

Espectroscopio

ESPECTROSCOPIA

Una estrella guarda pocos secretos. Revela su temperatura, su composición química y su movimiento por el espacio. Le dice al universo si tiene acompañantes. Con esta información, los astrónomos pueden recomponer la historia de la estrella — e incluso su futuro.

Toda esta información está encerrada en la luz estelar. La luz que vemos con nuestros ojos es una combinación de muchas longitudes de onda. Usando una técnica llamada espectroscopia, los astrónomos separan la luz estelar en sus diferentes longitudes de onda. La intensidad o la debilidad con que la estrella brilla en cada longitud de onda revela algo sobre la estrella.

Por ejemplo, cada elemento químico imprime su propia “huella digital” en la luz de la estrella. Midiendo estas huellas digitales, los astrónomos descubrieron que las estrellas “normales”, como nuestro Sol constan principalmente de hidrógeno. Pero las estrellas contienen también restos de otros elementos, como carbono y oxígeno. La cantidad exacta de estos elementos que contiene cada estrella revela detalles sobre el lugar y momento de su nacimiento, y cómo ha cambiado a lo largo de las eras.

A veces, las huellas digitales cambian un poco — se ven “más rojas” o “más azules” de lo normal — indicando que la estrella se está moviendo. El tamaño y la dirección del cambio les indica a los astrónomos la velocidad y la dirección en que se mueve la estrella. Si el cambio alterna en dos sentidos significa que la estrella tiene uno o más acompañantes — otras estrellas, o incluso planetas.

El telescopio más grande del mundo, diseñado específicamente para la espectroscopia, trabaja a buen ritmo en el Observatorio McDonald, estudiando las “huellas digitales” de las estrellas.



Igual que un geólogo recoge minerales y un botánico recoge plantas, un astrónomo recoge luz. Por lo general, los astrónomos no pueden tocar los objetos que estudian, como las estrellas o las galaxias. Pero, usando un espectroscopio, pueden analizar la luz que irradian estos objetos celestes. Cuando un astrónomo observa una estrella a través de un espectroscopio, ve un espectro de colores que está lleno de información.

Los estudiantes construirán su propio espectroscopio mientras exploran y observan espectros de fuentes luminosas familiares. Las actividades suplementarias amplían su conocimiento sobre los distintos tipos de espectros y agudizan sus facultades de observación. A los estudiantes más avanzados puede pedirles que perfeccionen la tecnología de sus instrumentos.

MATERIALES

Para clase:

- Bombilla incandescente (60-100 vatios, esmerilada) y base
- Serie de luces de navidad transparentes (opcional)
- Luz fluorescente (un foco)
- Tarjeta para la rejilla de transmisión (se encuentra en tiendas de material científico)
- 2 transparencias
- Glo/Doodler (lo tienen en Colorforms)

Para cada espectroscopio:

- Mitad de un sobre de papel manila
- Cartulina negra
- 3 tarjetas (3x5 pulgadas)
- Cinta adhesiva o ligas
- Tijeras
- Clip chico

PREPARACIÓN

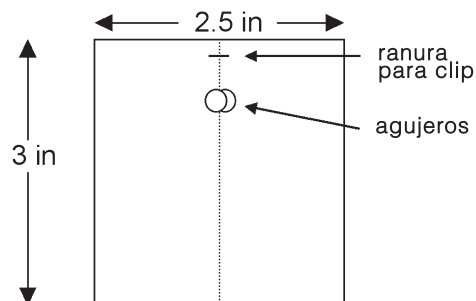
Para hacer las tarjetas con rejillas de transmisión

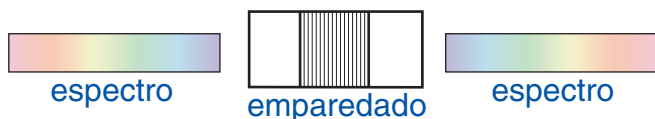
Corte una tarjeta de 3x5 pulgadas, con lo que resultan dos tarjetas de 3x2.5 pulgadas. Después, corte una franja estrecha del lado de tres pulgadas de una de las mitades. Esto facilitará el ajuste de la tarjeta al tubo del espectroscopio.

Doble las dos tarjetas de 3x2.5 pulgadas a la mitad por la parte más corta y después haga una ranura perpendicular en el doblez, más o menos a medio centímetro de alguna de las esquinas del doblez. Haga un agujero a unos dos centímetros sobre el doblez. El orificio debe tener aproximadamente un centímetro de ancho.

