

Experiencia N°8: Espectro Visible del Hidrógeno

OBJETIVOS

- 1.- Calcular experimentalmente la constante de Rydberg.
- 2.- Calcular experimentalmente las líneas espectrales visibles del hidrógeno utilizando el espectrómetro de red de difracción.
- 3.- Comprobar la ecuación empírica para la Serie de Balmer.

MATERIALES

- Espectrómetro
- Red de difracción
- Lámpara de Hidrógeno.

MARCO TEÓRICO

Cuando un gas a baja presión es sometido a una descarga eléctrica de manera que el voltaje de ésta excede al voltaje de ruptura del gas, dicho gas emite luz (radiación) que al ser analizada por un espectrómetro se descubre que se compone de unas cuantas líneas brillantes de colores sobre un fondo oscuro. Esto es lo que se conoce como *espectro de líneas de emisión* el cual es característico para cada gas, resultando así la espectroscopía un método efectivo para identificar elementos.

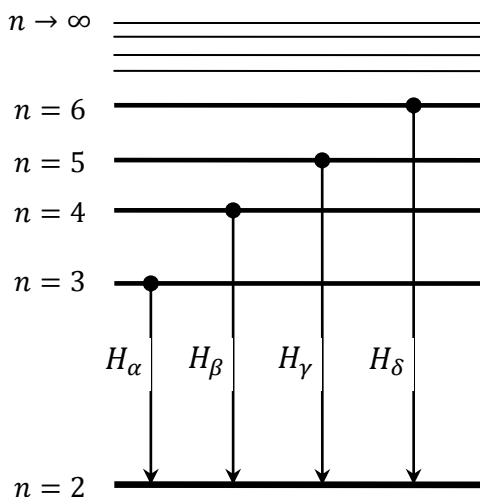
De 1860 a 1885, los científicos acumularon una gran cantidad de datos utilizando mediciones espectroscópicas, tanto del tipo de emisión como de absorción. En 1885, el profesor suizo Johann Balmer encontró una fórmula que predecía correctamente las longitudes de onda de cuatro líneas de emisión visibles del hidrógeno: H_α (roja), H_β (azul-verde), H_γ (violeta) y H_δ (violeta). Las longitudes de onda de estas líneas, conocidas como la *Serie de Balmer*, son:

Línea espectral	λ [nm]	n
H_α (roja)	656,3	3
H_β (azul-verde)	486,1	4
H_γ (violeta)	434,1	5
H_δ (violeta)	410,2	6

y pueden describirse por medio de la ecuación empírica:

Serie de Balmer
$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1)$$

donde: n es un número entero (tabla), R_H corresponde a la constante de Rydberg.



PROCEDIMIENTO Y REGISTRO DE DATOS

Se pide encarecidamente al estudiante leer con detenimiento el Apéndice al final de la guía, para el uso correcto del espectrómetro y cómo realizar las lecturas con el nonio (vernier) del espectrómetro.

1.- Monte los materiales tal como indica la Figura 1. Encienda la lámpara de hidrógeno. Asegúrese que la ranura del colimador esté lo más angosta posible (fracción de milímetro), de lo contrario, ciérrela con ayuda de la perilla de ajuste. Luego coloque la lámpara de hidrógeno lo más cercana al colimador. Calibre el espectrómetro como aprendió en la experiencia de Difracción. **(Nota: es importante que el instrumento este bien calibrado).**

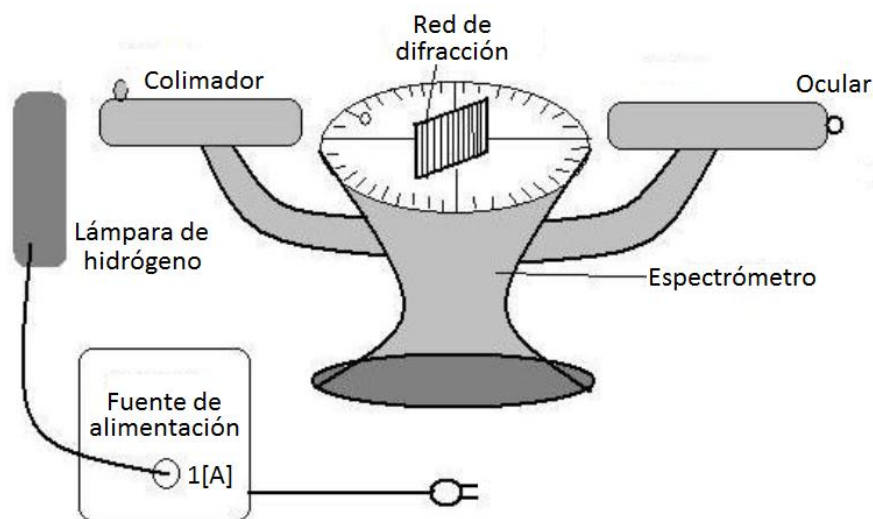


Figura 1: configuración general del experimento.

