Onda estacionaria

Superposición de dos ondas viajeros exactamente iguales en todo salvo que se propagan en sentido contrario

$$y_T = 2A\,\text{sen}(kx)\,.\,\text{sen}(2\pi f t)$$

fundamental o Primer ármonico ⇒ N=1, 2 modos 

Segundo armonico ⇒ N=2, 3 modos (Primer sobretono) 

Tercer armonico ⇒ N=3, 4 modos (segundo sobretono) 

Cuarto armonico ⇒ N=4, 5 modos 

$$\boxed{\lambda_m = \frac{2L}{m}} \qquad \boxed{f_m = \frac{v_{prop}}{2L}\cdot m} \qquad \boxed{L = m\cdot\frac{\lambda}{2}}$$

Cuerdas fijas en ambos extremos

ondas sonoras

onda estacionaria sonora → Nodo de presión: punto de la onda sonora estacionaria en el que la Presión y la densidad no varía.
Un nodo de presión es siempre un antinodo de desplazamiento → amplitud máxima

antinodo de Presión: Punto donde las variaciones de presión y densidad son máxima. Un antinodo de presión siempre es un nodo de desplazamiento → el desplazamiento de las Partículas es nulo.

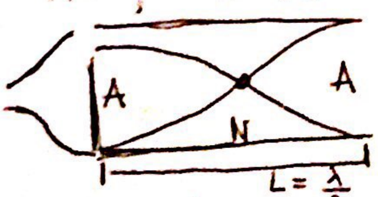
Tubos de organo: → ondas sonoras estacionarias

- En el extremo cerrado de un tubo hay un nodo de desplazamiento (el desplazamiento de las partícula es cero) y un antinodo de presión.
- En el extremo abierto hay un antinodo de desplazamiento (las partículas oscilan con amplitud máxima) pero la Presión no varia, nodo de presión.

— Tubo abierto

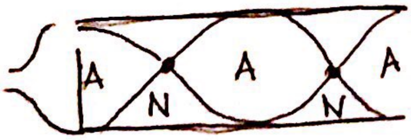
ambos extremos del tubo abiertos, son antinodos de desplazamento y nodos de presión.

- Fundamental:



$N=1$, 1 modo

- Segundo armonico (o primer sobretono)



$N=2$, 2 modos

- Tercer armonico: (o segundo sobretono)

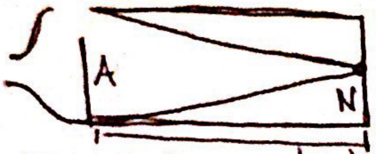
$N=3$, 3 modos

$$\boxed{L_m = \frac{\lambda}{2} \cdot m} \qquad \boxed{\lambda_m = \frac{2L}{m}} \qquad \boxed{f_m = \frac{v_{prop}}{2L} m}$$

- Tubo cerrado:

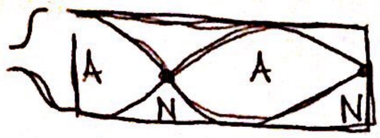
- El extremo izquierdo (abierto) es un antinodo de desplazamiento y un nodo de presión.
- El extremo derecho (cerrado) es un nodo de desplazamiento y antinodo de presión.

- Fundamental:



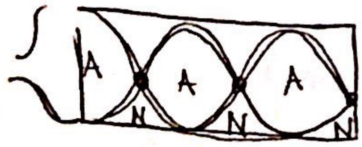
$N=1$, 1 modo $\quad L=\frac{\lambda}{4}$

- Tercer armonico (o segundo sobretono)



$N=3$, 2 modos

- Quinto armonico



$N=5$, 3 modos

$2m-1=5$
$2m=6$
$m=3$
↓
modos

$$\boxed{L_m = m\cdot\frac{\lambda}{4}} \qquad \boxed{\lambda_m=\frac{4L}{m}} \qquad \boxed{f_m=\frac{v_{prop}}{4L}\cdot m}$$

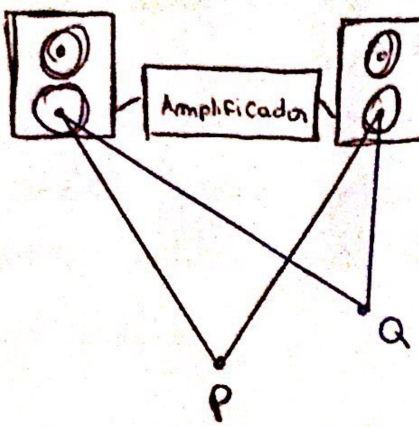
$m=(1,3,5,\dots)$ → En un tubo cerrado, solo son posibles los armónicos impares

$$f_m = \underbrace{(2m-1)}_{n \text{ de armónicos}}\cdot\frac{v_{prop}}{4.L}$$

m → n de modos

Interferencias

dos ondas con la misma frecuencia:



Los altavoces emiten ondas sonoras idénticas con la misma frecuencia.

