

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

“Francisco García Salinas”

Unidad Académica de Física



Laboratorio:

“Física Moderna”.

Título:

SERIES ESPECTRALES.

Profesor:

José Juan Ortega

Alumna:

María Guadalupe Velázquez Escareño.

Grado: 8 Semestre

Grupo: A

Zacatecas, Zacatecas a 07/06/2012.

OBJETIVOS GENERALES:

Reproducir la serie de Balmer y estimar la constante de Rydber.

MARCO TEORICO

Cuando un electrón se encuentra en un estado excitado con energía $E_i = h\nu_i$, y decae a un estado con energía $E_f = h\nu_f$, donde $E_i > E_f$ emite un fotón con energía:

$$\Delta E = E_i - E_f = h(\nu_i - \nu_f)$$

Cada línea espectral corresponde a una transición de los electrones excitados entre dos niveles.

$$\Delta E = h\nu = E_i - E_f \quad (1)$$

Recordando que $\nu = c/\lambda$, entonces:

$$h\left(\frac{c}{\lambda}\right) = E_i - E_f \quad (2)$$

De acuerdo con el modelo de Bohr, los niveles de energía están cuantizados según la expresión:

$$E_n = -\frac{me^4}{32\pi^2\epsilon^2\hbar^2} \left(\frac{1}{n^2}\right) \quad (3)$$

donde $n=0,1,2,\dots$

Sustituyendo (3) en (2):

$$h\left(\frac{c}{\lambda}\right) = -\frac{me^4}{32\pi^2\epsilon^2\hbar^2} \left(\frac{1}{ni^2} - \frac{1}{nf^2}\right)$$

donde: $h = 6.62606896 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

$$\hbar = 1.054571628(53) \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\epsilon_0 = 8.8541878176 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

Despejando para $1/\lambda$:

$$\left(\frac{1}{\lambda}\right) = -\frac{me^4}{64\pi^3\epsilon^2\hbar^3c} \left(\frac{1}{ni^2} - \frac{1}{nf^2}\right) \quad (4)$$

Dado que el término $\frac{me^4}{64\pi^3\epsilon^2\hbar^3c}$ esta expresado en términos de puras constantes, podemos escribir la expresión (4) como:

$$\left(\frac{1}{\lambda}\right) = R \left(\frac{1}{ni^2} - \frac{1}{nf^2}\right)$$

Donde $R = \frac{me^4}{64\pi^3\epsilon^2\hbar^3c}$, conocida como la constante de Rydberg.

Dependiendo del estado final al que decae el electrón, es decir $n=1,2,3,\dots$ se designan diferentes series que son:

$n=1$ serie de Lyman

$n=2$ serie Balmer

$n=3$ serie Paschen, etc...

De acuerdo con la ecuación (1), la serie de Lyman corresponde a transiciones de energía superior a 10.2 eV, por lo que corresponden al ultravioleta, de igual manera la serie Balmer corresponde a transiciones con energía superior a 1.89 eV, que corresponden al UV cercano y visible y la serie Paschen tiene energía superior a 0.67 eV, que corresponde al infrarrojo.

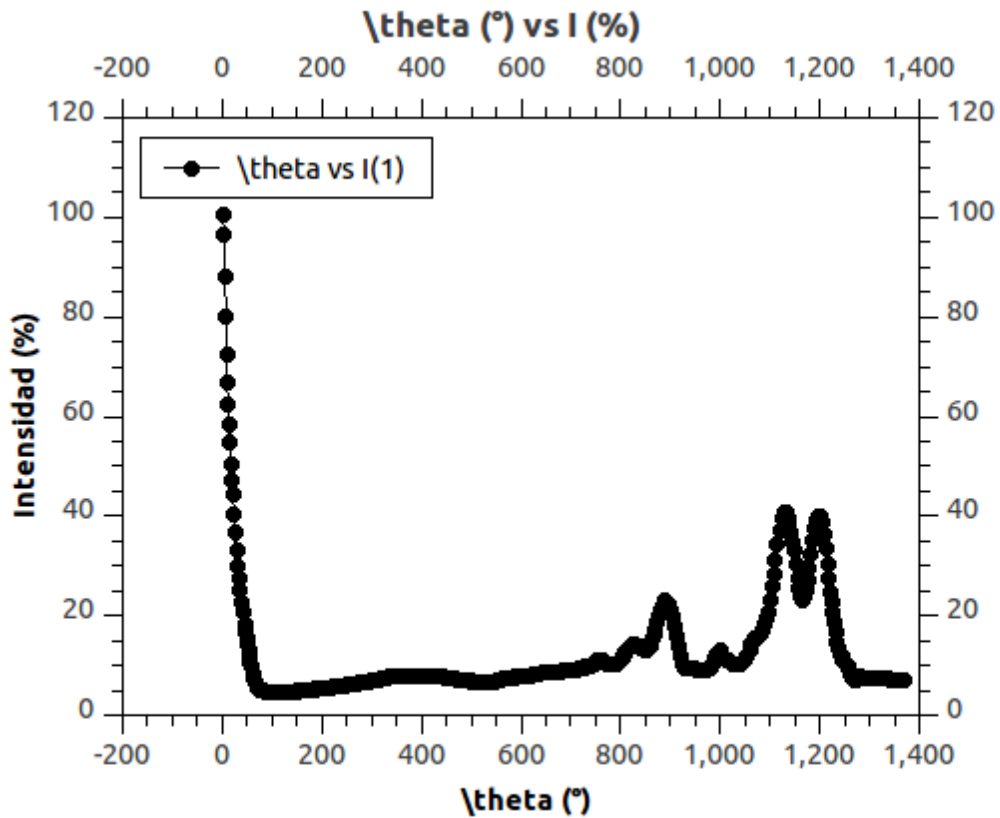
DESARROLLO EXPERIMENTAL:

Utilizando una lámpara de Hg y una rejilla de difracción de 600 líneas/mm obtuvimos el espectro de emisión de dicha lámpara, donde pudimos identificar tres líneas en el primer orden de difracción que corresponden a los colores amarillo, verde y azul respectivamente en este orden.

