



## **Funcionamiento de los espectrómetros.**

Gabriela Del Valle, Damián Muciño, Rosnely Cruz, Genaro Gallardo.

División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Área de Física Atómica y Molecular, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, 02200 México, D.F.,  
gabrieladel\_valle@hotmail.com, da\_eno@yahoo.com.mx, ross.nely@gmail.com,  
gegvimfm@gmail.com,

## **RESUMEN**

En este trabajo presentamos la descripción del funcionamiento de los espectrómetros, el cual es uno de los instrumentos científicos más simples, los cuales pueden medir distintas cantidades físicas mismos que pueden describir el uso de la luz a través de un prisma o una rejilla de difracción y con ello obtenemos un espectro de longitudes de onda y así obtener información del material sobre el cual se refleja la luz. Esto en pocas palabras es la espectrometría en la actualidad de gran importancia y aplicación, trabajaremos con diferentes materiales y longitudes de onda para demostrar el funcionamiento de estos importantes instrumentos en las ciencias e ingenierías.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las ciencias físicas y químicas tienen en común una rama importante, la cual se llama espectroscopia, esta se ocupa del estudio de los espectros. En nuestro caso definimos la palabra espectro como la representación gráfica de la distribución de la intensidad de la radiación electromagnética, emitida o absorbida por algún material (en función de la longitud de onda). En general se puede trabajar con el espectrómetro mediante el cual se obtienen los espectros de emisión, estos se adquieren excitando una sustancia de materia para poder emitir radiación electromagnética y así obtener el espectro de las longitudes de onda.

En la actualidad la espectroscopia se utiliza en diversas áreas de la investigación, por ejemplo: el estudio del espectro atómico del hidrogeno en la mecánica cuántica, en el análisis de tejido foliar de caña de azúcar en la agricultura, en el diagnóstico del cáncer en la medicina, entre otros.

## **2. TEORÍA**

Los espectros atómicos tuvieron gran interés como método analítico, estos se vieron reflejados hacia 1860. Estas aplicaciones analíticas produjeron un gran estímulo en la Espectroscopia, perfeccionando nuevas técnicas experimentales mediante el uso de redes de difracción para la observación de espectros.

La complejidad de los espectros hizo pensar a nuestros científicos que eran característicos del elemento emisor, ellos observaron que existían numerosas líneas distribuidas al azar en un espectro, es por ello que pudieron agrupar las líneas en diversas series espectrales. Una serie espectral está constituida por un conjunto de líneas de idéntico aspecto, que al crecer el número de ondas se van aproximando entre sí, al mismo tiempo que disminuye gradualmente su intensidad. La separación entre cada dos líneas de una serie va disminuyendo progresivamente al aumentar la frecuencia (número de ondas).



Un espectrómetro es un instrumento científico el cual se ha utilizado para estudiar la estructura de átomos como el del Hidrogeno, un espectrómetro básico contiene tres componentes esenciales, las cuales son: Colimador, un elemento de difracción y un telescopio.

En 1801 por Thomas Young, en un intento de discernir sobre la naturaleza corpuscular u ondulatoria de la luz. Young comprobó un patrón de interferencias en la luz procedente de una fuente lejana al difractarse en el paso por dos rejillas, resultado que contribuyó a la teoría de la naturaleza ondulatoria de la luz, y es en este principio donde nace la inquietud sobre conocer la composición de la luz continuación citamos algunos antecedentes que pensamos pueden ser los inicios de la espectrometría

### **ANTECEDENTES:**

#### Las rejillas y los espectros

En el experimento de Young se supuso que el ancho de la rendija era mucho menor que la longitud de onda, así que la luz difractada por cada rendija iluminaba la pantalla de observación en una forma esencialmente uniforme. Para lo cual se tomó en cuenta el ancho de la rendija y se demostró que el patrón de intensidades de las franjas de interferencia quedaba modulado por un “factor de difracción”.