- Colocamos un micrófono en el punto "P", equidistante de los altavoces. Las crestas de las ondas emitidas por los dos altavoces al mismo tiempo viajan distancias iguales y llegan en fase. ⇒ hay interferencia constructiva ⇒ la amplitud total de la onda en "P" es el doble de la amplitud de cada onda individual.

- En el punto "Q" las distancias de los alta voces difieren en media longitud de onda. Las dos ondas llegan desfasadas medio ciclo: una cresta positiva de un altavoz llega al mismo tiempo que una cresta negativa del otro ⇒ hay interferencia destructiva ⇒ la amplitud medida es mucho menor.

- **Interferencia constructiva**: distancias recorridas por las dos ondas difieren en un nº entero de $\lambda \Rightarrow 0, \lambda, 2\lambda, 3\lambda$.

$$\boxed{\Delta x = n \cdot \lambda}$$

n = cualquier número

- **Interferencia destructiva**: distancias recorridas difieren en cualquier nº semientero de $\lambda \Rightarrow \frac{\lambda}{2}, 3\frac{\lambda}{2}, 5\frac{\lambda}{2}$.

$$\boxed{\Delta x = (2n+1) \cdot \frac{\lambda}{2}}$$

n = cualquier número

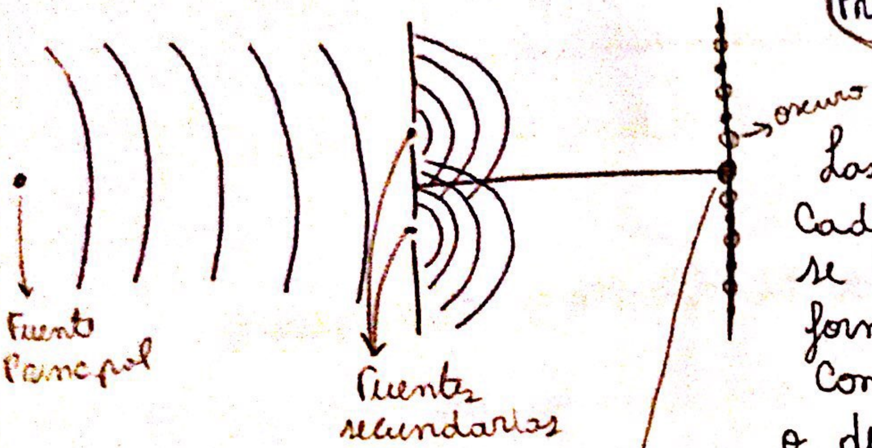
Pulsos / Batidos ⇒ dos ondas de igual amplitud, pero frecuencias distintas:

En ciertos momentos, las ondas estan en fase; sus máximos coinciden y sus amplitudes se suman. Sin embargo, debido a la pequeña diferencia entre sus frecuencias, las dos ondas no pueden estar en fase todo el tiempo. En ciertos instantes, las dos ondas estan completamente desfasadas.

$$f_{Bat} = |f_2 - f_1| \qquad f_2 > f_1$$

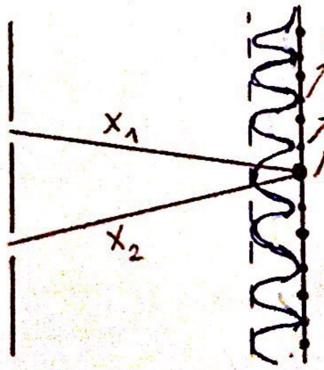
Experiencia de young

(Principio de Huygens)



Las ondas que nacen de cada una de las ranuras se van a traslapar para formar interferencias constructivas (Punto brillante) o destructivas (Punto de oscuridad).

