

Física General IV: Óptica

Práctico de Laboratorio N°8: Redes de Difracción

Objetivo: Observación cuantitativa del patrón de difracción de redes y uso en la determinación de longitudes de onda.

Introducción: Todo arreglo periódico de elementos de difracción, sean aberturas u obstáculos, cuyo efecto es el de producir alteraciones periódicas en la fase o la amplitud (o ambas) de la onda emergente, se denomina *red de difracción*.

La realización más común de una red de difracción la constituye un arreglo de múltiples rendijas delgadas paralelas, la cual es una red de transmisión cuyo patrón de difracción es de amplitudes. Otra forma común de una red por transmisión se logra trazando o rayando delgadas líneas paralelas equiespaciadas sobre una superficie plana de vidrio transparente. Cada raya sobre la superficie actúa como fuente de ondas secundarias, y juntas forman un arreglo regular de fuentes lineales paralelas. La manufactura de redes es extremadamente compleja y difícil. Por lo tanto, en la actualidad la mayoría de las redes comerciales son *réplicas* fabricadas en plástico (por algún método de fotocopiado u holográfico) de finas redes trazadas con maestría en piezas únicas.

Si un haz monocromático colimado incide perpendicularmente sobre la superficie de la red, el patrón de difracción que genera la luz transmitida, se compone de un máximo central y un conjunto de máximos laterales cuyos centros se encuentran en las posiciones angulares dadas por

$$a \operatorname{sen} \theta_m = m\lambda, \quad (1)$$

conocida como ecuación de la red para incidencia normal. El parámetro a es el espaciado entre los elementos de la red y m especifica el *orden* de los sucesivos máximos contados a partir del central (correspondiente a $m = 0$). Notar que mientras mas pequeño es a , menor será el número de ordenes visibles en la transmisión, que quedan determinados por la condición $\theta_m < 90^\circ$.

No debe sorprender que la ecuación de la red describa la localización de los máximos del experimento de la doble rendija, dado que la red genera efectivamente un patrón de interferencia con el

mismo principio, pero superponiendo los haces de todos los elementos que la componen. Pero ahora la condición de interferencia constructiva es mas delicada porque implica la superposición en fase de los haces de todas las fuentes secundarias, generando así máximos mas definidos y localizados.

Si la luz que incide sobre la red se compone de dos longitudes próximas separadas por $\Delta\lambda$, para la separación angular entre los máximos de orden m de cada color, $\Delta\theta_m$, se define el factor de calidad de resolución

$$\mathcal{D} = \frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{m}{a \cos \theta_m}, \quad (2)$$

que se conoce como dispersión angular de la red.

Desarrollo Experimental:

Experiencia 1: Para cada una de las redes de difracción cuyo espaciado es conocido, calcular el número de máximos, en principio observables, en el patrón de transmisión correspondiente a la iluminación perpendicular con un láser de He-Ne ($\lambda = 638$ nm). Es decir, calcular el orden máximo m para el cual se tiene $\sin \theta_m \leq 1$.

Experiencia 2: Utilizar las redes de espaciado conocido para calibrar la longitud de onda del láser de He-Ne. Y luego utilizar el láser de He-Ne para calcular el espaciado de la red incognita (en líneas por mm). Verificar que el valor obtenido es compatible con el máximo orden observado.

Experiencia 3: Utilizar las redes de espaciado conocido para determinar la longitud de onda de la luz que atraviesa un filtro de color: rojo, azul y algún otro color de longitud de onda intermedia.

Experiencia 4: Utilizar alguna de las redes de difracción para calcular la longitud de onda de una lámpara de Na. Detallar la disposición experimental empleada y explicar la elección de la red utilizada. Calcular la dispersión angular de la red para el doblete del Na.

Experiencia 5: Utilizar los arreglos ordenados de cuadrados y triángulos para calcular los espaciados entre los elementos de las redes. Discutir la geometría observadas en los patrones de difracción.

Bibliografía:

E. Hecht, *Optics*, Addison Wesley, Reading, MA (1998), 3ed.

F. A. Jenkins y H. E. White, *Fundamentos de Óptica*, Aguilar, Madrid (1964).