

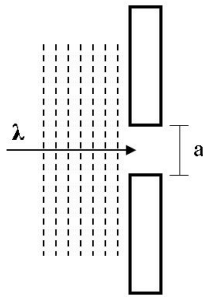
10. Difracción: más y más ondas que se superponen.

Material de lectura sugerido:

- *Física para la ciencia y la tecnología. Mecánica. Oscilaciones y ondas. Termodinámica.* Paul A. Tipler.
- *The Feynman Lectures on Physics. Vol I.* Richard Feynman.

Problemas para hacer y discutir en clase:

- 1) *Condiciones para la difracción.* Analice cualitativamente el fenómeno de difracción de la luz al pasar a través de una rendija. Haga un gráfico cualitativo de lo que le ocurriría a un frente de onda plano como el de la figura en los siguientes dos casos:
 - a) Atraviesa una rendija de ancho a mucho mayor a λ .
 - b) Atraviesa una rendija cuyo ancho es del orden de λ .

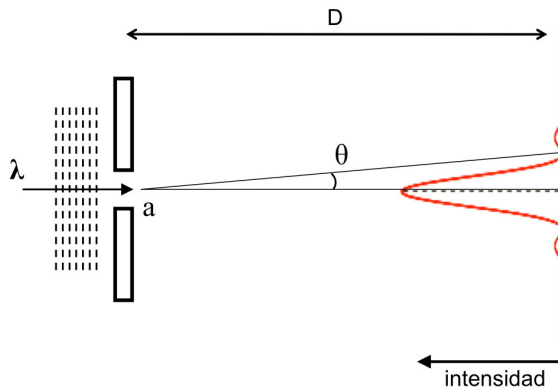


- 2) Para una rendija como la del problema 1, se observa el patrón de difracción producido sobre una pantalla ubicada a una distancia D de la misma. Las posiciones de los mínimos de intensidad están dadas por

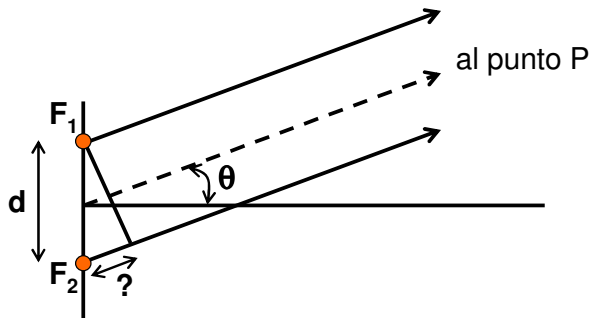
$$\sin(\theta) = \frac{m\lambda}{a}$$

$$m \in \mathbb{Z}, m \neq 0$$

- a) Calcule la posición del primer mínimo de difracción sobre la pantalla y el ancho de la banda central.
- b) ¿Cómo cambia el ancho del máximo central en función de a y λ ? ¿Qué ocurre cuando $a = \lambda$?



- 3) *Interferencia reloaded.* Volviendo al problema de interferencia clásico que muestra la figura, se puede calcular la intensidad sobre la pantalla en función del ángulo θ

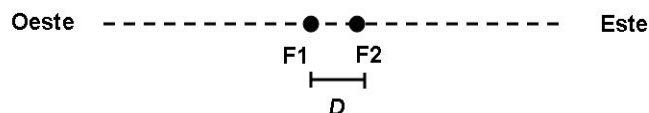


$$I = 4I_o * \cos^2\left(\frac{1}{2}\delta\right)$$

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} d * \sin(\theta)$$

- Grafique $I(\theta)$, es decir la intensidad observada en una pantalla ubicada sobre el plano que contiene al punto P.
 - Ahora, suponga que F_1 y F_2 no son fuentes puntuales, sino rendijas a través de las cuales pasa un haz de luz. Cómo se modificará el patrón observado en la pantalla? Porqué?
- 4) *Interferencia-Difracción de dos rendijas.* Se tiene un sistema de interferencia como el del problema 3, donde F_1 y F_2 son reemplazadas por rendijas de ancho a . Se coloca una fuente de luz coherente detrás de las rendijas.
- ¿Cuántos máximos de interferencia caben dentro del máximo central de difracción, si la separación entre las rendijas, d , es 5 veces su ancho a ?
 - Calcule en ancho de la rendija, a , si se observa que el quinto máximo de interferencia coincide con el primer mínimo de difracción, y la separación entre las ranuras es de 0.1mm
- 5) *Coherencia.* ¿Qué significa que la luz sea coherente? ¿Por qué es necesario que dos fuentes de luz sean coherentes para poder medir un patrón de interferencia?
- 6) *Dirigiendo emisores de ondas.* Suponga que se tienen dos fuentes puntuales como muestra la figura, ambas capaces de emitir luz monocromática coherente de la misma frecuencia y con la diferencia de fase que se desee. Indique cual debe ser la diferencia de fase Φ y la separación D entre las fuentes tal que las fuentes produzcan un patrón que:
- Emita en la dirección Norte-Sur pero no en la dirección Este-Oeste
 - Emita en la dirección Este-Oeste pero no en la dirección Norte-Sur
 - Emita hacia el Este y no hacia el Oeste

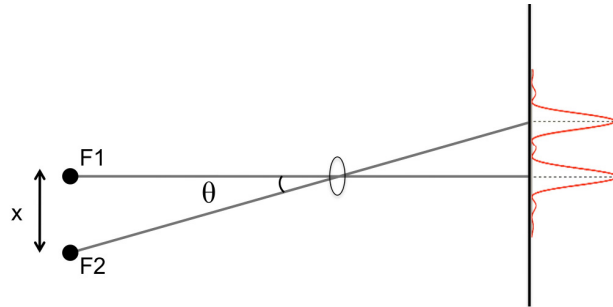
Norte



Sur

- 7) *Difracción a través de una abertura circular.* Cuando un haz de luz pasa a través de una abertura circular (como puede ser una lente en un instrumento óptico), se puede producir difracción. El patrón obtenido en este caso tiene simetría radial, y el ángulo subtendido por el primer mínimo de difracción se relaciona con la longitud de onda λ y con el diámetro D por:

$$\sin \theta = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$



Un criterio para definir cuándo podrán resolverse dos fuentes puntuales es considerar que las mismas pueden distinguirse cuando el primer mínimo de la campana de difracción de una de las fuentes coincide con el máximo central de la segunda. Este criterio se conoce como criterio de resolución de Rayleigh

Resolviendo dos focos puntuales.

- a) ¿Cuál será entonces el ángulo mínimo para el cual dos focos puntuales podrán resolverse?
 - b) Muestre cuál es la distancia mínima x que debe separar a las dos fuentes para que las mismas puedan resolverse, dada una longitud de onda λ , un diámetro de la apertura D y una distancia L .
- 8) *Faros de un auto.* Los faros de un auto ($\lambda = 500 \text{ nm}$) son divisados a la distancia por una persona cuyas pupilas tienen un diámetro de 5 mm. ¿A qué distancia máxima pueden resolverse los faros si los mismos están separados por 130 cm?
- 9) *Mirando estrellas.* Se quiere mirar dos estrellas situadas a 5 años luz de la tierra con un telescopio que tiene una lente de 5 m de diámetro. Si se usa un haz de luz de 550 nm, ¿cuál debe ser la separación mínima entre las dos estrellas para poder resolverlas?
- Dato:* 1 año luz = $9.4 \cdot 10^{15} \text{ m}$