Para preparar la rejilla

Coloque el material de la rejilla entre las dos transparencias, como un emparedado. Procure no tocar la rejilla con los dedos, es muy delicada.





Corte este “emparedado” en trozos de 1x2 centímetros.

Colóquelo sobre del agujero mirilla en la tarjeta con cinta adhesiva en las orillas. No ponga cinta adhesiva **SOBRE** el agujero ni sobre la ranura.

ACTIVIDAD

INICIO

Distribuya las tarjetas para las rejillas de transmisión a los estudiantes. Pídale que miren a distintos objetos y partes de la clase. No es mala idea tener a mano una bombilla (p. ej., una bombilla esmerilada de 60-100 vatios) o unas luces de navidad.

EXPLORACIÓN

Pídale a los estudiantes que miren a una fuente luminosa incandescente (bombilla con filamento) a través de las rejillas, colocándolas cerca del ojo.

PREGUNTAS PARA LOS ESTUDIANTES

- ¿Dónde aparece el espectro? (Los espectros pueden aparecer a la derecha y a la izquierda de la fuente luminosa.)
- ¿En qué orden están los colores? (El violeta es el más próximo a la fuente luminosa y el rojo el más distante.)
- ¿Cómo podría mejorarse la apariencia o la vista del espectro? (oscureciendo el salón de clase)

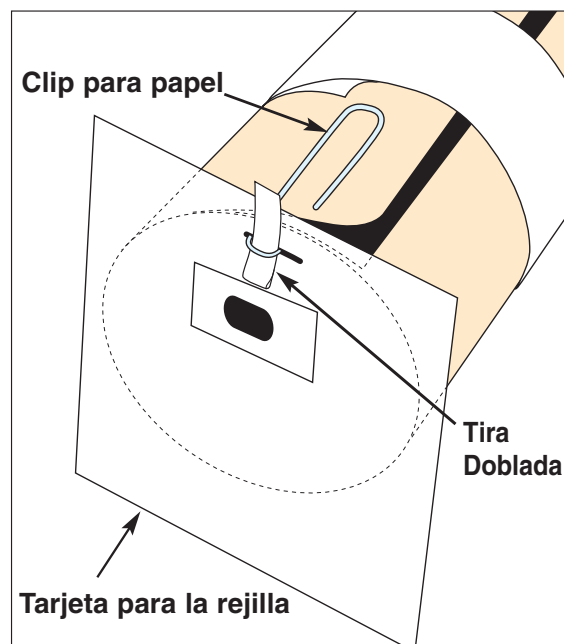
La rejilla es una parte del espectroscopio. Como los estudiantes podrán apreciar, los espectros se ven mejor sobre un fondo oscuro.

Pregunte a los estudiantes otras maneras de oscurecer el cuarto. Si hace falta, oriénteles hacia algo que pueda llevarse en la mano, porque este instrumento debe ser portátil. Si no se le ocurre a nadie, sugiérales que un tubo, con la rejilla acoplada en un extremo, puede bloquear la luz innecesaria para ver el espectro y sirve de soporte para los componentes del espectroscopio.

¿Qué se podría usar para bloquear la luz innecesaria y crear un fondo oscuro para ver mejor los espectros?

Acople la rejilla a uno de los extremos del tubo. Corte un sobre manila a la mitad, por el doblez. Coloque una cartulina negra encima de la mitad de la carpeta. Enróllelas por el lado largo de manera que la cartulina negra cubra el interior del tubo. Sujételo con ligas elásticas o cinta adhesiva.

Ahora hay que sujetar la tarjeta con la rejilla al tubo (ver la figura a la derecha). Coloque un clip en un extremo del tubo, dejando que una pequeña parte del clip sobresalga por encima del borde del tubo. Sujete con el clip la tarjeta con rejilla y asegúrelo con una tira de tarjeta doblada.



Espectroscopio terminado

ESTÁNDARES NACIONALES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

- Estándar de contenido en cursos 9-12, Ciencias Físicas (Interacciones de la energía y la materia)
- Estándar de contenido en cursos 9-12 Ciencia de la Tierra y del espacio (Origen y evolución del universo)
- Estándar de contenido en cursos 9-12 Ciencia y Tecnología (Capacidad para diseño técnico)

fluorescentes. Que los estudiantes se coloquen sus rejillas (ya acopladas al tubo) cerca de los ojos y que examinen esta luz.

