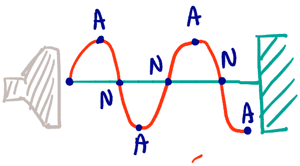
🤫 Silencio

¿Cuando No escuchamos? R= Cuando no hay oscilaciones en la presión del aire.

⇒ Busquemos zonas donde ocurra esto!!

∘ Nota: Como el altavoz es unidimensional podemos asumir que la onda sólo se expande/viaja horizontalmente.

La pared donde se reflejan las ondas es donde el sonido NO puede seguir propagándose, es decir, es un nodo de desplazamiento. Además, es el lugar donde se acumula mayor presión, es decir, es un antinodo de presión.



↪ son de presión

Si nos ponemos en nodos de presión, i.e, antinodo de desplazamiento NO hay oscilación y entonces no se escuchará ningún sonido.

La distancia entre nodos a un antinodo es $\frac{\lambda}{4}$ y entre antinodos $\frac{\lambda}{2}$, por ende tendremos zonas de silencio

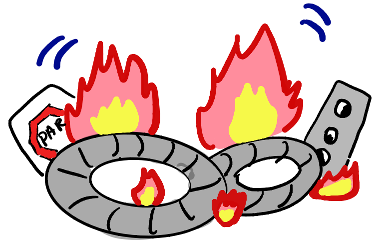
1) $d = \frac{\lambda}{4}$ Primer antinodo de desplazamiento

2) $d = \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{2} = \frac{3\lambda}{4}$ segundo antinodo de desplazamiento

⋮ ↓ Recursión

$d = \frac{(2n+1)}{4}\lambda \quad n = 0, 1, \ldots$ Son las zonas de silencio!

Doble efecto doppler



a) Recordar que la frecuencia en el efecto doppler es

$$f_r = \frac{(c \pm v_r)}{(c \pm v_s)} f_s$$

Para nuestro caso f_p será la de la patrulla y f_b la de la barricada. además v_p es la velocidad de la patrulla y v_b la de la barricada.

Para el primer caso $v_b = 0$ y la patrulla $\boxed{f_b = \frac{c\, f_p}{(c - v_p)}}$

Luego, la frecuencia del sonido reflejada es la misma que la frecuencia f_b calculada. Ahora, la barricada es nuestra fuente sonora y la patrulla el receptor (f_{p2}) entonces:

$$f_{p2} = \frac{(c + v_p)}{c} f_b = \frac{(c + v_p)}{\cancel{c}} \cdot \frac{\cancel{c} f_p}{(c - v_p)} \Rightarrow \boxed{f_{p2} = \frac{(c + v_p)}{(c - v_p)} f_p}$$

Si le metemos numeritos... $f_{p2} = \frac{370}{310} \cdot 300 \simeq 358 \text{ Hz}$

(b) Calculamos f_b (Ahora $v_b \neq 0$):

$$f_b = \frac{(c - v_b)}{(c - v_p)} \cdot f_p$$

Y Ahora f_{p2}:

$$f_{p2} = \frac{(c + v_p)}{(c + v_b)} \cdot f_b = \frac{(c + v_p)}{(c + v_b)} \cdot \frac{(c - v_b)}{(c - v_p)} \cdot f_p$$

Con numeritos: $f_{p2} = 318.2 \text{ Hz}$!

Batimiento (beat)

Por superposición de cada onda emitida por las guitarras:

$$y(x,t) = A\cos(k_1 x - \omega_1 t) + A\cos(k_2 x - \omega_2 t) \quad (1)$$

↳ Asumiendo que las guitarras generan ondas sonoras de igual amplitud pero distinta frecuencia.

Nota: Elegí suma de cosenos pero no importa si se escoje seno o coseno o si sumamos o restamos o incluso si le agregamos fases, porque lo que queremos calcular los frecuencias resultante de dicha superposición.

