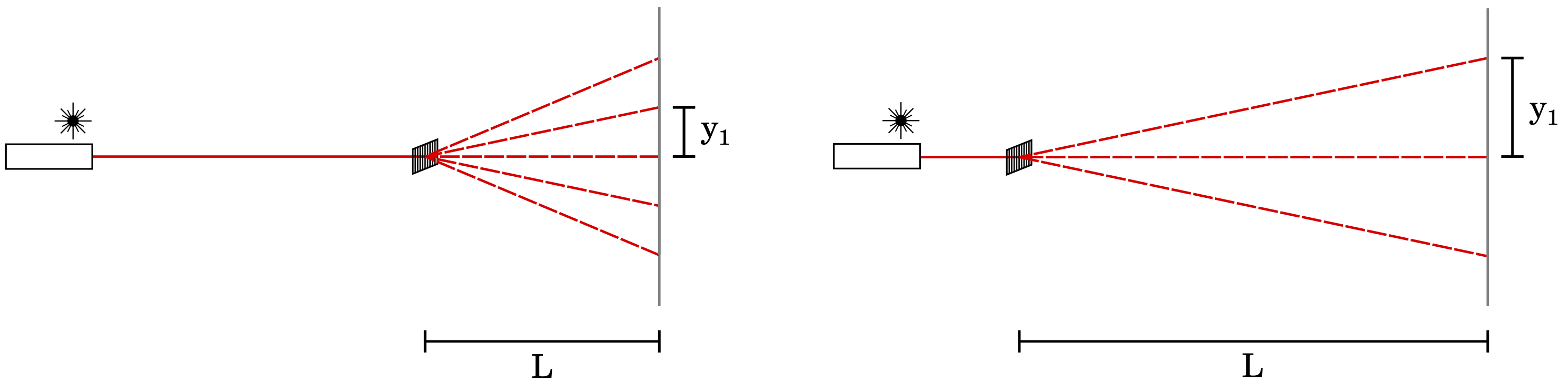


Figura 3. Arreglo experimental para calibrar las líneas por milímetro de la red de difracción.

