Resumen Optica Fisica

Supuestos

- Se trabaja en un medio monocromatico, es decir la frecuencia es constante en el tiempo.
- La diferencia de fase se mantiene constante en el tiempo. ($\Delta\varphi = Const$)

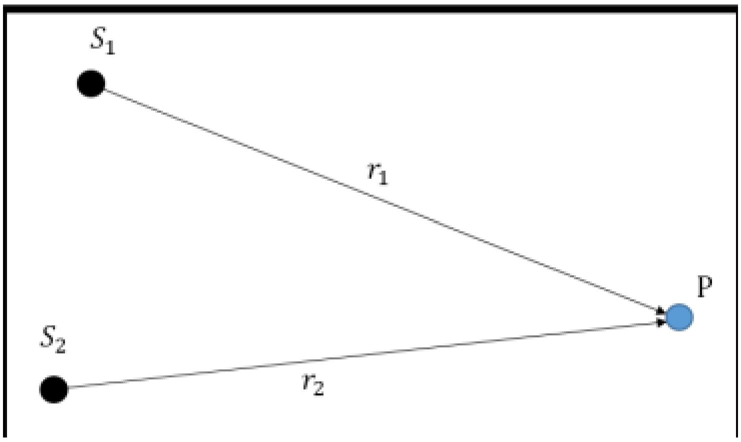
> Cuando dos o mas ondas monocromaticas se propagan manteniendo una diferencia de fase constante durante el tiempo de observacion, se dice que las oscilaciones son **coherentes**

Interferencia

Superposicion de dos o mas ondas de igual frecuencia y longitud de onda que se propagan en el mismo sentido y que son coherentes, osea que la diferencia de fase es constante en el tiempo durante el cual se desarrolla la experiencia.

Consecuencias de que la diferencia de fase sea constante ($\Delta\varphi = Const$)

Supongamos tener dos fuentes monocromáticas S_1 y S_2, separadas una distancias r_1 y r_2 respectivamente de un punto P de observación.



¿Cuál es la diferencia de fase que podemos detectar en P?

Para ello escribimos dos ondas correspondientes a cada una de las fuentes.

$$\varepsilon_1 = A_1 sen(\omega t - kr_1 + \phi_1)$$

$$\varepsilon_2 = A_2 sen(\omega t - kr_2 + \phi_2)$$

$$\Delta\varphi = \cancel{\omega t} - kr_2 + \phi_2 - (\cancel{\omega t} - kr_1 + \phi_1) = k(r_1 - r_2) + (\phi_2 - \phi_1)$$

Entonces

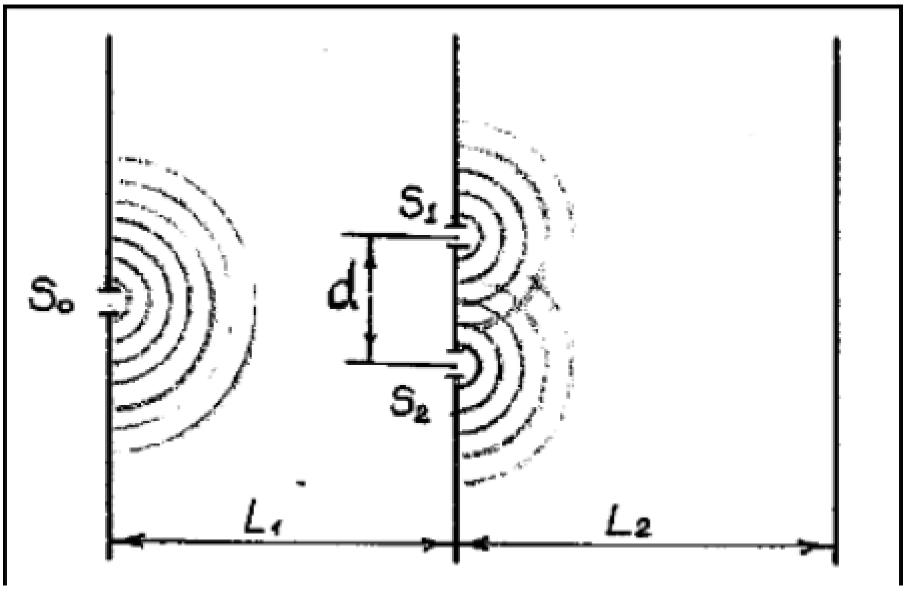
$$\Delta\varphi = k(r_1 - r_2) + (\phi_2 - \phi_1) \tag{1}$$

- $\Delta r = (r_1 - r_2)$ diferencia de caminos
- $\Delta\phi = (\phi_2 - \phi_1)$ diferencia de fase inicial

Observamos que la diferencia de fase puede deberse a la diferencia de caminos y/o a la diferencia de fase inicial. No depende del tiempo.

