

CENTRO UNIVESITARIO MÉXICO

ESPECTRÓMETRO

INTEGRANTES DEL EQUIPO:
MONTIEL MIRASOL DIANA
BALLINAS JAIMES MAYRENE A.
JIMÉNEZ TIRADO MARIA PAULINA

ASESOR: JESUS FLORES TÉLLEZ

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El espectrómetro es un instrumento de medición que analiza el tipo de espectro que emite una fuente o que es absorbida por una sustancia que se encuentra en el camino de la luz que emite una fuente. Estos espectros de emisión o de absorción son como una huella digital de las sustancias que forman a nuestra naturaleza.

El funcionamiento del espectrómetro está basado en la descomposición de la luz en las diferentes longitudes de onda que la componen a partir del fenómeno de refracción que sucede en un prisma o a partir del fenómeno de difracción de la luz que se produce en una red difracción. Además este instrumento mide los ángulos en los cuales se presentan los máximos del patrón de difracción. Estos ángulos son diferentes y característica de la naturaleza de la fuente que emite la luz. Las componentes básicas de un espectrómetro es un conjunto de lentes, un colimador, una rejilla de difracción y un ocular, anteriormente detectar el espectro se hacía a simple vista, pero hoy en día se pueden usar sensores de luz que marcan los máximos y mínimos o también se pueden fotografiar los espectros.

Actualmente en nuestro país es difícil que en un colegio se tenga instrumental de laboratorio para el estudio de la física moderna y la astronomía, ya que este material es de importación, por lo cual es muy costoso, además de que la realidad de nuestro país lo aleja cada vez más de la investigación de física moderna, que pareciera exclusiva de los laboratorios de alto nivel de los países desarrollados.

Considerando lo anterior, sería importante buscarse métodos por los cuales los alumnos puedan construir un espectrómetro para uso escolar de bajo costo.

ANTECEDENTES:

DESCRIPCIÓN DE LA DIFRACCIÓN.

*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. Después 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 λ consta de una serie de franjas de interferencia. La separación angular entre estas franjas queda determinada por la relación λ/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 λ/a , en donde a es el ancho de la rendija.

La relación a/λ 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.

$$d \sin \theta = m \lambda$$

En donde d es la distancia entre surcos adyacentes y el número entero m se llama orden del máximo principal particular.

EL ESPECTRÓMETRO

En un espectroscopio de rejilla simple de rejilla la luz de la fuente S se enfoca mediante la lente L_1 sobre la rendija S_1 colocada en el plano focal de la lente L_2 . LA luz paralela que emerge del colimador C incide sobre la rejilla G. Los rayos paralelos asociados con un máximo de interferencia particular, que se presenta al ángulo θ , inciden sobre la lente L_3 y se enfocan en el plano F-F'. 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 absolutas de la longitud de onda, ya que el espaciamiento 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.

PROCEDIMIENTO

*Construcción:

En cuanto a esta parte el trabajo fue dividido equitativamente entre tres personas, aunque somos cuatro en el equipo la cuarta se ocupó de otras cosas mientras nosotros armábamos nuestro proyecto. Tres compañeras asumimos la gran tarea de la construcción de un espectrómetro, tratando de lograr nuestro objetivo, (recordemos que el objetivo es tratar de construir un espectrómetro de bajo costo), seleccionando materiales de bajo costo, a continuación se presentaran la lista de materiales usados:

- Madera (madera común y aglomerada).
- Barra de metal (ya usado)
- Motor de una impresora sin utilización.
- Tornillos, clavos, tuercas, entre otros accesorios de esta índole.
- Rueda de un tocadiscos

A lo anterior se hizo alusión a la mera construcción, ahora para que tenga una función más específica utilizamos:

- Colimador
- Rejilla de difracción 600 líneas/mm
- Lentes de distancia focal 20cm y 2 cm
- Sensor de luz marca PASCO
- Software (DataStudio) y computadora
- Transportador de plástico
- Lámparas

El procedimiento de realizar esto fue el siguiente se consiguió primeramente un cilindro, lo adecuamos para que en medio de el tuviera un soporte giratorio, y así llegamos a la conclusión de que podría ser la rueda de un tocadiscos, se procedió a empezar a armarlo, después del cilindro, adaptamos a este un cilindro un motor con la función de mover el disco de tocadiscos, lo que nos arrojó un resultado positivo, luego fijamos a una tabla el cilindro y un soportes de madera para el colimador y la lente. Sobre el cilindro se fijo la rejilla de difracción mientras que al disco de tocadiscos y se le adaptó una lámina metálica con la función de sostener el sensor de luz y una lente. Durante este procedimiento se iba probando cada cosa para verificar que estuviera correcto y que se difractara la luz, se puso un transportador grande sobre el cilindro (sobrentendiéndose de 180° para unas mediciones aun más precisas), se colocó la lámpara, y se colocaron dos tablas de madera para encerrar la luz, se puso la lámpara se adecuó para que su luz pasara por todo el sistema y producir el patrón de difracción.

