

EMISIÓN DE LUZ: ESPECTRO DE FRECUENCIAS
Y LEY DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA.

Parte I: ESPECTRO DE FRECUENCIAS

Material

Bombilla de incandescencia (220 V, 60 W) y tubo fluorescente (220 V, 4 W). Red de difracción de 600 líneas/mm, CD, filtro difusor y filtros de color (rojo y azul), pantalla con rendija y escala, pinzas (2), trípode, pie cónico, soporte para la red y cinta métrica.

Objetivo: Visualizar y realizar medidas sobre el espectro visible

Conocimientos previos

El conjunto de frecuencias que contiene la radiación emitida o absorbida por un material se llama espectro y los dispositivos que se utilizan para visualizar los espectros se llaman espectroscopios.

El elemento principal de un espectroscopio es el que descompone la radiación. Se utilizan prismas o redes de difracción los cuales desvían la radiación respecto a la dirección incidente un ángulo que depende de la longitud de onda lo que permite separar espacialmente sus componentes.

En esta práctica, en la que se utiliza una red de difracción formada por un gran número de rendijas paralelas*, se cumple aproximadamente

$$\text{sen } \alpha = \frac{\lambda}{d} \quad (1)$$

donde α es el ángulo que se desvía la radiación de longitud de onda λ , y d la separación entre las rendijas. Según esta fórmula se obtiene un efecto apreciable para las radiaciones cuyas longitudes de onda sean inferiores pero del mismo orden que la separación de las rendijas. Así la red utilizada en la que $d = 1,67 \mu\text{m}$ es útil para el estudio del espectro visible ($0,4 \mu\text{m} < \lambda < 0,7 \mu\text{m}$).

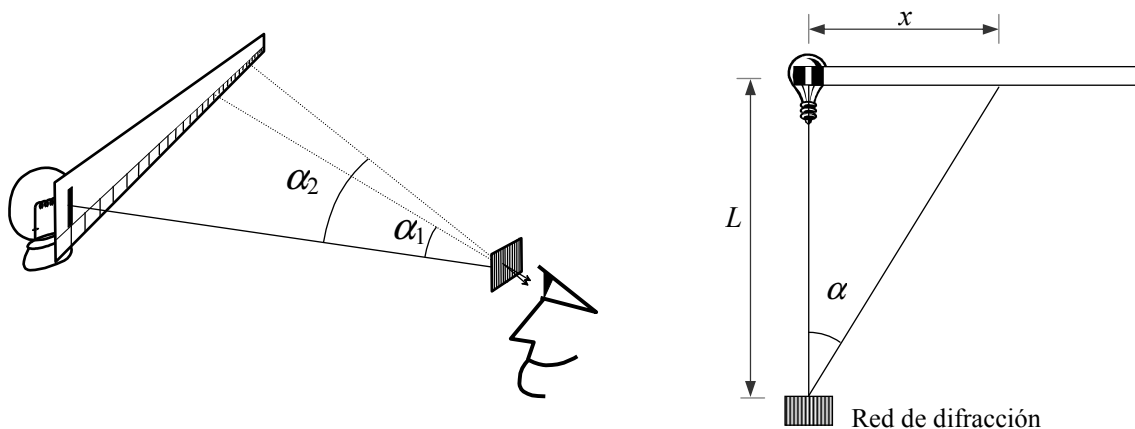


FIGURA 1. Espectroscopio.

* En el laboratorio se ha instalado un microscopio donde el alumno puede ver con 400 aumentos una red igual a las utilizadas en la práctica.

El espectroscopio que se utiliza en la práctica consta de una pantalla con una rendija de aproximadamente 1 mm tras la que se coloca la fuente luminosa que se quiere analizar. La red de difracción se monta enfrente, a la misma altura que la rendija y a una distancia L de ésta de unos 80 cm. Así, mirando a través de la red, se observa la parte visible de la radiación descompuesta a lo largo de una escala que permite realizar medidas con una precisión razonable (figura 1).

La red de difracción forma tantas imágenes de la rendija como componentes monocromáticas contiene la radiación. Cuando el material que emite la radiación es un sólido incandescente, como el filamento metálico de una bombilla, las imágenes de la rendija se suceden continuamente resultando un espectro continuo. Los espectros discontinuos, líneas o bandas, están producidos por gases a elevada temperatura. Las líneas (imágenes monocromáticas de la rendija del espectroscopio) corresponden a emisiones procedentes de los átomos, mientras que las bandas se deben a las moléculas y, en realidad, están constituidas por una serie de líneas próximas en las que puede resolverse la banda cuando el poder separador del espectroscopio es suficiente.

Procedimiento

1. Montaje del espectroscopio

- Dispón los elementos según se indica en la figura 1. Sitúa la red justamente enfrente de la rendija y a una distancia L de ésta de unos 80 cm. **NO TOQUES LA SUPERFICIE DE LA RED CON LOS DEDOS.**
- Conecta la bombilla, coloca al filtro difusor en el portafiltros que hay tras la rendija y observa el espectro. Retoca ligeramente la orientación de la red de forma que aparezca lo más brillante posible (girando la red respecto a un eje vertical) y que se extienda paralelo a la escala (girando la red respecto a un eje horizontal perpendicular a la red). **SOLICITA EL VISTO BUENO DEL PROFESOR ANTES DE PASAR AL APARTADO SIGUIENTE.**

