

Series de Balmer

Objetivos

1. Observar las líneas espectrales del Hidrógeno atómico con una rendija de alta resolución.
2. Medir las longitudes de onda H_α , H_β y H_γ de las serie de Balmer.
3. Determinar la constante R_∞ (Rydberg).

Introducción

En el rango visible, el espectro de emisión del hidrógeno atómico tiene las líneas H_α , H_β y H_γ . Estas líneas pertenecen a una serie completa que se extiende dentro de la gama ultravioleta. En 1885, Balmer estableció la siguiente fórmula empírica para las frecuencias de esta serie:

$$\nu = R_\infty \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (1)$$

donde R_∞ es la constante de Rydberg y m toma los valores $m: 3, 4, 5, \dots$

Para obtener el espectro de emisión se hace uso de una lámpara de Balmer, la cual contiene vapor de agua. Mediante una descarga eléctrica, las moléculas de agua se descomponen en hidrógeno atómico excitado y un grupo hidroxilo. Las longitudes de onda H_α , H_β y H_γ se determinan con una rejilla de alta resolución. En el primer orden de la rejilla, la relación entre la longitud de onda λ y el ángulo de observación θ es (vea la figura 1.):

$$\lambda = d \sin(\theta) \quad (2)$$

donde $d = 1.67 \mu\text{m}$ es la constante de la rejilla.

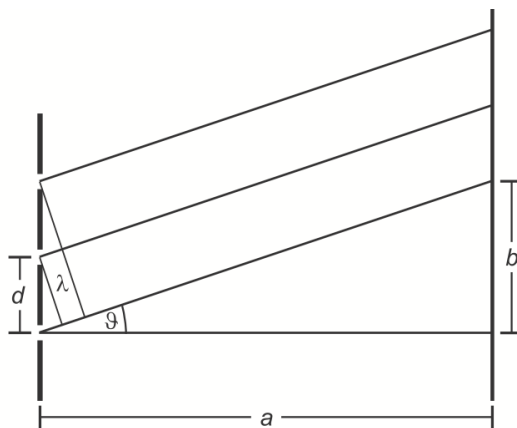


Figura 1.

Por otro lado, de la figura 1 también se puede deducir que:

$$\sin(\theta) = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (3)$$

Sustituyendo la ecuación (3) en la ecuación (2), se obtiene:

$$\lambda = d \left(\frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \quad (4)$$

Por otro lado, se sabe que la relación entre la frecuencia y la longitud de onda de la radiación electromagnética, está dada por:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \quad (5)$$

Donde c es la velocidad de la luz en el vacío. Sustituyendo la ecuación (4) en la ecuación (5), se obtiene:

$$\nu = \left(\frac{c}{d} \right) \left(\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{b} \right) \quad (6)$$

Donde a es la distancia entre la rejilla de difracción y la pantalla de observación, b es la distancia entre la línea espectral de orden cero y una línea espectral de un orden superior, c y b son constantes.

A partir de la figura 2, se deduce una ecuación para calcular la distancia a . Además, se muestran las distancias que deben medirse para calcular a .

$$a = a_1 + a_2 + \frac{d_1}{2} + d_2 \quad (7)$$

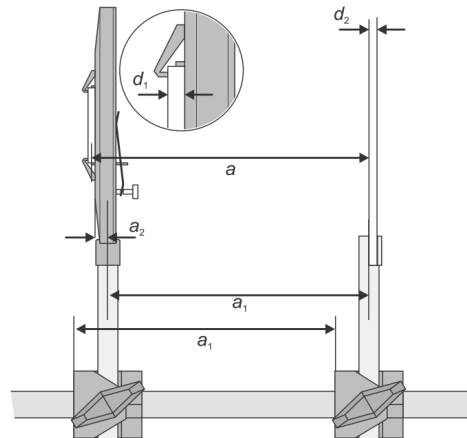


Figura 2.

Material

1. Arreglo experimental de las series de Balmer.
2. Lámpara de Balmer con fuente de alimentación.
3. 1 Vernier.
4. 1 Regla.

Procedimiento

1. Instale el banco óptico pequeño en una superficie plana, luego fije las mordazas con el costado izquierdo (como se observa en la figura 3) en cada una de las siguientes distancias; 0cm, 15cm, 26.5cm, 40cm, 44.5cm y 72cm como se indica en la figura 2.