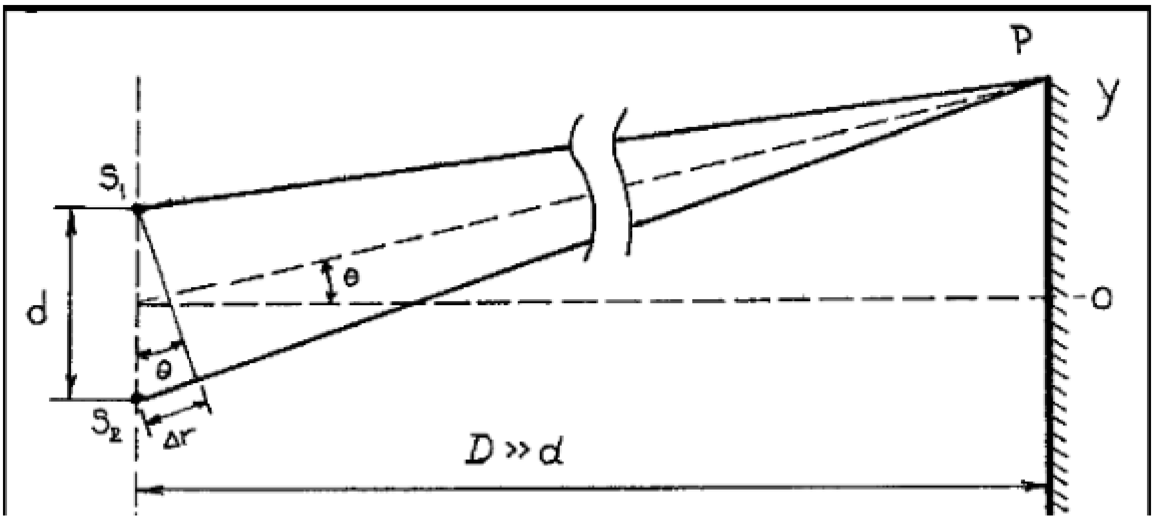
Como resultado observaremos en P luz u oscuridad, constantemente en el tiempo.

Experimento de Young



Consecuencias

- Las fases iniciales son las mismas para todas las ondas secuendarias y esta constancia se mantiene durante todo el tiempo. $\Delta\phi = 0$.
- Las otras caracteristicas de las ondas secundarias (amplitud, longitud de onda, frecuencia, plano de vibracion) son invariantes en el tiempo.



$$\Delta r = d\,sen\theta \tag{2}$$

$$\Delta\varphi = k\Delta r \tag{3}$$

$$sen\theta \approx tang\,\theta = \frac{Y}{D} \tag{4}$$

Interferencia Constructiva

$$\Delta r = d\,sen\theta = m\lambda, \quad m \in \mathbb{Z}$$

$$\Delta\varphi = k\Delta r = m\frac{2\pi}{\lambda}\lambda = m\,2\pi, \quad m \in \mathbb{Z}$$

Interferencia Destructiva

$$\Delta r = d\,sen\theta = (2m+1)\frac{\lambda}{2},\; m \in \mathbb{Z}$$

$$\Delta\varphi = k\Delta r = (2m+1)\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{2} = (2m+1)\pi$$

Maximos y Minimos en funcion de la posicion

Usando $sen\theta \approx tang\,\theta = \frac{Y}{D}$

$$Y_{MAX} = \frac{m\lambda D}{d} \quad m \in \mathbb{Z} \tag{5}$$

Los maximos no cambian en el tiempo, ni dependen del numero de ranuras.

$$Y_{Min} = \frac{m\lambda D}{Nd} \quad m \in \mathbb{Z} \tag{6}$$

N: Numero de ranuras
m: Puede ser cualquier numero entero (incluyendo al cero) no multiplo de N

Importante

Como $m \in \mathbb{Z}$, entonces cuando se habla del maximo principal (orden cero), se refiere a $m = 0$, y cuando se habla del primer maximo se refiere a $m = \pm 1$

Cuando se habla del primer minimo se refiere a $m = 0$, por la naturaleza de $2m + 1$, entonces se cuenta, cuando hay dos ranuras

1. Max Princial (orden cero)
2. Primer Minimo (orden uno)
3. Primer Maximo (orden uno)
4. Segundo Minimo (orden dos)
5. Segundo Maximo (orden dos)
6. Etc