Veamos los términos dentro de los cosenos. Definamos:

$$\phi_1 = k_1 x - \omega_1 t \quad ; \quad \phi_2 = k_2 x - \omega_2 t$$

Notemos lo siguiente: Por euler $e^{ix} = \underbrace{\cos(x)}_{\text{real}} + \underbrace{i\sin(x)}_{\text{imaginaria}}$

Por lo tanto podemos decir que $\cos(x) = Re(e^{ix})$, entonces aplicando esto en nuestra ecuación:

$$y(x,t) = A\,Re(\underbrace{e^{i\phi_1}}_{\cos\phi_1} + \underbrace{e^{i\phi_2}}_{\cos\phi_2}) \quad (2)$$

Nos gustaría relacionar de alguna manera los ϕ_1 y ϕ_2 ya que así relacionamos las frecuencias. Si definimos $\phi_\pm = \phi_1 \pm \phi_2$ y los operamos, ie:

- $e^{\frac{i}{2}\phi_+} e^{\frac{i}{2}\phi_-} = e^{\frac{i}{2}(\phi_+ + \phi_-)} = e^{\frac{i}{2}(\phi_1+\phi_2+\phi_1-\phi_2)}$

$= e^{i\phi_1}$

- $e^{\frac{i\phi_+}{2}} e^{-\frac{i}{2}\phi_-} = e^{i\phi_2}$ ← dllo análogo al anterior

Si suponemos estas relaciones en (2) Tendremos:

$$y(x,t) = A\,\mathrm{Re}\left(e^{\frac{i\phi_+}{2}}e^{\frac{i\phi_-}{2}} + e^{\frac{i\phi_+}{2}}e^{\frac{-i\phi_-}{2}}\right) = A\,\mathrm{Re}\left(e^{\frac{i\phi_+}{2}}\underbrace{\left(e^{\frac{i\phi_-}{2}} + e^{\frac{-i\phi_-}{2}}\right)}_{2\cos(\phi_-/2)}\right)$$

$$= A\,\mathrm{Re}\left(2\cos\left(\frac{\phi_-}{2}\right)e^{\frac{i\phi_+}{2}}\right) = 2A\cos\left(\frac{\phi_-}{2}\right)\cos\left(\frac{\phi_+}{2}\right)$$

$$\Rightarrow Y(x,t) = 2A\cos\left(\frac{\phi_1-\phi_2}{2}\right)\cos\left(\frac{\phi_1+\phi_2}{2}\right)$$

Dejandolo en variables conocidas ...

$$Y(x,t) = 2A\cos\left(\frac{(k_1-k_2)x-(\omega_1-\omega_2)t}{2}\right)\cos\left(\frac{(k_1+k_2)x-(\omega_1+\omega_2)t}{2}\right)$$

Si asumimos que en $x=0$ las guitarristas reciben la onda:

$$\Rightarrow Y(0,t) = 2A\cos\left(\frac{(\omega_1-\omega_2)t}{2}\right)\cos\left(\frac{(\omega_1+\omega_2)t}{2}\right)$$

$$= 2A\cos\left(\frac{(f_1-f_2)}{2}2\pi t\right)\cos\left(\frac{(f_1+f_2)}{2}2\pi t\right)$$

Podemos decir que el pulso corresponde a una oscilación con frecuencia $f = \frac{f_1+f_2}{2}$, donde su amplitud varia con frecuencia $f_A = \frac{f_1-f_2}{2}$

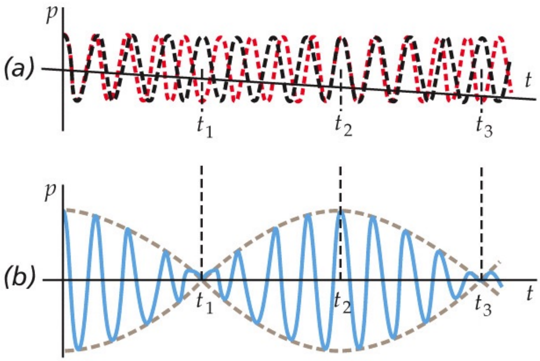
del enunciado:

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{344}{0{,}0652} \simeq 5276{,}07\ Hz$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{344}{0{,}065} \simeq 5292{,}31\ Hz$$

Luego, la frecuencia que escuchan los guitarristas (o frecuencia de batimiento/beat) es:

$f_b = |f_1 - f_2| \simeq 16{,}24 \text{ Hz}$



Esta imagen es similar a nuestro problema!

Podemos ver una onda "envolvente" (con f menor) y una onda con amplitud que oscila.

Aquí otro caso, puede ocurrir con cualquier onda sinusoidal! Eso sí, las frecuencias de cada onda deben ser muy cercanas.