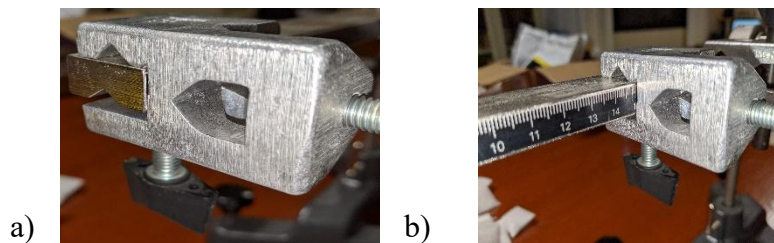


Figura 3. a) Se muestra el borde izquierdo de la mordaza colocada en 0cm. b) Se muestra el borde izquierdo de la mordaza colocada en 15cm.

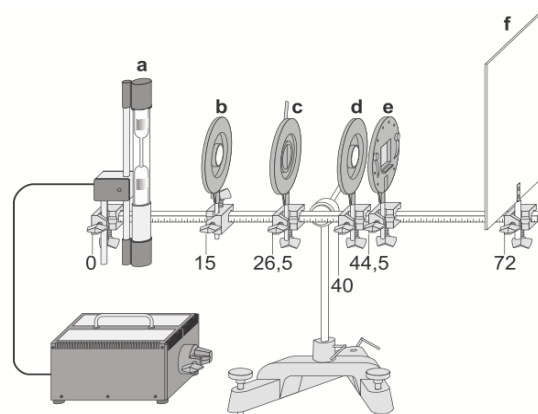


Figura 4. Distancias a las que se coloca el lado izquierdo de las mordazas.

2. Posteriormente coloque las componentes ópticas de forma alineada como se observa en la figura 4, y como se enlista a continuación:
 - a) La lámpara de Balmer se coloca en la mordaza que se ubica en 0cm.
 - b) La lente de $f = 50\text{mm}$ se coloca en la mordaza que se ubica en 15cm.
 - c) La abertura ajustable se coloca en la mordaza que se ubica en 26.5cm.
 - d) La lente de $f = 100\text{mm}$ se coloca en la mordaza que se ubica en 40cm.
 - e) La rejilla de difracción se coloca en la mordaza que se ubica en 44.5cm.
 - f) La pantalla de observación se coloca en la mordaza que se ubica en 72cm.
3. Encienda la lámpara de Balmer y verifique que las componentes ópticas se encuentran alineadas a la misma altura.
4. Desplace paralela y ortogonalmente a lo largo del banco óptico, la lente con distancia focal $f = 50\text{mm}$, hasta que se forme una imagen clara de la lámpara de Balmer sobre la rendija ajustable. Luego, de la misma forma desplace la lente con distancia focal $f = 100\text{mm}$ para enfocar las líneas espectrales sobre la pantalla de observación.
5. Oscurezca la sala de experimentación por completo, y observe los espectros de emisión en la pantalla de observación.
6. Si es necesario, bloquee la luz no deseada de la lámpara de Balmer con un pedazo de cartón.
7. Coloque una hoja blanca de papel en la parte posterior de la pantalla de observación de modo que pueda ver de frente las líneas espectrales, marque la posición de las líneas espectrales que se observan. Recuerde marcar la línea de orden cero, ya que es una referencia importante.
8. Retire la hoja de papel y con una regla mida la distancia “b” entre la línea de orden cero y cada una de las demás líneas espectrales, tanto de la izquierda como de la derecha. Registre sus resultados en la tabla 1 y calcule la distancia promedio.

Tabla 1. Registro de la distancia b .

Color	b [mm] (izquierda)	b [mm] (derecha)	b [mm] promedio
Rojo			
Turquesa			
Azul			

9. Con el uso del vernier mida el espesor d_2 de la pantalla de observación. Registre la distancia a_1 . Dado que el sistema de la rejilla no se puede desmontar, se toma como referencia el valor dado por el fabricante: $d_1 = 2.5\text{mm}$. De la misma forma, se toma como referencia la distancia $a_2 = 5\text{mm}$.
10. Calcule la distancia a haciendo uso de la ecuación (7).
11. Con los datos que registró, calcule la frecuencia y la longitud de onda de cada una de las líneas que se observan, y anote sus resultados en la tabla 2. Utilice las ecuaciones (4) y (6).

Tabla 2. Valores de la frecuencia y la longitud de onda de cada color.

Color	Línea	a	λ	ν	$\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}$
Rojo	H_α				
Turquesa	H_β				
Azul	H_γ				

12. Por último, realice una gráfica de ν vs $\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}$ y determine el valor de la pendiente de la gráfica para calcular la constante de Rydberg.