Justo en el medio va a haber un punto muy brillante debido a la interferencia constructiva



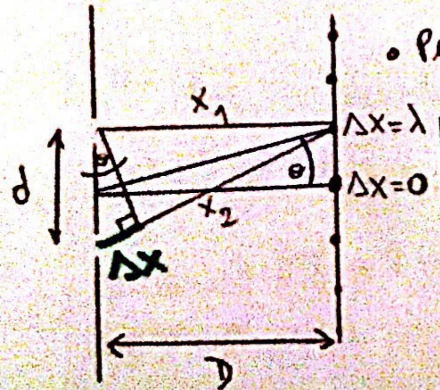
$\Delta x = \frac{3\lambda}{2}$ • Punto azul ⇒ interferencia destructiva ⇒ oscuridad.

$\Delta x = \frac{\lambda}{2}$ • Punto negro ⇒ interferencia constructiva

$\Delta x = 0$ ⇒ brillo

Punto constructivo

• Punto negro ⇒ interferencia constructiva ⇒ Brillo



$\boxed{\text{Interferencia constructiva: } \Delta x = m \cdot \lambda}$

$\boxed{\text{Interferencia destructiva: } \Delta x = (2m+1) \cdot \frac{\lambda}{2}}$

siendo $d \lll D$

$\text{sen}\,\theta = \frac{\Delta x}{d} \Rightarrow \text{sen}\,\theta \cdot d = \Delta x$

$\text{sen}\,\theta \cdot d = m \cdot \lambda$

Scanned with CamScanner

$$\boxed{y_{máx} = \frac{m . \lambda . D}{d}}$$ $$\boxed{y_{mín} = \frac{(m-\frac{1}{2}) . \lambda . D}{d}}$$

m = ordenes, 5 franja brillant, 3 franja oscura.

Interferencia para N fuentes puntuales

La posición de los máximos no depende del número de fuentes:

$$\boxed{y_{máx} = \frac{m . \lambda . D}{d}}$$

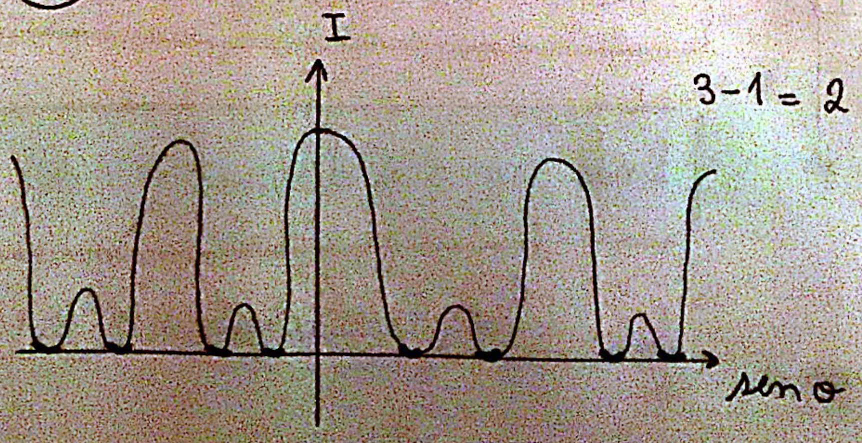
En el caso de los mínimos, sí importa el número de fuentes,

$$\boxed{y_{mín} = \frac{m . \lambda . D}{N . d}}$$

N: número de fuentes   m: no múltiplo de N

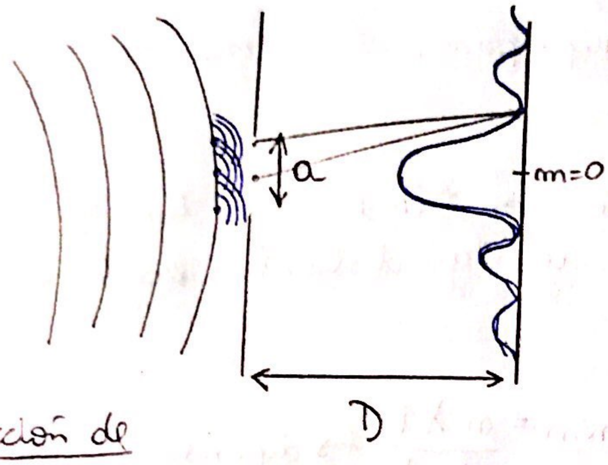
- nº de fuentes − 1 = Cant. de mínimos
- nº de fuentes − 2 = máximos secundarios