2.- Una vez calibrado el espectrómetro, sin hacer ningún cambio al montaje, debe registrar las posiciones angulares φ_0 y φ_i con la ayuda del nonio (vernier) del espectrómetro (**para la lectura correcta de las posiciones angulares, ver Apéndice**). Para ello, observe por el ocular el orden cero de difracción ($n = 0$) y anote su posición angular φ_0 , la cual es una constante. Luego gire el ocular hacia una dirección a elección y anote la posición angular φ_i de cada línea espectral que observe (deben ser cuatro) en el primer orden de difracción ($n = 1$). Complete la siguiente tabla:

Línea espectral	n	φ_0 [°]	φ_i [°]	$\theta = \varphi_0 - \varphi_i $	$\sin \theta$
H $_{\alpha}$ (roja)	3				
H $_{\beta}$ (verde)	4				
H $_{\gamma}$ (azul)	5				
H $_{\delta}$ (violeta)	6				

3.- Calcule las longitudes de onda en el espectro visible para la lámpara de hidrógeno. Para ello, considere la ecuación de red: $a \sin \theta = n \lambda$, donde $n = 1$. Complete la siguiente tabla:

Línea espectral	n	$1/n^2$	$\lambda = d \sin \theta$ [nm]	$1/\lambda$ [nm $^{-1}$]
H $_{\alpha}$ (roja)	3			
H $_{\beta}$ (verde)	4			
H $_{\gamma}$ (azul)	5			
H $_{\delta}$ (violeta)	6			

ANÁLISIS

1.- Compare las longitudes de onda experimentales obtenidas en la tabla anterior con los valores teóricos (marco teórico).

2.- Grafique $1/\lambda$ vs $1/n^2$. Realice un ajuste lineal a su curva. Obtenga la pendiente e intercepto de la recta.

3.- Encuentre la ecuación de la recta: Identifique las variables y escriba la ecuación experimental. Compare con la Serie de Balmer e identifique él o los parámetros de la recta obtenida que le permitan obtener un valor experimental de la constante de Rydberg.

4.- Conocido el valor experimental de la constante de Rydberg, calcule el porcentaje de error considerando que el valor teórico es $R_H = 1.0973732 \cdot 10^7 [m^{-1}]$.

$$\%Error = \frac{|Valor_{exp} - Valor_{teó}|}{Valor_{teó}} \times 100$$

5.- Investigue sobre otras series espectrales de emisión. Para esto utilice las diferentes lámparas de gases que se les facilitarán. Realice la observación de las líneas espectrales cualitativamente (sin ninguna medición). Discuta.