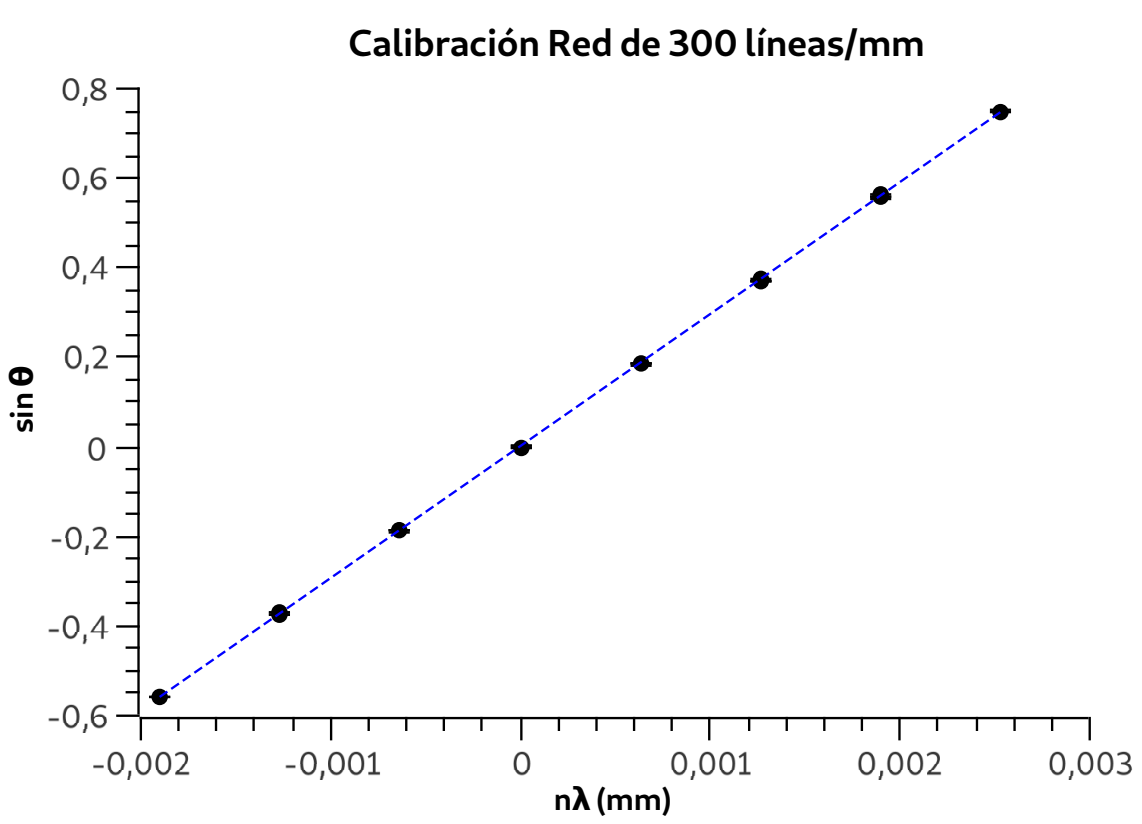


Figura 4. Recta de calibración.

Para calibrar la red se difracta un láser He-Ne de longitud de onda $\lambda_{HeNe} = 633 \text{ nm}$. , se miden más datos colocando la red a distancias diferentes de la pantalla.

Se calibraron los siguientes valores de N para redes de 300 y 600 líneas por milímetro.

$$N_{600} = (590 \pm 1) \text{ mm}^{-1} \quad N_{300} = (294, 0 \pm 0, 4) \text{ mm}^{-1}$$

Medición de Líneas de Espectro

La figura 5 ilustra la configuración usada para medir las líneas de emisión de la lámpara usando un espectrogoniómetro.

Un colimador restringe la luz a una línea. Esta se enfoca con una lente convergente sobre la red de difracción, la cual la separa en longitudes de onda. El ocular del instrumento se alinea con la línea difractada.

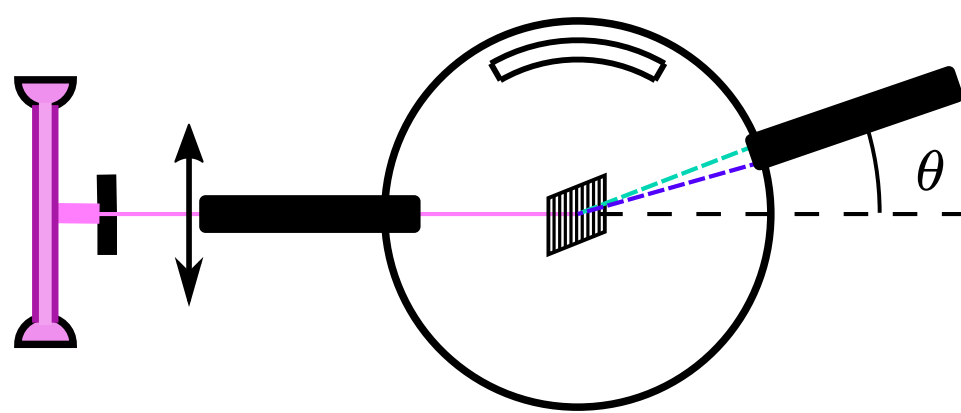


Figura 5. Medición de líneas de emisión con espectrogoniómetro.

Resultados

Lámpara de Deuterio

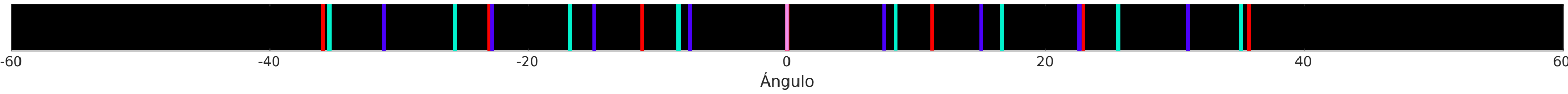


Figura 6. Espectro de una lámpara de Deuterio, medido con la red de 300 líneas/mm

