

LINEAS DE BALMER

DETERMINACIÓN DE LAS LONGITUDES DE ONDA DE LAS LÍNEAS DE BALMER DEL HIDRÓGENO

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

El objetivo de esta práctica es el estudio de las emisiones discretas y visibles del hidrógeno atómico. Eso incluye:

- La observación de las líneas espectrales mediante una red de difracción de alta resolución.
- La determinación de las longitudes de onda de las tres primeras líneas de Balmer (H_α , H_β y H_γ).
- El cálculo de la constante de Rydberg basado en las longitudes de ondas determinadas experimentalmente.
- La determinación de las longitudes de onda de H_α , H_β y H_γ a través de la práctica del espectroscopio.

2. INTRODUCCIÓN

Las emisiones del átomo de hidrogeno excitado fueron identificadas debido a su estructura simple (un protón y un electrón) antes de que su estructura cuántica fuera descrita la primera vez en el modelo del átomo de Bohr. Johan Jacob Balmer descubrió en 1885 una formula empírica (Ecuación 1) que permitía calcular las longitudes de onda de las transiciones visibles del electrón del hidrógeno desde sus estados excitados.

$$\lambda = B \left(\frac{m^2}{m^2 - 2^2} \right) \quad \text{con } B = 364.56 \text{ nm} \quad (1)$$

Posteriormente Rydberg generalizó esta fórmula para todas las transiciones electrónicas del hidrógeno de un nivel m a n ($m > n$) pero las emisiones visibles ($m = 3, 4, 5$ o 6) siguen siendo conocidas como líneas o serie de Balmer:

$$\nu = R_\infty \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{con } R_\infty = 3,2899 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} \quad (2)$$

Las líneas de la serie de Balmer (Figura 1) están nombradas con letras griegas desde la menos energética H_α , en el rojo (con $m=3$) hasta H_ζ ($m=8$) ya en el rango ultravioleta del espectro electromagnético. En la vida diaria normalmente solo se observen fácilmente las primeras tres (H_α , H_β y H_γ), cuya determinación de su longitud de onda es el objetivo de esa práctica.



Figura 1. Líneas de emisión del Hidrógeno correspondientes a la serie de Balmer.

La publicación del modelo del átomo de Niels Bohr en 1913 dio lugar a la unificación de las observaciones de los espectroscopistas (Fraunhofer, Balmer, Rydberg etc.) con la realidad de la cuantización de la energía descubierta por Planck (con la consecuencia que la transición de un electrón da como resultado la emisión de un fotón). Además, la constante de Rydberg podía ser reemplazada con un término de energía cuantizada y n podía ser definido como el primer número cuántico usado para la descripción de niveles energéticos de electrones (capas) en átomos (ecuación (3) y Figura 2).

$$\nu = \frac{E_0 Z^2}{h} \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \quad (3)$$

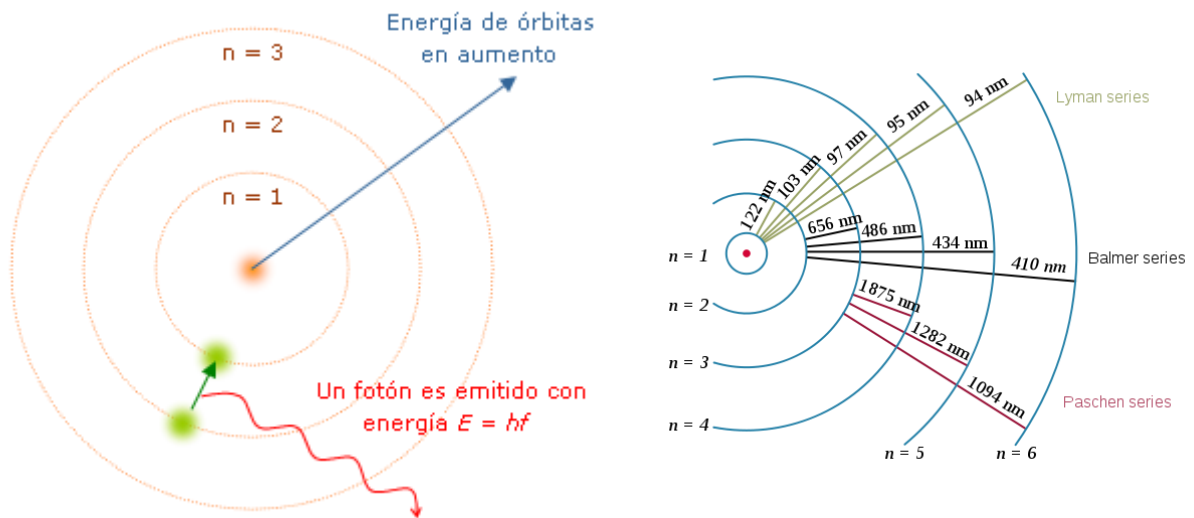


Figura 2. Esquema de niveles de energía del átomo de Hidrógeno, donde se indican las transiciones debidas a las series de Lyman, Balmer y Paschen.

En esta práctica el espectro de emisión se obtiene a partir de una lámpara de Balmer la cual está llena de vapor de agua. Por la descarga eléctrica dentro de la lámpara las moléculas de agua se disocian formando átomos de hidrógeno ($H\cdot$) excitados y radicales hidroxílicos ($HO\cdot$). Las longitudes de onda de H_α , H_β y H_γ se pueden determinar con una red de alta resolución. En el primer orden de la red, la relación entre la longitud de onda λ y el ángulo de observación θ es:

$$\lambda = d \sin \theta \quad (4)$$

siendo d la constante de red de la red de difracción (esto es, la distancia entre las rendijas que conforman la red).