Intensidad

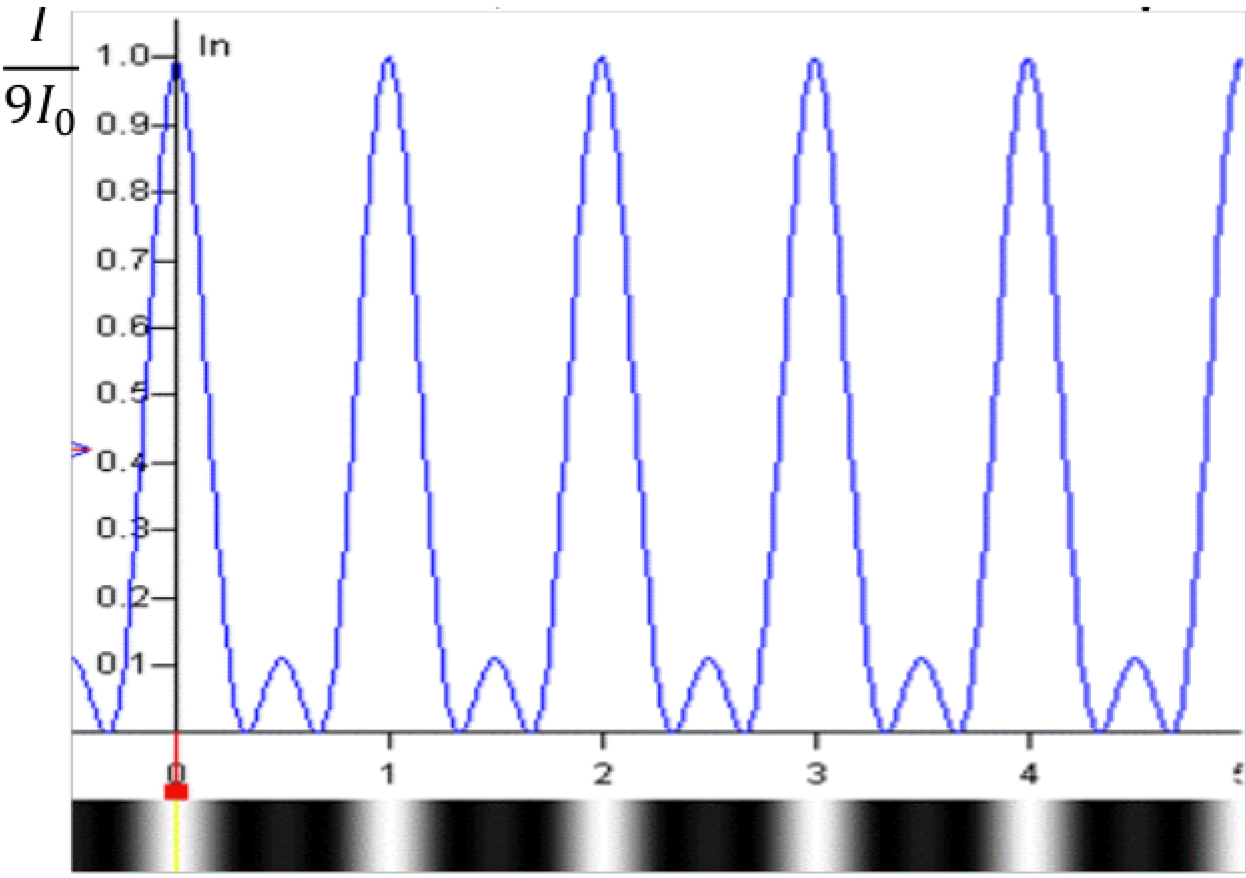
$$I = I_o \frac{sen^2(\frac{N\Delta\varphi}{2})}{sen^2(\frac{\Delta\varphi}{2})} \tag{7}$$

Intensidad Minima

$I_{Min} = 0$ y se cumple cuando $sen^2(\frac{N\Delta\varphi}{2}) = 0$ pero $sen^2(\frac{\Delta\varphi}{2}) \neq 0$

Intesidad Maxima

$I_{MAX} = N^2 I_o$



Propiedades

Para interferencia de N ranuras

- Entre 2 maximos principales hay N-2 maximos secundarios y N-1 minimos
- El valor de $I = c(NA_o)^2$ aumenta a medida que aumenta el numero de fuentes.
- La separacion entre maximos no depende del numero de ranuras, si de la separacion entre ranuras
- El ancho del maximo central se estrecha a medida que aumenta el numero de fuentes. En el caso que sean ranuras resultan largas y angostas.

- El maximo principal, orden cero, ($Y_{MAX} = 0$) es el único máximo que no depende de la longitud de onda.

