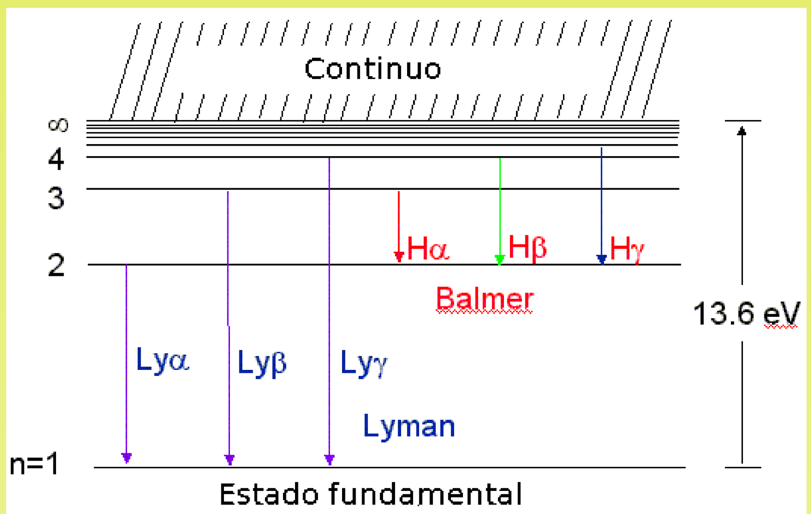
Espectroscopía atómica

Estudio del espectro de emisión del átomo de hidrógeno

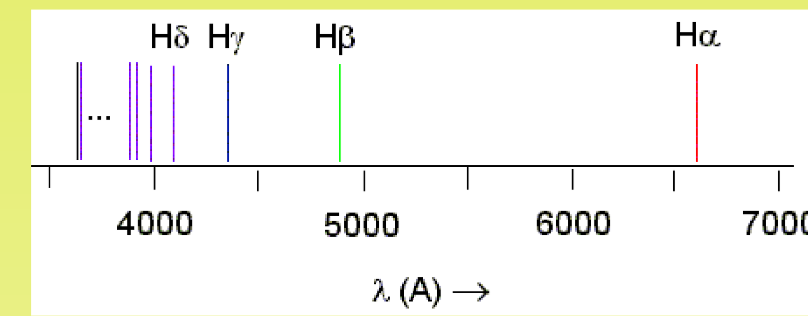
En 1752 Th. Melvill fue el primero en mostrar que la luz de un gas incandescente se componía de un gran número discreto de frecuencias denominadas líneas de emisión. Más adelante G. R. Kirchhoff fue el primero en mostrar que sólo determinadas frecuencias se podían emitir o absorber para un elemento dado. El descubrimiento más importante en las regularidades en las líneas espectrales fue realizado por Balmer en 1885 que dio la famosa fórmula empírica para las líneas espectrales del visible del átomo de hidrógeno.

Fundamento Teórico

Los resultados experimentales conocidos acerca del espectro de emisión del átomo de hidrógeno en la región del visible fueron sintetizados por Balmer mediante la expresión $\lambda = C(\frac{n^2}{n^2-4})$ con $n = 3, 4, \ldots$ donde $C = 3646$Å. Esta expresión fue reproducida mediante el modelo semiclásico de Bohr en 1913, obteniéndose además expresiones similares para otras series espectrales de este átomo. Las correspondientes líneas espectrales fueron asociadas a transiciones entre diferentes estados ligados del átomo.