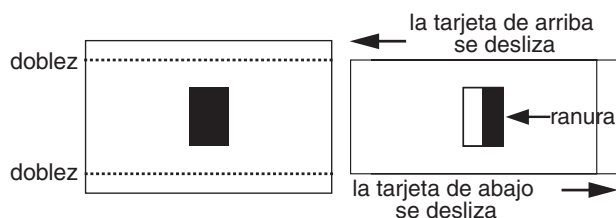
¿Se parece el espectro de la bombilla fluorescente al espectro de la bombilla incandescente? ¿Es igual o diferente? (Los estudiantes deberían ver bandas de color en el espectro de la bombilla fluorescente así como una zona de color difuso y continuo.)

Cubra parte de la bombilla incandescente, dejando ver una pequeña ranura de luz. Corte una rendija en un sobre grande y grueso y sujételo delante de la bombilla fluorescente. Compare la luz incandescente y la luz fluorescente. ¿Se ven ahora bandas de color en alguna de las luces? ¿En cuál? (Las bandas de color se hacen más tenues y más delgadas con la rendija frente a la luz fluorescente. La luz incandescente no tiene bandas)

¿Qué método de observación proporciona más detalles del espectro –con la rendija o sin ella? (Con la rendija, pero hasta cierto punto; si la rendija es demasiado estrecha el espectro se ve demasiado débil.)

¿Cuál sería el mejor sitio para poner la rendija, de modo que un observador pueda ver otras fuentes luminosas? (El extremo opuesto del tubo.)

Haga una rendija ajustable con dos tarjetas. Recorte dos rectángulos idénticos, de unos 1x3 cms., en el centro de las dos tarjetas. Ponga una tarjeta encima de la otra y dóblelas a lo largo de los dos lados largos. Las tarjetas pueden deslizarse una encima de la otra. Ajuste el tamaño de la rendija deslizando una apertura sobre la otra.



Coloque la rendija ajustable delante del extremo del tubo opuesto al de la rejilla, ábralo y ciérrelo hasta hallar una posición que ofrezca detalles y permita, al mismo tiempo, que

pase luz suficiente para ver bien el espectro. Rótelo si es preciso para que el espectro alcance su mayor altura. Con ello, se consigue que las ranuras paralelas de la rejilla vayan en la misma dirección que la rendija.

¡Enhorabuena! Han construido un espectroscopio que funciona.

EXPLICACIÓN

Esta rejilla es una rejilla de transmisión. Cada centímetro de su superficie está grabada con cientos de ranuras paralelas. Cuando la luz pasa por las estrechas ranuras, la difracción convierte cada ranura en una nueva fuente de luz. Al extenderse, la luz interactúa o interfiere con la luz en la misma longitud de onda de otras ranuras. A veces las ondas de luz se refuerzan una a otra (interferencia constructiva); otras veces, se cancelan y se hacen invisibles (interferencia destructiva). En conjunto, el diseño de la interferencia constructiva dirige un color específico a lo largo de un ángulo único de la rejilla. El resultado es un espectro de color. Por eso, la luz azul es la que aparece más cerca de la imagen de la fuente, mientras que la roja es la que está más lejos. La interferencia constructiva de ese color se alinea siguiendo esos ángulos.

El tubo bloquea la luz dispersa que borra los detalles del espectro. Sobre el fondo oscuro, los detalles sutiles del espectro se ven fácilmente.

También sirve para acoplar la rejilla. La rendija permite la resolución de las longitudes de onda (los colores) de la luz. La rejilla de difracción nos permite ver imágenes de la rendija unas al lado de otras. Cuanta más estrecha sea la rendija, más detalles se ven. Por ejemplo, una rendija

estrecha puede resolver un par de líneas en lo que parece una sola emisión, si se observa con una rendija más ancha. Pero, al estrecharse la rendija, pasa menos luz por ella. Así que hay que encontrar un equilibrio entre la resolución y el brillo del espectro.

La luz incandescente tiene un filamento caliente que produce un espectro continuo (los líquidos calientes también producen espectros continuos). La luz fluorescente es un tubo de gas caliente que produce un espectro de emisión –se emite más energía a unas longitudes de onda que a otras, por lo que esos colores se distinguen mejor. Cada gas tiene sus propias “huellas digitales” o diseño de longitudes de onda. En una luz fluorescente el gas es el mercurio.

