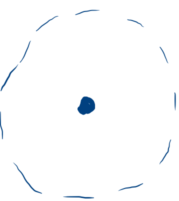
ONDAS ESTACIONARIAS en TUBOS

1 extr abierto y 1 cerrado : $f_n = \frac{(2n-1)\,v}{4L}$

2 ext abierto $f_n = \frac{nv}{2L}$

4.2.1 & 4.2.2

INTENSIDAD, POTENCIA y NIVEL de INTENSIDAD



$$I = \frac{P}{A} = P/4\pi r^2$$

$$P = \frac{dE}{dt}$$

$$\beta = 10 \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

I_0 = umbral de audición = $1 \times 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$

4.2.3 y 4.2.4 - teórico

4.2.5 : **4.2.5-** Estime la energía sonora total liberada por un cohete en la Noche de las Luces. El sonido de dicho cohete tuvo una duración de 0,200 s y se registró un nivel sonoro de 120 dB, a 500 m del centro de la explosión.

$$\beta = 120 \text{ dB} = 10 \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right) \Leftrightarrow \frac{\beta}{10} = \log_{10}\left(\frac{I}{I_0}\right) \Leftrightarrow 10^{\frac{\beta}{10}} = \frac{I}{I_0}$$

elevamos con base 10

$I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$

$$10^{\frac{\beta}{10}} = 10^{\frac{120}{10}} = 10^{12} \Rightarrow 10^{12} = \frac{I}{I_0} \Leftrightarrow 10^{12} \cdot I_0 = I$$

$$\underbrace{\left(10^{12} \cdot 10^{-12}\right)}_{=1} \frac{W}{m^2} = I$$

$$\frac{10^{12}}{10^{12}}$$

$$1{,}00\ \frac{W}{m^2} = I$$

$r = 500$ m

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Leftrightarrow P = 4\pi r^2 I$$

$$P = 3{,}14 \times 10^6\ W$$

$$\Rightarrow P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Leftrightarrow \boxed{\Delta E = P\Delta t = 6{,}28 \times 10^5\ J}$$

Efecto Doppler : movimiento relativo fuente y observador

$$\boxed{\underbrace{f'}_{\text{frecuencia que percibe el observador}} = \frac{v + v_{obs}}{v - v_{fuente}} \underbrace{f}_{\text{frecuencia emitida original}}}$$

- $v_{obs} > 0$: cuando se acerca a la fuente

- $v_{fuente} > 0$: cuando se acerca del observador

$\boxed{4.2.8}$

4.2.8- Murciélagos- Aunque los murciélagos emiten una amplia variedad de sonidos, cierto tipo produce pulsos de sonido que tienen una frecuencia de entre 39,0 y 78,0 kHz. Considere que la velocidad del sonido en el aire es de 343 m/s.

a) ¿Cuál es el intervalo de longitudes de onda de los sonidos que emite?

a

$$\lambda f = v \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{v}{f_{min}} \qquad \lambda_{min} = \frac{v}{f_{max}}$$

b

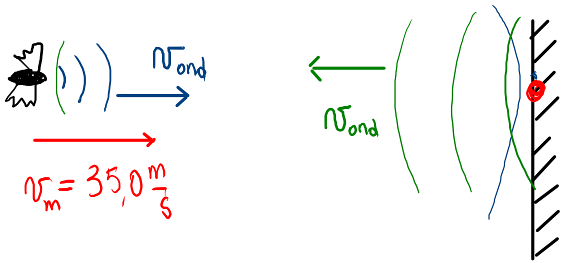
b) Los murciélagos pueden detectar objetos muy pequeños, como un insecto cuya longitud sea aproximadamente igual a una longitud de onda del sonido el murciélago. Si un murciélago emite chillidos a una frecuencia de 60,0 kHz ¿cuál es el tamaño del insecto más pequeño que el murciélago puede detectar emitiendo a esa frecuencia?

Pueden detectar objetos $d \geq \lambda$ $\lambda = d$

$$\frac{343\ m/s}{60{,}0 \times 10^3\ Hz} = \frac{v}{f} = d = 5{,}71\ mm$$

c

c) Si un murciélago emite chillidos de corta duración a una frecuencia de 60,0 kHz y vuela hacia una pared inmóvil a su máxima velocidad de 126 km/h , ¿cuál es la frecuencia de la onda reflejada que percibe el murciélago?