Después de este largo proceso, tomamos el paso siguiente, el tomar mediciones a partir de nuestro espectrómetro.



Estructura final del espectrómetro

EL ESPECTRÓMETRO

Procedimiento de medición:

1. Alinear y enfocar la luz para pasar a través del colimador, la lente y la rejilla de difracción. La lente debe estar enfrente del colimador con la rendija nítidamente enfocada y alineada con la línea vertical.
2. Insertar la rejilla de difracción en el soporte que se encuentra en el disco del espectrómetro. Para comprobar la orientación de la rejilla, mirar a través y hacia una fuente de luz y observar como ésta es dispersada en sus colores componentes. Cuando está colocada en su soporte, la rejilla debe dispersar horizontalmente los colores: así la rotación del sensor permitirá ver las diferentes imágenes coloreadas de la rendija.
3. Colocar la fuente de luz aproximadamente a un centímetro de la rendija y ajustar su anchura para obtener una imagen brillante y nítida. Ajustar la altura de la plataforma giratoria del espectrómetro para que la imagen esté centrada en el campo de visión.
4. Rotar con el motor el sensor hasta encontrar que la computadora detecte un máximo de luz. Se medirá cuidadosamente el ángulo de difracción en el transportador que cuenta con una mínima división de 0.1°.
5. La rejilla difracta la luz incidente a ambos lados de la línea del rayo incidente, en idénticos espectros, y solo se considerará uno de los espectros.
6. Se repetirá este procedimiento para medir el ángulo de cada color del espectro.
7. Las longitudes de onda se determinan de acuerdo con la fórmula:

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

Donde λ es la longitud de onda; d la distancia entre las líneas de la rejilla de difracción ($d = 1.66 \times 10^{-6}$ m para la rejilla de 600 líneas/mm, por ejemplo); θ es el ángulo de difracción; y n es el orden del espectro de difracción bajo observación.

RESULTADOS

Para el momento en el que se entregó este trabajo se contó tan solo con una lámpara de halógeno y las medidas obtenidas fueron las siguientes:



Color	Medidas θ ($\pm 0.05^\circ$)			Media θ ($\pm 0.05^\circ$)	L. de onda
	1 ^a	2 ^a	3 ^a		
n = 1					
Azul	15.5°	15.7°	15.5°	15.6°	446.4
Verde	16.9°	17.0°	16.8°	16.9°	482.5
Rojo	17.8°	18.2°	18.0°	18.0°	512.9

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La lámpara usada para las medidas fue una de halógeno, en la cual se tiene un filamento que al suministrarle en cierto voltaje, que por el efecto Joule, comienza a elevar su temperatura hasta comenzar a emitir luz, además estas lámparas contiene un gas del grupo de los halógenos que está a baja presión, que impide que rápidamente se funda el filamento y a su vez sirva como filtro para ciertas longitudes de onda. Nuestros resultados nos indican las longitudes de onda en las que el filamento de la lámpara está emitiendo la luz.

Estamos en el proceso de comprar una lámpara de algún gas, como mercurio, sodio, etc. Con la cual podamos calibrar nuestro espectrómetro y con ello darle una mayor precisión a las medidas que se tomen para determinar el tipo de luz que esté emitiendo una lámpara o bien una sustancia.

CONCLUSIONES

Se cumplió nuestro objetivo de construir un espectrómetro de bajo costo, con materia de reúso. Pudimos observar espectros de diferentes lámparas de uso cotidiano, logrando tomar mediciones para una lámpara de halógeno. Pero es claro que nos falta usar una lámpara que contenga un gas cuyo espectro sea conocido para poder calibrar nuestro instrumento y de hay comenzar a tomar mediciones que nos permita tener una mayor precisión en la determinación de las sustancias que emiten ciertos espectro. Podemos mencionar que estas lámparas tienen un costo de aproximadamente \$ 1000.00 lo cual no hemos podido financiar hasta el momento de enviar este trabajo, pero esperamos conseguirla en poco tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Giancoli, D. C. (2007). *Física Principios con Aplicaciones*, México, Prentice Hall, p. 679-693.
- 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.
- March, R. H. (2003). *Física para poetas*, México, Editorial Siglo XXI, p. 115-134.
- Resnick, R. y Halliday, D. (2004). *Física Parte 1*, México, Editorial Continental, p. 485-499, 509-518.
- Tiplens, P. E. (2005). *Física Conceptos y Aplicaciones*, México, Editorial Mc Graw Hill., p. 479-485.