La expresión de Bohr para la frecuencia ν_{n_1,n_2} (y longitud de onda λ_{n_1,n_2}) de la radiación emitida en la transición del electrón entre niveles con número cuántico n_1 y n_2 ($n_1 > n_2$) es: $\nu_{n_1,n_2} = \frac{1}{h}(E_{n_1} - E_{n_2}) = \frac{c}{\lambda_{n_1,n_2}} = R_H \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right)$, donde E_{n_1}, E_{n_2} son las energías de los niveles n_1 y n_2 respectivamente, c es la velocidad de la luz y R_H es la constante de Rydberg para el átomo de hidrógeno. Numéricamente, $c/R_H = 911.76$Å.
Las series espectrales características corresponden a un valor de n_2 fijo y un n_1 variable $n1 = n_2 + 1,\ n_2 + 2, \ldots$ del átomo de hidrógeno, así se denominan $n_2 = 1$ serie de Lyman, $n_2 = 2$ serie de Balmer, que está en el espectro visible y veis en esta práctica; $n_2 = 3$ serie de Paschen, $n_2 = 4$ de Bracket, $n_2 = 5$ de Pfund,...

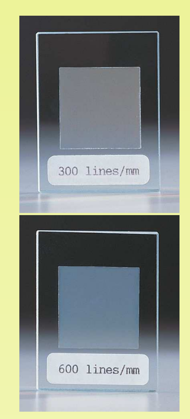


Objetivos

1. Calibrado de un espectrogoniómetro calculando la constante de la red de difracción usando una lámpara de mercurio.
2. Determinación de las longitudes de onda de las diferentes líneas espectrales visibles del átomo de hidrógeno.
3. Obtener la correspondencia entre las líneas espectrales encontradas y las transiciones entre niveles.
4. Determinar la constante de Rydberg R_H.

Montaje Experimental

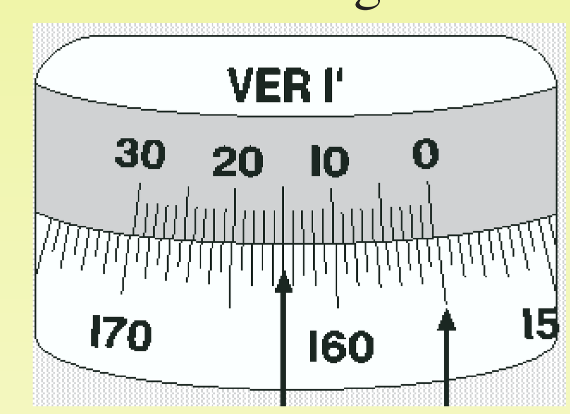
Distintos tipos de lámparas



Redes de difracción de 300 y 600 líneas por mm

Espectrogoniómetro

Lectura de ángulos



15' en la escala Vernier | 155^o en la escala de grados

155^o+15'=155^o 15'

Realización de la práctica

1 Utilizando la lámpara de mercurio, se alinea y enfoca el sistema con la línea no difractada: primero se enfoca el telescopio al infinito, después se ajusta el colimador hasta que la línea se vea con nitidez. Finalmente se selecciona la anchura de línea (mejor cuanto más fina). Medid el ángulo cero, que se tomará como referencia para medir los ángulos de difracción.

2 Colocad una de las redes de difracción. Procurad que la luz incida normalmente a la red. Una forma de hacerlo es comprobar que una línea determinada se difracta el mismo ángulo a izquierda y a derecha. Si no lo hace modificad ligeramente la posición de la red.

3 Para calibrar el sistema utilizaremos las líneas visibles del átomo de mercurio: las líneas violeta $\lambda = 3650.15$ Å y 4046.56Å, respectivamente, azul $\lambda = 4358.33$Å, la línea verde $\lambda = 5460.74$Å, el doblete amarillo $\lambda = 5790.66$Å, $\lambda = 5769.60$Å y la línea roja $\lambda = 6149.50$Å. Midiendo los ángulos de difracción, en los diferentes órdenes de difracción que sean visibles con el sistema, se determinará la constante de red con su error correspondiente.

4 A continuación se estudiará el espectro del hidrógeno. Para cada una de las líneas del espectro de la sustancia, que identificaremos por su color, hay que anotar dos resultados, uno cuantitativo (el ángulo de difracción) y otro cualitativo (línea más o menos intensa, es decir, más o menos brillante, que nos dará cuenta de la probabilidad de transición entre los niveles responsables de dicha línea).

Elvira Romera Gutiérrez
Laboratorio de Física Cuántica
Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear
Universidad de Granada