#### Rendijas múltiples

En los experimentos de interferencia de la rendija doble de Young se aumentó el número de rendijas, de dos a un número mucho mayor “N”. Un dispositivo con más rendijas se llama “rejilla de difracción”. El patrón de intensidad que resulta cuando sobre la rejilla incide luz monocromática de longitud de onda  $\lambda$  consta de una serie de franjas de interferencia. La separación angular entre estas franjas queda determinada por la relación  $\lambda/d$ , en donde d es el espaciamiento entre los centros de rendijas adyacentes. Las intensidades relativas de estas franjas quedan determinadas por el patrón de difracción de una rejilla sencilla, que depende de la relación  $\lambda/a$ , en donde a es el ancho de la rendija. La relación  $a/\lambda$  determina las relaciones relativas de los máximos principales, pero no altera apreciablemente su posición.

#### Rejillas de difracción

Generalmente las rejillas se utilizan para medir longitudes de onda y para estudiar la estructura y la intensidad de las líneas espectrales. Las rejillas se fabrican rayando surcos igualmente espaciados y paralelos sobre una placa de vidrio o de metal, utilizando una punta de diamante cuyo movimiento queda controlado en forma automática por una maquinaria de rayado sumamente compleja. Una vez que se ha preparado una rejilla maestra, se pueden formar replicas mediante el vaciado de una solución coloidal sobre la rejilla, dejando endurecer la solución y separándola de la rejilla. El colodión rayado sujeto a una placa de vidrio plana o a cualquier otro soporte forma una buena rejilla.

El funcionamiento de las rejillas de reflexión también depende del cambio periódico de la fase de la onda reflejada en diferentes partes de la rejilla.

$$d \sin \theta = m\lambda \quad (1)$$

En donde d es la distancia entre surcos adyacentes y el número entero m se llama orden del máximo principal particular. En un espectroscopio de rejilla simple de rejilla la luz de la fuente S se enfoca mediante la lente L1 sobre la rendija S1 colocada en el plano focal de la lente L2. LA luz paralela



que emerge del colimador C incide sobre la rejilla (Collimator slit). Los rayos paralelos asociados con un máximo de interferencia particular, que se presenta al ángulo  $\theta$ , inciden sobre la lente o telescopio y se enfocan en el plano perpendicular a la incidencia de las longitudes de onda. La imagen formada en este plano se examina utilizando el arreglo de las lentes de aumento E, llamado ocular. De otro lado de la posición central se forma un patrón de interferencia simétrico, mostrado por las líneas de trazo. Haciendo una variación angular del telescopio T se puede observar el espectro completo. Los instrumentos de rejillas pueden usarse para hacer medida absoluta de la longitud de onda, ya que el espaciado  $d$  entre las rejillas puede medirse con precisión con un microscopio móvil. Las rejillas pueden separar longitudes de onda que se encuentren distribuidas de manera continua y no como líneas espectrales agudas.

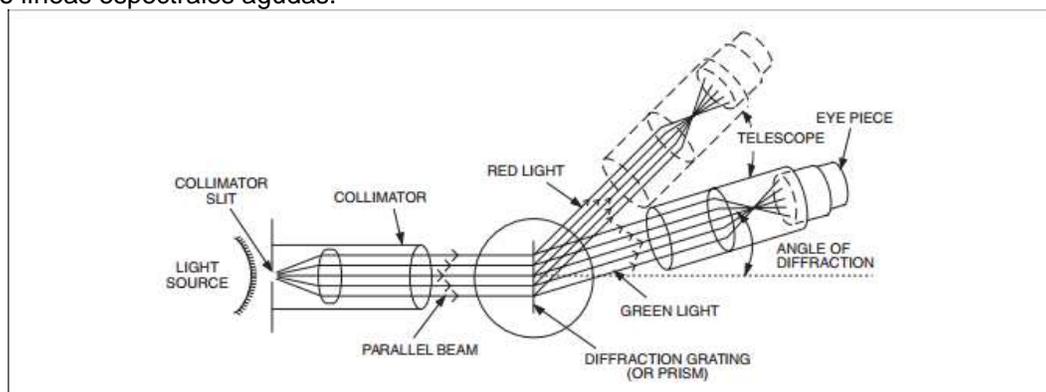


Figura1. Muestra el arreglo básico de un espectrómetro.