APÉNDICE: Manejo apropiado del Espectrómetro SP-9416

PARTES

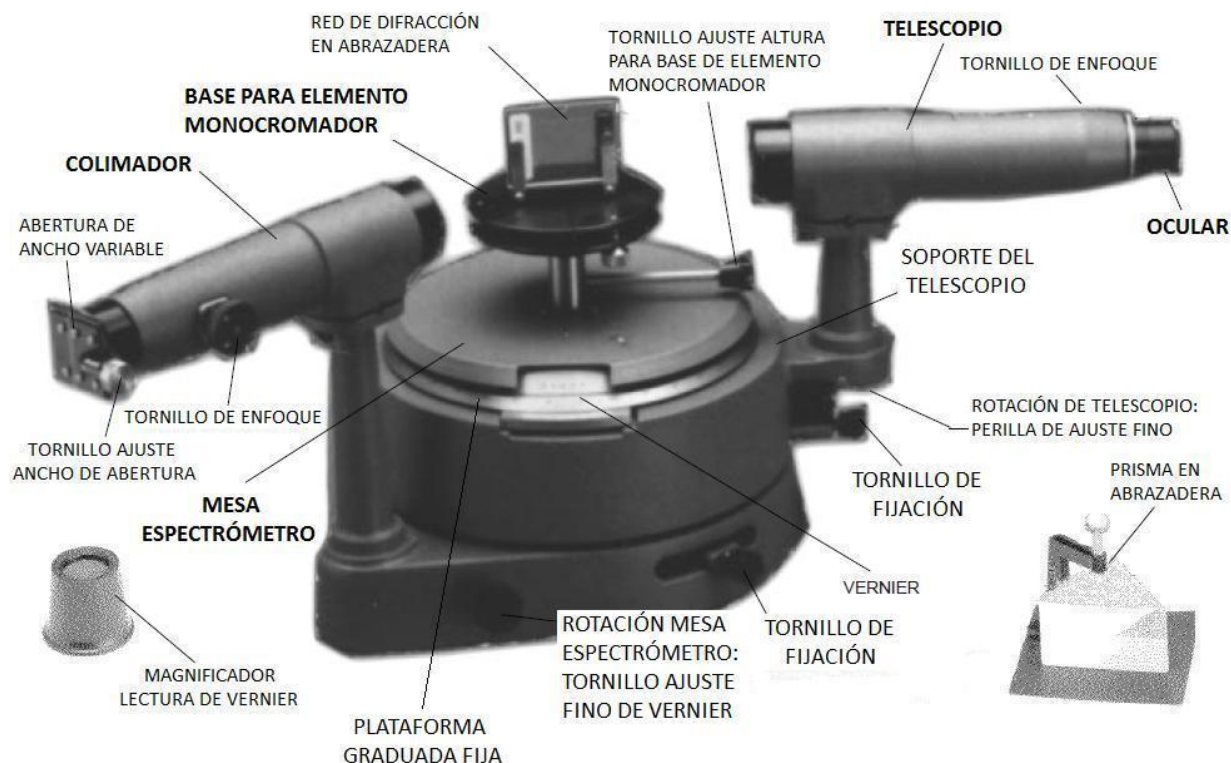


Figura 1: Visualización de las partes en el espectrómetro.

a) Bases rotatorias

El **soporte del telescopio** y la **mesa del espectrómetro** están montados sobre bases rotatorias independientes. El giro de cada una de estas bases puede medirse respecto a una **plataforma graduada fija** (bajo la mesa del espectrómetro). Las escalas de los dos vernieres del espectrómetro proveen de una resolución de 30" (treinta segundos de arco). La rotación de cada base está controlada por: **un tornillo de ajuste fino** y **tornillo de bloqueo**. Cuando se suelta el tornillo de fijación, la base puede rotar fácilmente. Cuando se aprieta, se fija la posición y el tornillo de ajuste fino correspondiente puede usarse para un posicionamiento más preciso.

b) Base del elemento monocromador

La **mesa del espectrómetro** está fija a su base rotatoria, de manera que la altura de la **base del elemento monocromador** es ajustable mediante un **tornillo**. Tres tornillos niveladores en la zona inferior de dicha

base, se utilizan para ajustar el alineamiento óptico del espectrómetro (la alineación se realiza respecto de los ejes ópticos del colimador y el telescopio si el elemento monocromador (prisma o red de difracción) mantiene su alineación para todas las posiciones del telescopio). Se utilizan tornillos en las posiciones: , para fijar el prisma y su abrazadera a la base; de igual manera con la red de difracción y su abrazadera, pero en las posiciones: . Las líneas sobre la base sirven de referencia para una fácil alineación (trayectoria de la luz al ser deflectada).

ENFOQUE DEL ESPECTRÓMETRO

1. Mientras mire a través del telescopio, deslice el ocular hacia dentro y fuera del telescopio, utilizando el **tornillo de enfoque**, hasta que la mira se vuelva nítida.
2. Enfoque el telescopio al infinito. Para hacer efectivo este enfoque es conveniente observar un objeto distante (por ej. una manilla del estante de laboratorio).
3. Chequee que la ranura del colimador esté parcialmente abierta (use el **tornillo de ajuste de ancho de abertura**).
4. Alinee el telescopio opuesto al colimador.
5. Mire a través del telescopio, gire el tornillo de enfoque del colimador y, si es necesario, rote el telescopio hasta que la ranura del colimador se observe nítidamente. **NO CAMBIE EL FOCO DEL TELESCOPIO.**
6. Apriete el **tornillo de fijación del telescopio** y así evitar que éste rote, luego use la **tornillo de ajuste fino** para alinear la vertical de la mira en el ocular con la ranura del colimador. Si la ranura no está vertical, alinear con la perilla correspondiente. Ajuste el ancho de la ranura para observar una imagen brillante y nítida de ésta por el ocular del telescopio.