2. Espectro de una bombilla de filamento incandescente

- Toma sobre la escala las lecturas x correspondientes a las longitudes de onda más significativas: límites del espectro visible con el ultravioleta y el infrarrojo y límites aproximados de las regiones de diferente color en el espectro visible (violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo). **TEN CUIDADO DE NO TOCAR LA BOMBILLA YA QUE SU TEMPERATURA ES MUY ELEVADA. MANTENLA CONECTADA SÓLO EL TIEMPO NECESARIO PARA HACER LAS MEDIDAS.**
- Mide con la cinta métrica la distancia entre la rendija y la red de difracción y calcula los valores del ángulo α . Si la red está colocada justamente enfrente de la rendija, la tangente del ángulo α es el cociente entre la lectura x en la escala y la distancia L entre la rendija y la red. Después calcula los valores de λ con la fórmula 1 y confecciona una tabla con los resultados indicando los colores en las distintas zonas.
- Observa el espectro continuo de la bombilla a través de cada uno de los filtros de color. El filtro de color se sitúa en el portafiltros al lado del filtro difusor. Advierte que el filtro rojo transmite la luz roja y absorbe las demás radiaciones del espectro visible. Por el contrario el azul transmite el azul (también parte del violeta y verde) y absorbe el resto.
- Desconecta la bombilla y retira los filtros (el de color y el difusor).

3. Espectro de un tubo fluorescente

- Sustituye la bombilla por el tubo fluorescente, conéctalo y sitúalo de manera que la rendija quede bien iluminada.

Los tubos fluorescentes contienen vapor de mercurio que emite, además de luz visible una cantidad considerable de luz ultravioleta. Las sustancias que recubren el interior del tubo, llamadas fósforos, convierten la porción ultravioleta también en luz visible. Así, el espectro visible del fluorescente se compone de uno continuo debido a la emisión de los fósforos y otro, discontinuo, de líneas correspondiente a las radiaciones más intensas que el mercurio emite en el visible

$$\begin{array}{ll} \lambda_1 = 436 \text{ nm (violeta)} & \lambda_2 = 546 \text{ nm (verde)} \\ \lambda_3 = 577 \text{ nm (amarilla)} & \lambda_4 = 579 \text{ nm (amarilla)} \end{array}$$

- En algunos tubos, llamados de color corregido, se utiliza un fósforo (vanadato de Ytrio) que emite una banda intensa en el rojo centrada en

$$\lambda_5 = 610 \text{ nm (roja)}$$
- Determina las longitudes de onda de las líneas que se pueden distinguir y comprueba si coinciden con los datos anteriores.

Parte II: LEY DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA

Material

Bombilla de incandescencia (220 V, 60 W) y luxómetro montados en sus soportes, pantalla pequeña de cartulina negra y cinta métrica.

Descripción del luxómetro

El luxómetro es un instrumento que consta básicamente de un fotodiodo, un filtro para simular la respuesta espectral del ojo y un voltímetro digital. El fotodiodo es un diodo que genera una corriente proporcional a la intensidad de la luz. El instrumento utilizado en esta práctica tiene una precisión de un 3%.

Cuando se toma como referencia el ojo o, como en este caso, un filtro que simula la respuesta espectral del ojo se habla de iluminación. La unidad, en lugar del W/m^2 , es el lumen/ m^2 también llamado lux (lx). El instrumento utilizado tiene cuatro escalas con alcances de 20, 200, 2000 y 20000 lx. El cambio de escala se efectúa pulsando la tecla “RANGE”. Si la iluminación está fuera del margen de la escala aparece un 1 en la pantalla.

La tecla “HOLD” sirve para retener la lectura en la pantalla. Cuando se pulsa de nuevo se vuelve al modo de registro normal.

Objetivo

Comprobar la ley del cuadrado de la distancia

Conocimientos previos

La intensidad de la luz emitida por una fuente luminosa disminuye con el cuadrado de la distancia. Así, la relación entre las intensidades I_1 a una distancia r_1 e I_2 a una distancia r_2 de la fuente es

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad (2)$$

La ley se deduce suponiendo que la fuente es puntual y, en la práctica, se empieza a cumplir razonablemente bien cuando la distancia es un orden de magnitud (10 veces) mayor que las dimensiones de la fuente.

Procedimiento

- Usando como fuente puntual el filamento de la bombilla se van a tomar con el luxómetro tres lecturas I_1 , I_2 e I_3 a distancias $r_1 = 30 \text{ cm}$, $r_2 = 60 \text{ cm}$ y $r_3 = 90 \text{ cm}$, respectivamente.
- Con la bombilla apagada dispón el difusor de entrada del luxómetro a 30 cm del filamento. Comprueba que ambos se encuentren enfrente (misma altura y que no estén desplazados lateralmente) Conecta la bombilla de incandescencia y mide I_1 . Como es inevitable que el luxómetro recoja al mismo tiempo la luz ambiente del laboratorio, mide esta luz parásita intercalando la pequeña pantalla de cartulina negra de modo que el detector no reciba la luz directa de la bombilla (se proyecta la sombra de la pantalla sobre el detector). Los mejores resultados se obtienen realizando la medida de la luz parásita inmediatamente después de medir la luz directa y colocando la pantalla equidistante de la bombilla y el detector. Apaga la bombilla.
- Repite las medidas a 60 cm y 90 cm del filamento.

- Corrige los valores obtenidos restando la luz parásita correspondiente y después obtén los cocientes I_1/I_2 e I_1/I_3 . De acuerdo con la fórmula 2, como las distancias son el doble y el triple de la que se toma como referencia (30 cm), los cocientes deben resultar 4 y 9, respectivamente.
- Calcula las desviaciones relativas entre los valores obtenidos y los esperados.