Ejemplo: N=3



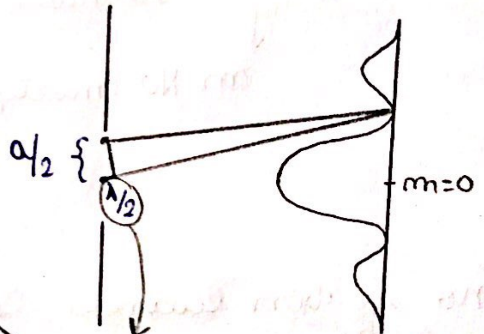
3−1 = 2 = Cant. de mínimos

Difracción



En la difracción la parte central tiene el 85% del brillo, es decir, el ancho angular del máximo central es más grande que el de los otros máximos.

difracción de Fraunhofer



$\Delta X = \frac{\lambda}{2}$ ya que es interferencia destructiva

$$d \cdot sen\theta = \Delta X$$

$$\frac{a}{\cancel{2}} \cdot sen\theta = \frac{\lambda}{\cancel{2}} \Rightarrow \boxed{a \cdot sen\theta = \lambda}$$

en este caso interferencia destructiva

$$\boxed{a \cdot sen\theta = m \cdot \lambda}$$

→ $m \neq 0$, ya que $m=0 \Rightarrow$ máximo

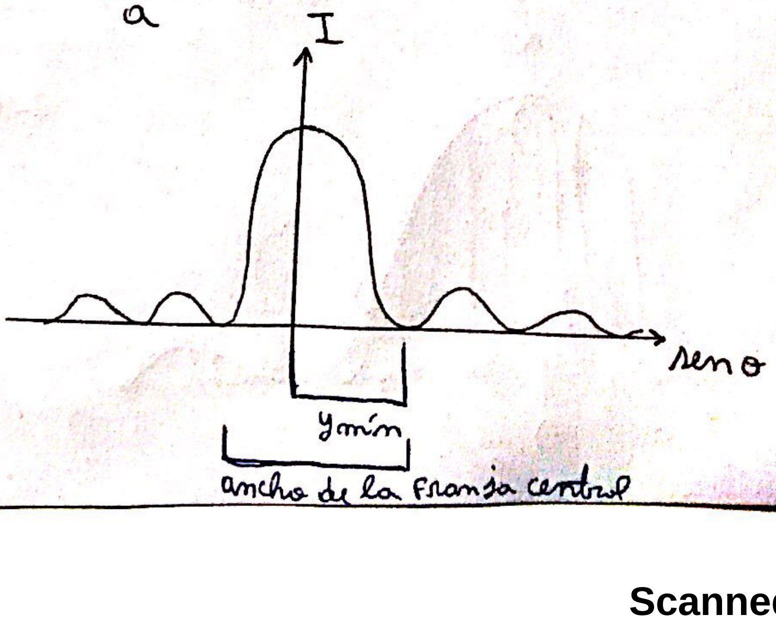
Puntos destructivos ojo!

$$\boxed{y_{min} = \frac{m \cdot D \cdot \lambda}{a}}$$

→ mínimos de difracción

El ancho del máximo central es dos veces el $y_{min} \Rightarrow$

$$2 \cdot \frac{m \cdot D \cdot \lambda}{a}.$$



Red de difracción

En una red de difracción se superponen los fenomenos de interferencia y difracción.

Una red de difracción plana esta constituida por un gran número de ranuras iguales y equidistantes en un mismo plano.

$$\boxed{y_{máx} = \frac{m \cdot \lambda \cdot D}{d}}$$

$$\boxed{y_{min} = \frac{m \cdot \lambda \cdot D}{N \cdot d}}$$ → depende del nº de ranuras N.

↓ m NO multiplo de N.

$$\boxed{C = \frac{1}{d}}$$ → constante de la red de difracción

• ¿Que máximos de interferencia no se ven cuando coincide con un mínimo de difracción?

Para obtenerlo escribimos la condición de máximo de interferencia y mínimo de difracción.

$d \cdot sen\,\theta = m\,\lambda$ → máx interferencia

$a \cdot sen\,\theta = m \cdot \lambda$ → mín difracción

$$\rightarrow \boxed{\frac{d}{a} = \frac{m}{m}}$$

Por ejemplo, si $\frac{d}{a} = 3 \Rightarrow$ el primer mínimo de difracción coincide con el tercer máximo de interferencia, por lo tanto no se ve. $\left(\frac{3}{1} = 3\right)$

Ej: Con dos ranuras

$N = 2$

$\frac{d}{a} = 3$

$N-1 =$ Cant de mínimos de la interferencia

$2-1 = 1$