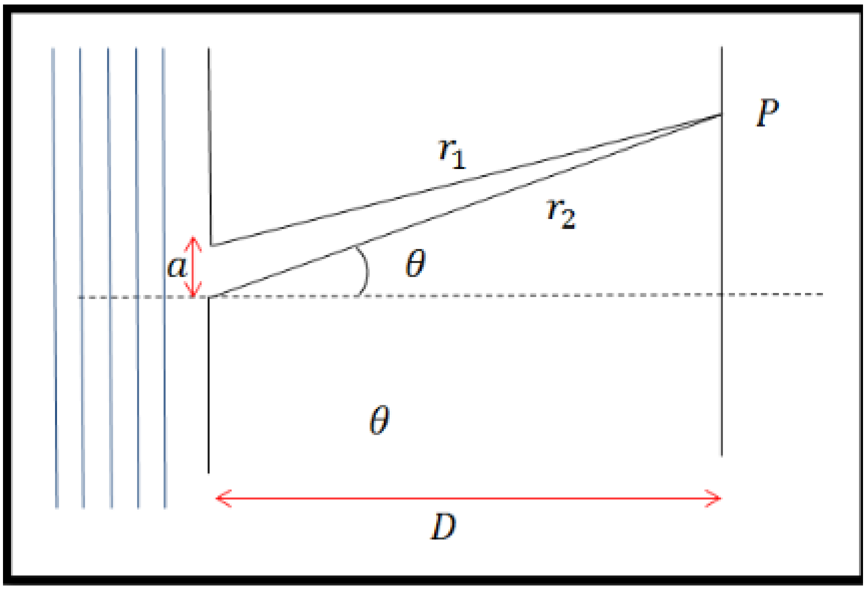
Interfranja

Distancia entre maximos consecutivos

$$\Delta Y = \frac{\lambda D}{d}$$

Difraccion

En la difraccion cada ranura tiene un ancho considerable. Si es lo suficientemente estrecha, los infinitos puntos que salen de a inciden en un punto de la difraccion.



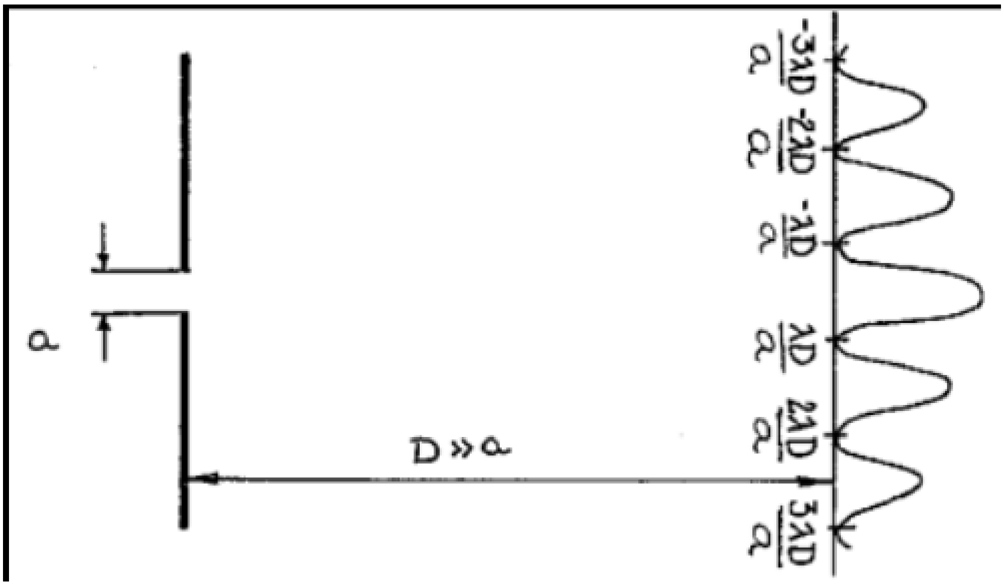
Llamando al ancho $a = Nd$, se puede asimilar al caso de interferencia de N fuentes punturales coherentes separadas una distancia d.

Minimos de Difraccion

$$Y_{Min} = \frac{m\lambda D}{Nd} = \frac{m\lambda D}{a} \quad m \in \mathbb{Z}$$

m: Puede ser cualquier numero entero (menos el cero) no multiplo de N.

En el caso de $m = 0$, se tiene el maximo central de difraccion (campana de difraccion) y tiene como ancho $2\frac{\lambda D}{a}$, el cual es un maximo absoluto que no puede ser alcanzado por ningun otro punto de la pantalla.