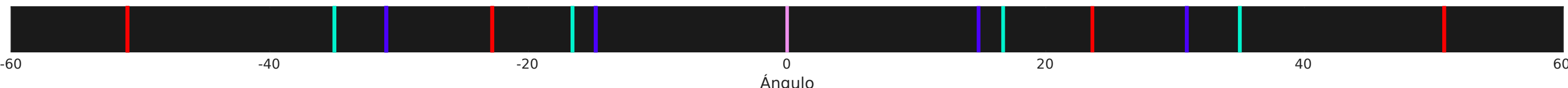


Figura 7. Espectro de una lámpara de Deuterio, medido con la red de 600 líneas/mm

Con la red de difracción de 600 líneas/mm se encontraron tres líneas de emisión del Deuterio en el espectro visible.

Índigo $\lambda = (436 \pm 12) \text{ nm}$
Cian $\lambda = (487 \pm 12) \text{ nm}$
Rojo $\lambda = (661 \pm 12) \text{ nm}$

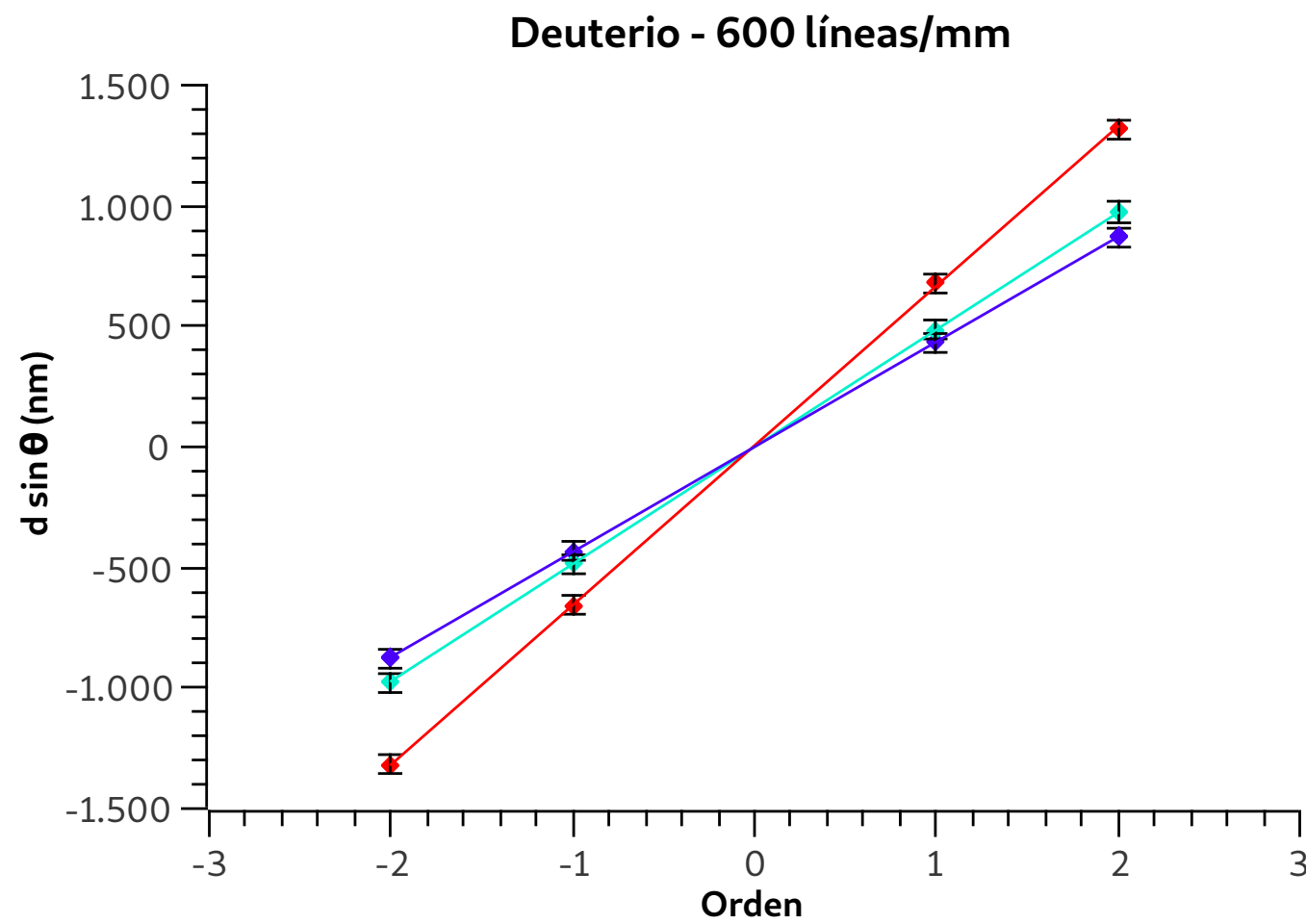


Figura 8. Regresión de longitudes de onda emitidas por el Deuterio, 600 líneas/mm.

Lámpara de Vapor de Agua

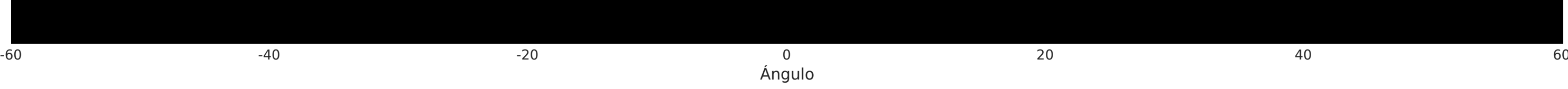
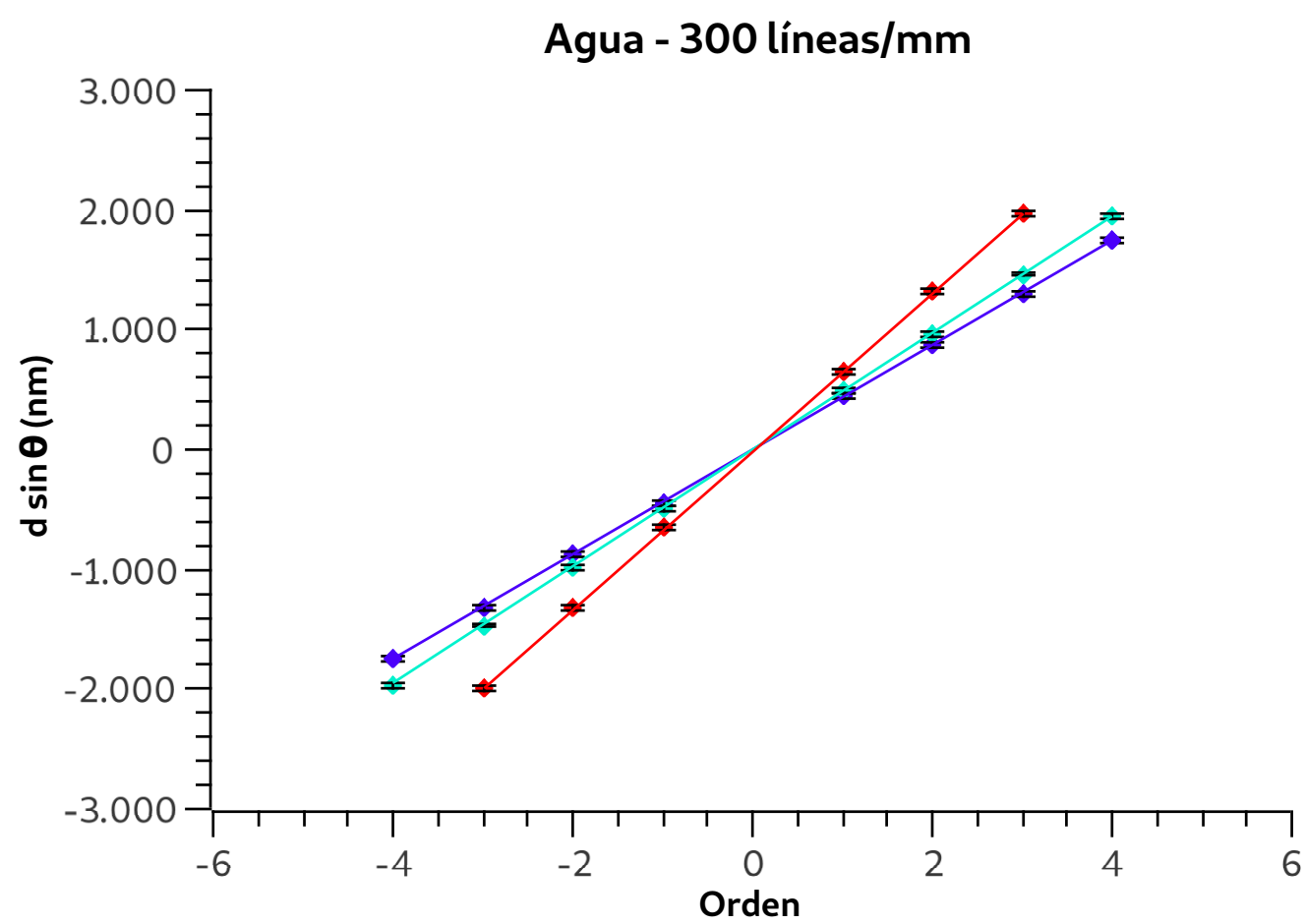