Mediante un detector de luz ultrasensible encontramos el máximo de intensidad de las franjas de difracción y mediante el software graficamos la intensidad en función del ángulo de dispersión para diferentes ganancias (sensibilidad) del foto detector.

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS:

La figura 1 representa una de las graficas de intensidad contra ángulo obtenidas en nuestro experimento:



En la grafica podemos identificar cuatro máximos de intensidad correspondientes a los diferentes colores blanco, amarillo, verde y azul respectivamente. El primer máximo es ocasionado por el orden cero de difracción, mientras que los otros tres máximos se asocian al primer orden de difracción.

Para encontrar la posición angular de cada uno de los máximos, se realizo un ajuste Lorentziano de tres picos y se tomo el centro de cada Lorentziana como el ángulo correspondiente a cada máximo. Los resultados de dichos ajustes se muestran en la siguiente tabla:

No. Gráfica	1er Máximo	2do Máximo	3er Máximo
1	17.3	30.2	28.5
2	17.9	29	27.5
3	17.8	29.5	27.3
4	21.3	35.2	33.4
5	23.2	40.8	40.1
6	27.9	41.2	36.2
7	27	44.1	41.3
8	27.4	42.5	40.6
9	30.3	42.9	39.6
10	24.3	39.6	35.3

Los valores medios con sus respectivas desviaciones estándar obtenidas son:

$$1^\circ \text{ máximo: } 23.44 \pm 4.72^\circ$$

$$2^\circ \text{ máximo: } 37.51 \pm 5.96^\circ$$

$$3^\circ \text{ máximo: } 34.98 \pm 5.57^\circ$$

Una vez obtenidos los ángulos de difracción, podemos encontrar la longitud de onda correspondiente a cada máximo de intensidad mediante la ley de Bragg:

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

Con $d=600 \text{ líneas/mm}=1\text{mm}/600=1.6 \times 10^{-6}\text{m}=1600\text{nm}$.

Para $n=1,2,3$, las longitudes de onda encontradas son:

$$\text{(amarillo)} \lambda_1 = 1320\text{nm} \pm 304\text{nm}$$

$$\text{(verde)} \lambda_2 = 2021\text{nm} \pm 263\text{nm}$$

$$\text{(azul)} \lambda_3 = 1903\text{nm} \pm 272\text{nm}$$

Como estas longitudes de onda corresponden a las líneas espectrales de radiación de la lámpara de Hg y se encuentran en el visible, podemos identificarlas con tres diferentes transiciones de la serie de Balmer, de acuerdo con la ecuación (4):

$$\left(\frac{1}{\lambda}\right) = R \left(\frac{1}{ni^2} - \frac{1}{nf^2}\right)$$

Las longitudes de onda λ_1 corresponde a la transición del estado $n_i=3$ al $n_f=2$, λ_2 corresponde a la transición del estado $n_i=4$ al $n_f=3$ y λ_3 corresponde a la transición del estado $n_i=5$ al $n_f=4$.

Con cada una de estas longitudes obtenemos un valor para la constante de Rydberg dada por la ecuación:

$$R = \frac{1}{\lambda \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)}$$

Los valores obtenidos para R son:

$$R_1 = 5451828.443m^{-1}$$

$$R_2 = 3561627.697m^{-1}$$

$$R_3 = 3782855.005m^{-1}$$

El valor medio encontrado para la constante de Rydberg es:

$$R = 4265437 \pm 3768.414$$

En comparación con el valor mencionado en el marco teórico nuestro valor está muy alejado de la realidad. El valor teórico es de $1.09737315 \times 10^{-7}m^{-1}$.

Esto puede deberse a diversas causas, comenzando por la que se considera mas grave, es hecho de que el motor que suponía hacer girar el transportador en el que se encontraba la lente del enfoque no funcionaba. Esto ocasiono que se tomaran mediciones de ángulos negativos también causo que en la manera en la que se iba incrementando el ángulo no fuera constante e inclusive en algunas mediciones retrocediera, provocando esto máximos y mínimos no considerados y que dificultaban el ajuste Lorentziano.

Se debe considerar también que las tablas de datos muestran cierto desplazamiento, como si se hubiera empezado a tomar la medición desde un ángulo diferente de cero por lo que los máximos estaban desplazados de su valor real. Todo esto constituye a los erróneos resultados.

CONCLUSIONES:

1.- Pudimos comprobar la serie de Balmer para la radiación de la lámpara de Hg al partir de principios básicos como la conservación y cuantización de la energía, la dualidad onda partícula, etc.

2.- El valor encontrado para la constante de Rydberg se acerca al valor reportado teóricamente.

3.- Se comprobó como cada color tiene una longitud de onda característica asociada a un nivel energético. La constante de Rydberg no se acerca siquiera a su valor real, por las razones mencionadas anteriormente pero se puede hablar e que ciertamente existe una constante que asocia la longitud de onda con los niveles entre los cuales las partículas decaen.

n_i