3. MONTAJE EXPERIMENTAL

El montaje experimental se muestra en la Figura 3. Este montaje está compuesto por:

- A: lámpara de Balmer sobre su soporte y conectada a la fuente de alimentación
- B: lente de distancia focal $f = 50$ mm

C: rendija ajustable

D: lente de distancia focal $f = 100 \text{ mm}$

E: red de difracción de Rowland (constante de red $1/600 \text{ mm}$) con soporte

F: Pantalla traslúcida

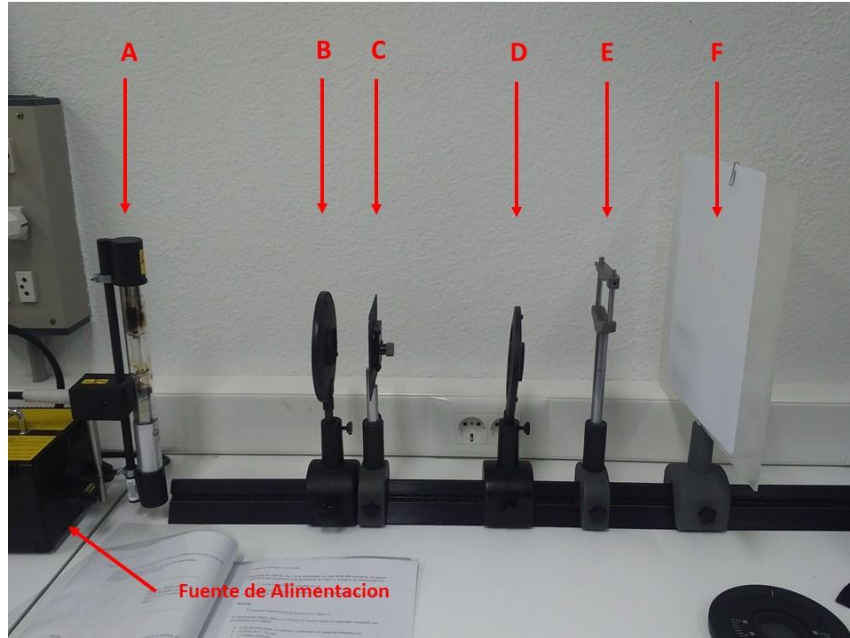


Figura 3. Imagen del montaje experimental utilizado para determinar las líneas Balmer. Los distintos elementos que componen el montaje están indicados con letras (A-F) y aparecen descritos en el texto.

Antes del experimento se ajusta bien el montaje óptico siguiendo tres pasos:

- Alinear la lámpara de Balmer (A) con el eje óptico moviendo su carcasa y desplazándola verticalmente
- Desplazar la lente B ($f = 50 \text{ mm}$) paralela y ortogonalmente al eje óptico hasta que la imagen de la lámpara quede nítidamente enfocada sobre la rendija ajustable (C)
- Conseguir que la imagen de la rendija quede nítidamente enfocada sobre la pantalla traslúcida (F) mediante el desplazamiento de la lente D ($f = 100 \text{ mm}$)

4. REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para la realización de la práctica se siguen los siguientes pasos:

- colocar la red de difracción (E) en el camino del rayo.
- oscurecer la habitación donde se encuentra el equipo completamente, y observar la pantalla traslúcida en transmisión.
- estrechar la rendija ajustable (C) hasta las líneas se vean separadas en la pantalla (F).
- si es necesario, bloquear el exceso de luz de la lámpara de Balmer (A) con una máscara o pieza de tela negra
- Marcar la posición de las diferentes líneas y la del orden cero sobre una hoja de papel milimetrado colocada en la pantalla (F)

- Medir las distancias b entre las líneas (Figura 4) y la del orden cero sobre la pantalla (F)
- Determinar la distancia a (Figura 4) entre la red (E) y la pantalla (F)

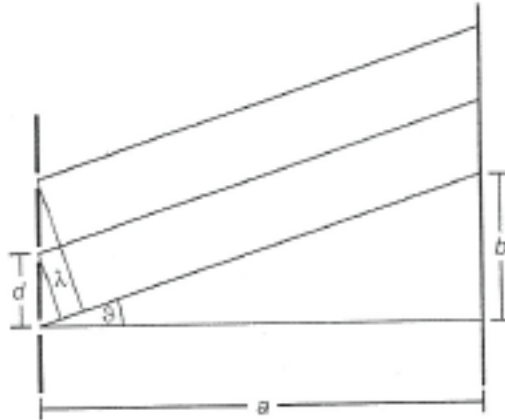


Figura 4. Determinación de las distancias de las líneas b en la pantalla (F) y de la distancia a entre la pantalla y la red (E).

5. CUESTIONES

5.1. A partir de las medidas de las distancias b y d y conociendo la constante de red d , se deben obtener la longitud de onda λ de las diferentes líneas (H_{α} , H_{β} y H_{γ}) usando la ecuación (4). Cada longitud de onda debe obtenerse a partir de varias series de medidas diferentes (como mínimo 3) para evaluar sus incertidumbres.

5.2. Los valores de las longitudes de onda obtenidos se deben comparar con los valores de la literatura y con los calculados de acuerdo con la fórmula de Rydberg (1).

5.3. A partir de la ecuación (1) se debe obtener la constante de Rydberg y compararla con el valor aceptado.

6. AMPLIACIONES

Como ampliación de esta práctica se deben determinar las longitudes de onda de H_{α} , H_{β} y H_{γ} también a través de la práctica del espectroscopio.

Asimismo, puede usarse el espectrómetro portátil CCD (modelo Flame de Ocean Optics, que está en el despacho de Profesores del laboratorio) para determinar los valores de las longitudes de onda de las líneas de emisión de la lámpara de Balmer.