Figura 9. Espectro de una lámpara de vapor de agua, medido con la red de 300 líneas/mm



Con la red de difracción de 300 líneas/mm se encontraron tres líneas de emisión del agua en el espectro visible, consistentes con las del Deuterio.

Índigo $\lambda = (437 \pm 3) \text{ nm}$
Cian $\lambda = (489 \pm 3) \text{ nm}$
Rojo $\lambda = (660 \pm 4) \text{ nm}$

Figura 10. Regresión de longitudes de onda emitidas por el agua, 300 líneas/mm.

Lámpara de Helio

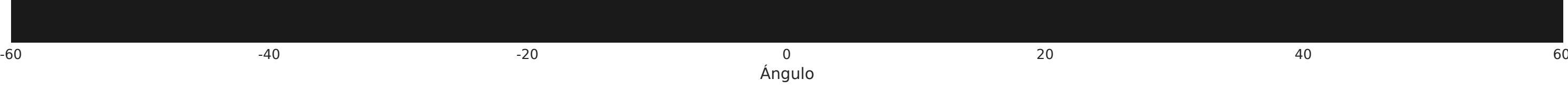


Figura 11. Espectro de una lámpara de Helio, medido con la red de 300 líneas/mm

Con la red de difracción de 300 líneas/mm se midieron siete líneas de emisión del Helio.

Índigo $\lambda = (449 \pm 3) \text{ nm}$
Azul $\lambda = (473 \pm 4) \text{ nm}$
Verde $\lambda = (502 \pm 4) \text{ nm}$
Verde $\lambda = (404 \pm 2) \text{ nm}$
Naranja $\lambda = (590 \pm 3) \text{ nm}$
Rojo $\lambda = (672 \pm 4) \text{ nm}$
Rojo $\lambda = (710 \pm 6) \text{ nm}$