NOTA: Cuando el telescopio y el colimador están apropiadamente alineados y enfocados, la ranura debiese aparecer nítidamente enfocada en el centro del campo de visión del telescopio, y la vertical de la mira en el ocular coincidir con la ranura.

MIDIENDO POSICIONES ANGULARES CON EL VERNIER

a) Escalas en el espectrómetro

Cada división en la escala principal (escala graduada) representa 20' (veinte minutos de arco).

Cada división en la escala del vernier representa 30" (treinta segundos de arco), por lo tanto, debe tener presente que la sensibilidad del espectrómetro, es decir, la posición angular más pequeña que puede medir, es de 30".

Recuerde que 1° equivale a 60', y 1' equivale a 60". Utilice estas equivalencias al momento de calcular las posiciones angulares en grados sexagesimales (°).

b) Lectura de las posiciones angulares en el espectrómetro

Primero encuentre la posición del cero del vernier de acuerdo a la alineación con la escala graduada. Si el cero está entre dos líneas graduadas use el valor más pequeño de las dos. En la Figura 2, el cero del vernier está entre las posiciones angulares: $172^\circ 20'$ y $172^\circ 40'$; luego el valor a registrar es: $172^\circ 20'$; este valor representa la lectura de la escala principal.

Luego, para realizar la lectura en la escala del vernier (escala de precisión), encuentre la división que se alinee con la escala principal (solo puede ser una). En la Figura 2, la división alineada corresponde a la posición $12' 30''$.

Finalmente, la lectura final corresponderá a la suma de las lecturas en ambas escalas: principal y vernier, como se muestra en la Figura 2.

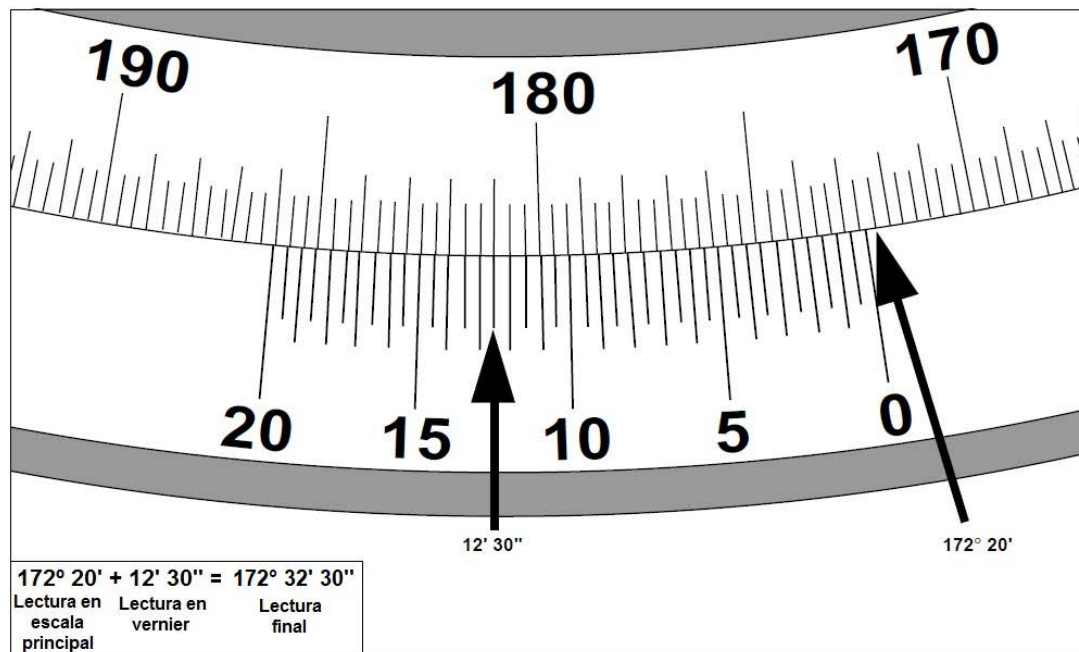


Figura 2: Ejemplo de lectura de una posición angular en el espectrómetro.