Siendo así la técnica espectroscópica para tasar la concentración o la cantidad de especies determinadas. En estos casos, el instrumento que realiza tales medidas es un espectrómetro o espectrógrafo.

La espectrometría a menudo se usa en física y química analítica para la identificación de sustancias mediante el espectro emitido o absorbido por las mismas.

La espectrometría también se usa mucho en astronomía y detección remota. La mayoría de los telescopios grandes tienen espectrómetros, que son usados para medir la composición química y propiedades físicas de los objetos astronómicos, o para medir sus velocidades a partir del efecto Doppler de sus líneas espectrales.

Un espectrómetro se usa en espectroscopia para producir líneas espectrales y medir sus longitudes de onda e intensidades. Son instrumentos que funcionan en una amplia variedad de longitudes de onda, desde rayos gamma y rayos X hasta el infrarrojo lejano. Si la región de interés está restringida a un rango cercano al espectro visible, el estudio se llama espectrofotometría.

En general, cada espectrómetro funcionará sobre una pequeña porción de este rango total debido a las diferentes técnicas usadas para medir las distintas porciones del espectro. Por debajo de las frecuencias ópticas (es decir, en el rango de las microondas y radiofrecuencias), el analizador de espectro es un dispositivo electrónico estrechamente relacionado.

Finalmente nuestra intención es llegar a los jóvenes de Ingenierías afines a las ciencias y con ello descubran que es un espectrómetro y se define como: Un espectrómetro (también llamado espectroscopio o espectrógrafo) es un instrumento óptico que se usa para medir las propiedades de



la luz sobre una porción específica del espectro electromagnético. Su utilidad es realizar análisis espectroscópicos para identificar materiales. La variable medida es generalmente la intensidad de la luz, pero también podría ser, por ejemplo, el estado de polarización. La variable independiente es, por lo general, la longitud de onda de la luz, que suele expresarse como una fracción de metro, aunque a veces se expresa como una unidad directamente proporcional a la energía del fotón, tales como el número de onda o los voltios de los electrones (que tiene una relación recíproca a la longitud de onda).

#### 4. CONCLUSIONES

Al realizar este trabajo encontramos las múltiples aplicaciones de este maravilloso de la ingeniería pero además encontramos que dentro de las mismas podemos encontrar espectrómetros de laser que hacen importantísimas mediciones del ambiente solo por mencionar una de muchas aplicaciones. Además lograr adentrar y motivar a jóvenes de licenciatura a introducirse en este maravilloso mundo de la espectrometría y con ello lograr no solo mejores diseños en este tipo de equipos sino que desde el nivel licenciatura se interesen por la instrumentación y la realización de trabajos de esta índole.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1] Introduction to Mass Spectrometry and Its Applications Hardcover – Import, 1965 Robert W. Kiser
- [2] Principios de análisis instrumental Sexta edición Douglas A. Skoog, F. James Holler y Stanley R. Crouch.
- [3] Experimental Spectroscopy Ralph Alanson Sawyer Prentice-Hall, 1951 - 358 páginas
- [4] Giancoli, D. C. (2007). Física Principios con Aplicaciones, México, Prentice Hall, p. 679-693.
- [5] Haber-Schaim, U. Cross, J. B. Dodge, J. H. y Walter, J. A. (2004). Física PSSC, España, Editorial Reverté, p. 148-153, 168-171, 176-185.
- [6] March, R. H. (2003). Física para poetas, México, Editorial Siglo XXI, p. 115-134.
- [7] Resnick, R. y Halliday, D. (2004). Física Parte 1, México, Editorial Continental, p. 485-499, 509-518.