Erick C. Pastén
Ondas y óptica
June 27, 2024

Interferencia, Difracción y Scattering

Question 1. Considere dos ondas sonoras en fase, cada una con frecuencia ω emitidas por dos parlantes separados una distancia L. Determine la condición para un mínimo de intensidad en la linea que une estas fuentes. Demuestre que que una persona que se encuentra en uno de estos mínimos se debe mover siguiendo una trayectoria hiperbolica para seguir oyendo la misma intensidad.

Question 2. Explique con sus palabras que es la difracción y como se puede explicar mediante el estudio del teorema integral de Fresnel-Kirchoff. ¿Cómo está relacionado este teorema con el principio de Hyugens? ¿Cómo se puede aplicar al estudio de un rayo de luz que entra por medio de una abertura?

Question 3. Utilizando la ley de difracción de Fraunhofer para la amplitud de un patrón de difracción a una distancia L de una abertura S:

$$A(y) = \frac{A_0 k}{2L} \left\| \int_S e^{\frac{ikyy'}{L}} dy' \right\| \tag{1}$$

Se puede demostrar que para una rendija unidimensional de tamaño b la distribución angular de la intensidad que se observa en una pantalla sigue la relación:

$$I(\theta) = I_0 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2} \tag{2}$$

Donde $\alpha = \frac{kb\theta}{2}$ para una distancia L muy grande. De la misma manera considere ahora dos rendijas de tamaño b separadas por una distancia D entre ellas. Demuestre utilizando la ley de difracción de Fraunhofer que la intensidad será ahora:

$$I(\theta) = 2I_0 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2} \cos^2 \beta \tag{3}$$

Donde $\beta = \frac{k(b+D)\theta}{2}$.

Question 4. Del ejercicio anterior, para ciertas situaciones se puede ignorar el patrón de difracción y aproximar la intensidad solo como una interferencia de dos fuentes puntuales. En este caso el patrón de interferencia sigue la ley:

$$I \propto \cos^2 \beta \tag{4}$$

Dónde esta vez $\beta = \frac{kD\theta}{2}$ (es decir, se desprecia el tamaño de las aperturas). Siguiendo esta aproximación, para N rendijas separadas por una distancia D, el patrón de interferencia estará dado por:

$$I(\theta) \propto \frac{\sin^2 N\beta}{\sin^2 \beta} \tag{5}$$

Muestre que cuando $N \to \infty$ pero manteniendo el tamaño total $ND = a$ fijo, la intensidad relativa con respecto a la intensidad central $I_0 = I(\theta = 0)$ converge al patrón de difracción. Esto es:

$$\lim_{N\to\infty} \frac{I(\theta)}{I_0} = \frac{\sin^2 \gamma}{\gamma^2} \tag{6}$$

Donde $\gamma = \frac{ka\theta}{2}$

Question 5. Explique que condiciones deben existir para que se apliquen las teorías clásicas de los scattering de Thompson y Rayleight. Investigue y defina las principales características de otros tipos de scattering como el de Mie, Raman, Brillouin y Compton (seleccione 2). Analice si en estos tipos de scattering es válida la teoría clásica de campos electromagnéticos o si se debe considerar la naturaleza de la luz cómo partícula.

Argumente explicitamente los pasos que siguió al desarrollar los ejercicios

Universidad de Valparaíso