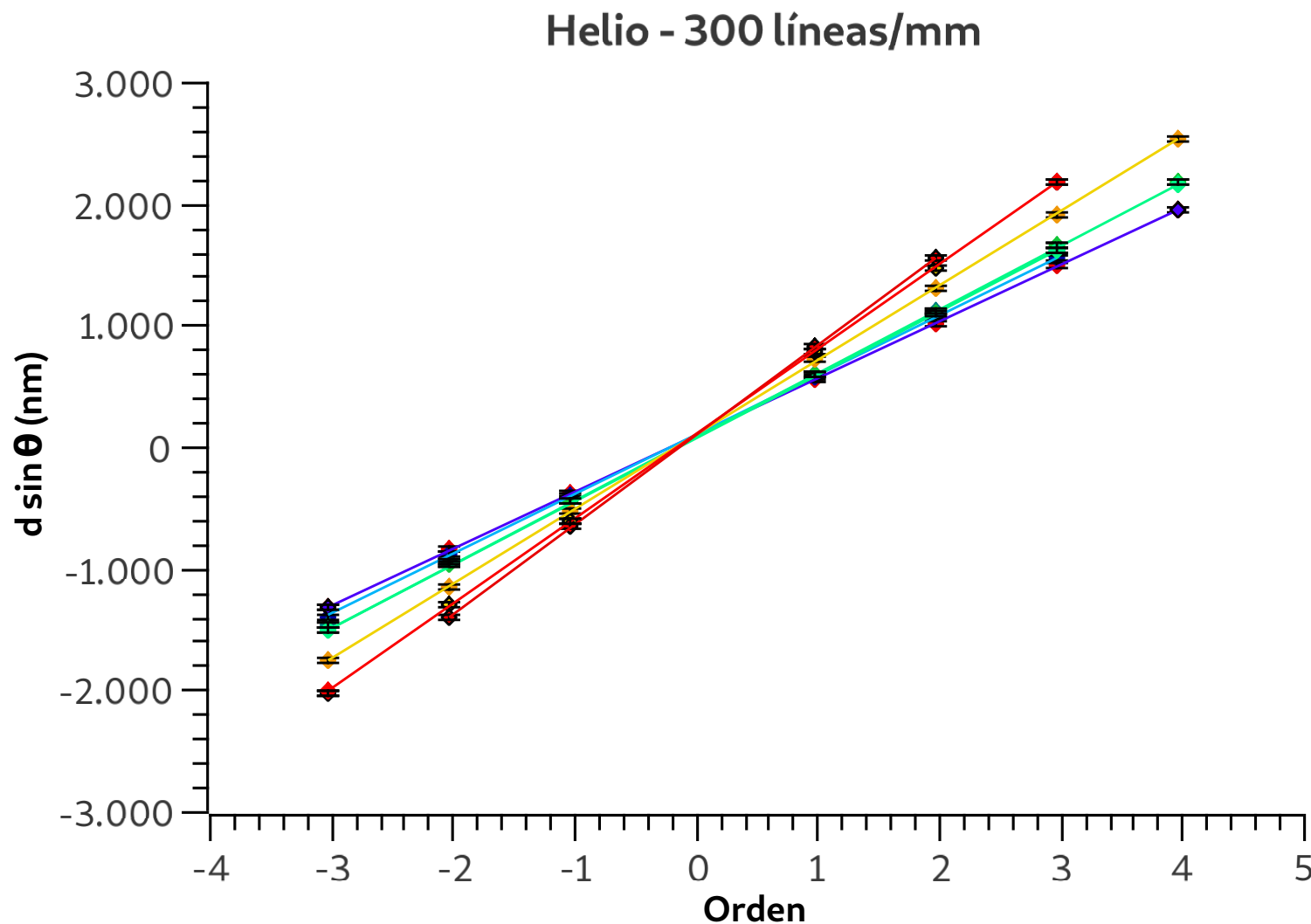


Figura 12. Regresión de longitudes de onda emitidas por el Helio, 300 líneas/mm.

Discusión

- Se midió que el espectro de emisión del agua H_2O es indistinguible del del deuterio H_2 dentro del espectro visible. Distinguir estos espectros requiere de otros instrumentos.
- Todos los espectros de emisión fueron medidos con ambas redes. En el caso del helio la red de 600 líneas/mm no permitió medir suficientes líneas para trazar una recta de regresión.
- La red de 600 líneas/mm tiene mayor resolución, pero no es mejor para este experimento. Por poder medir más líneas con la red de 300 líneas/mm, esta se puede calibrar más precisamente, y se pueden medir más puntos para hacer una mejor regresión lineal.

Referencias

- [1] R. R. Robert Eisberg, Física Cuántica. Limusa, 2019.
- [2] E. Hecht, Optics. Addison-Wesley, 1998.