[Para algunos niveles, la explicación anterior es demasiado técnica; las interferencias constructiva y destructiva pueden demostrarse con ondas de agua]

AMPLIACIÓN

Encienda la luz incandescente y coloque el Glo-Doodler delante de ella. Que los estudiantes describan las diferencias entre este espectro el de la bombilla sola y el de la bombilla fluorescente. (El Glo-Doodler absorbe ciertas longitudes de onda que aparecen en el espectro como bandas negras.)

Piense en una manera segura de ver el espectro del Sol -¡NO MIRE AL SOL DIRECTAMENTE! Por ejemplo, apunte el espectroscopio hacia nubes brillantes o hacia la Luna llena (que brilla al reflejar la luz solar). ¿Qué tipo de espectro produce el Sol? (El Sol produce un espectro de absorción. La fotosfera del Sol, la capa solar donde el Sol irradia la mayor parte de su luz, es más fría que las capas solares más interiores. Las capas más calientes y más profundas del Sol hacen de filamento de bombilla, mientras que la fotosfera hace de Glo-Doodler. Los elementos atómicos de la fotosfera absorben selectivamente ciertas longitudes de onda luminosas. El espectro resultante muestra las longitudes de onda absorbidas como bandas reducidas, o líneas, como las llaman los astrónomos.)

Los científicos usan espectroscopios para explorar sin riesgos cualquier objeto caliente, desde la superficie del Sol a un elemento químico calentado con una llama. ¿Cómo puede determinar un científico los elementos que hay en la fotosfera del Sol? ¿Qué método sugerirías tú?

El espectroscopio construido por los estudiantes en esta actividad no permite medir directamente las longitudes de onda. Basándose en su conocimientos para la construcción del espectroscopio y sus observaciones de los espectros, pregúnteles a los estudiantes cómo mejorarían su espectroscopio.

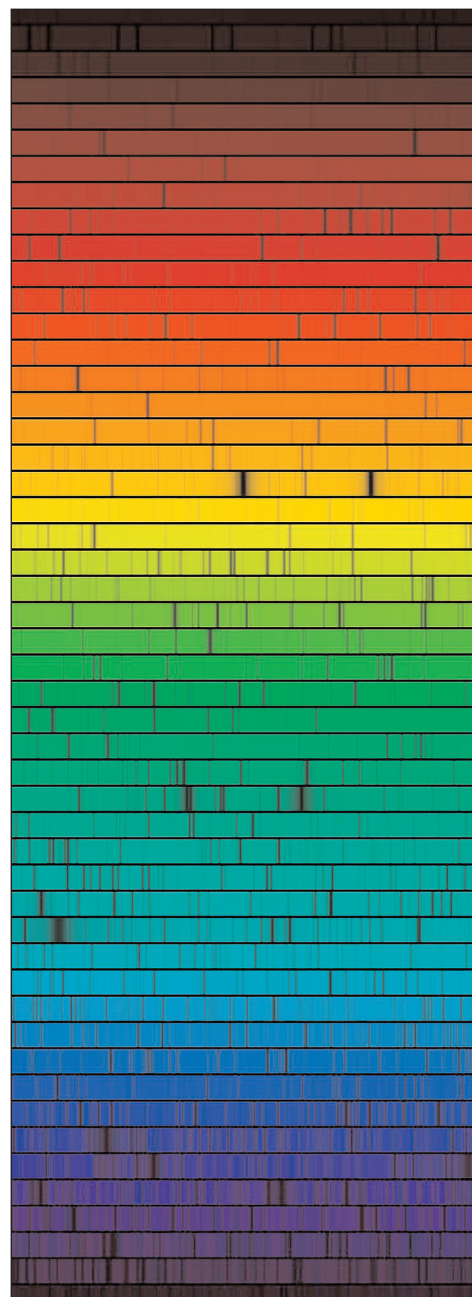
¿Podría alguien medir la longitud de onda mirando un espectro a través de un espectroscopio? Deberán incluir un procedimiento para calibrar la escala de longitudes de onda.

EVALUACIÓN

En un diagrama de un espectroscopio o espectrógrafo, identificar las partes principales: ranura, tubo y prisma o rejilla. Los primeros espectroscopios usaban un prisma en lugar de rejilla.

NOTAS TÉCNICAS PARA MAESTROS DE QUÍMICA/FÍSICA

- Esta actividad encaja bien con la exploración de la estructura atómica, los espectros de varios elementos, cómo varían los espectros en los distintos isótopos, y las leyes de Kirchhoff.



Una parte del espectro del sol revela líneas oscuras que representaban elementos específicos presentes en el Sol.