Intensidad

$$I = I_o \frac{sen^2(\frac{\beta}{2})}{(\frac{\beta}{2})^2} \tag{8}$$

β: Desfasaje

Intensidad Minima

$I_{Min} = 0$ y se cumple cuando $sen^2(\frac{\beta}{2}) = 0$ pero $(\frac{\beta}{2})^2 \neq 0$

Intesidad Maxima

Los maximos se encuentran aproximadamente en el punto medio entre dos minios consecutivos.

Redes de Difraccion

En una red de difraccion se superponene los fenómenos de interferencia y difraccion.

Una red de difracción plana está constituida por un gran número de ranuras iguales (mismo ancho a) y equidistantes (una distancia d) en un mismo plano. Cada ranura se denomina raya o línea de la red.

Se denomina constante de la red de difracción C al recíproco de la distancia que separa los puntos homólogos de dos ranuras sucesivas. Es decir

$$C = 1/d$$

C: la constante de la red
d: la separación entre dos ranuras sucesivas.

Maximos y Minimos

Las posiciones de los máximos son entonces independientes del número de ranuras y del ancho de cada ranura, ya que surgen de la interferencia.

Maximo

$$Y_{MAX} = \frac{m\lambda D}{d} \quad m \in \mathbb{Z}$$

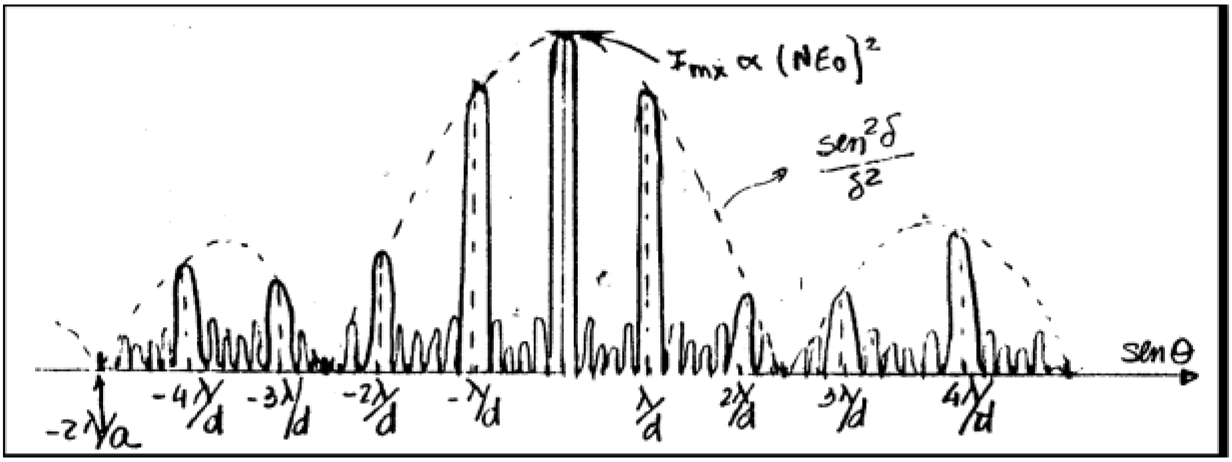
Minimo

$$Y_{Min} = \frac{m\lambda D}{Nd} \quad m \in \mathbb{Z}$$

m: Puede ser cualquier numero entero (menos el cero) no multiplo de N.

El ancho de los máximos principales es como en el fenómeno de interferencia de $2\lambda D/Nd$.

Es decir, cuanto mayor sea el número de ranuras, más angostos serán los máximos principales.



Intensidad

La intensidad, combinando los 2 fenómenos es:

$$I = I_o[\frac{sen^2(\frac{\beta}{2})}{(\frac{\beta}{2})^2}]\ [\frac{sen^2(\frac{N\Delta\varphi}{2})}{sen^2(\frac{\Delta\varphi}{2})}]$$

¿Qué máximo de interferencia no se ve cuando coincide con un mínimo de difracción?

Para obtenerlo escribimos las condiciones de máximo de interferencia y del mínimo de difracción y dividimos miembro a miembro.

$$\begin{aligned} Y_{max_{int}} &= Y_{min_{dif}} \\ \frac{d \cdot sen\theta}{a \cdot sen\theta} &= \frac{m\lambda}{n\lambda} \\ \frac{d}{a} &= \frac{m}{n} \end{aligned}$$

m: Orden del maximo de interferencia
n: Orden del minimo de difraccion

Por ejemplo, si d/a = 3 quiere decir $\frac{d}{a} = \frac{m}{n} = \frac{3}{1}$ que el primer mínimo de difracción coincide con el tercer máximo de interferencia. Por lo tanto, no se ve.