$f = 60,0\ kHz$ Obs : pared Fuente: murciélago

$$f' = \left(\frac{v + v_{ob}}{v - v_{fu}}\right) f = \left(\frac{v + 0}{v - v_{mur}}\right) f$$

$v = 343\ m/s$

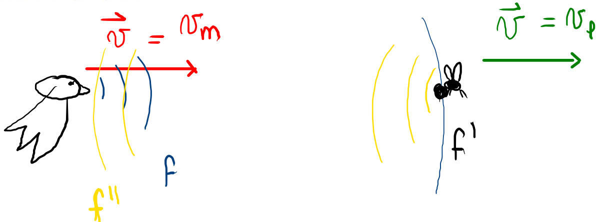
$v_{mur} = 35,0\ m/s$

$$f'' = \left(\frac{v + v_{ob}}{v - v_{fu}}\right) f' = \left(\frac{v + v_{mur}}{v}\right) f' = \left(\frac{v + v_{mur}}{\cancel{v}}\right)\left(\frac{\cancel{v}}{v - v_{mur}}\right) f = \frac{v + v_{mur}}{v - v_{mur}} \cdot f$$

frecuencia percibida por el murciélago

$$\boxed{f'' = 73,6\ kHz}$$

d) Si ahora el murciélago se mueve a 5,00 m/s persiguiendo a una polilla que trata de escapar y emite un chillido de 40,0 kHz y recibe un eco a 40,4 kHz, ¿cuál es la velocidad del insecto? ¿Si el murciélago mantiene su rapidez, es capaz de atrapar al insecto? Explique.



$v = 343\ m/s$

$v_m = 5{,}00\ m/s$

$$v_p = \frac{0{,}019}{2{,}019} \cdot v \approx 0{,}0094 \times v = 3{,}23\ \frac{m}{s}$$

$$\frac{\alpha f}{f''} = 1{,}019 \quad \begin{cases} \dfrac{f}{f''} = 0{,}99 \\ \alpha = 1{,}030 \end{cases}$$

obs: polilla

fuente: murciélago

$$f' = \left(\frac{v - v_p}{v - v_m}\right) f$$

obs: murciélago

fuente: polilla

$$f'' = \left(\frac{v + v_m}{v + v_p}\right) f' = \left(\frac{v+v_m}{v+v_p}\right)\left(\frac{v-v_p}{v-v_m}\right) f = \frac{v-v_p}{v+v_p} \cdot \underbrace{\left(\frac{v+v_m}{v-v_m}\right)}_{\alpha} f$$

$$\Leftrightarrow (v+v_p) f'' = (v-v_p) \cdot \alpha f \Leftrightarrow v + v_p = (v - v_p)\frac{\alpha f}{f''} \Leftrightarrow v_p = \frac{\left(\frac{\alpha f}{f''} - 1\right)}{\left(\frac{\alpha f}{f''} + 1\right)} \cdot v$$

$$v_p\left(1 + \frac{\alpha f}{f''}\right) = v\left(\frac{\alpha f}{f''} - 1\right) \qquad v_p + v_p \frac{\alpha f}{f''} = v \cdot \frac{\alpha f}{f''} - v$$

4.2.6

4.2.6- Las células ciliadas poseen cilios, extensiones cilíndricas muy delgadas que se proyectan desde la superficie de la célula. Los cilios permiten detectar perturbaciones acústicas y transmitirlas a las células sensoriales. Supongamos que dos cilios de dureza $3{,}0\times10^{-3}$ N/m que se encuentran en el interior del oído reciben una perturbación sonora de una frecuencia de 1,0 kHz.

a) Si el segundo cilio recibe la perturbación 1,5 μs luego de que lo recibe el primero, ¿a qué distancia se encuentran los cilios?

b) Si la perturbación sonora coincide con la frecuencia de resonancia del cilio, ¿cuánto vale su masa? Modele el cilio como un sistema masa–resorte.

c) Supongamos que ahora llega una perturbación sonora con distinta frecuencia. Si modelamos el aire como un medio no-dispersivo, ¿será igual la diferencia de tiempo entre que llega al primer y segundo cilio respecto del caso anterior? ¿Será igual la amplitud del movimiento de los cilios? Justifique sus respuestas.

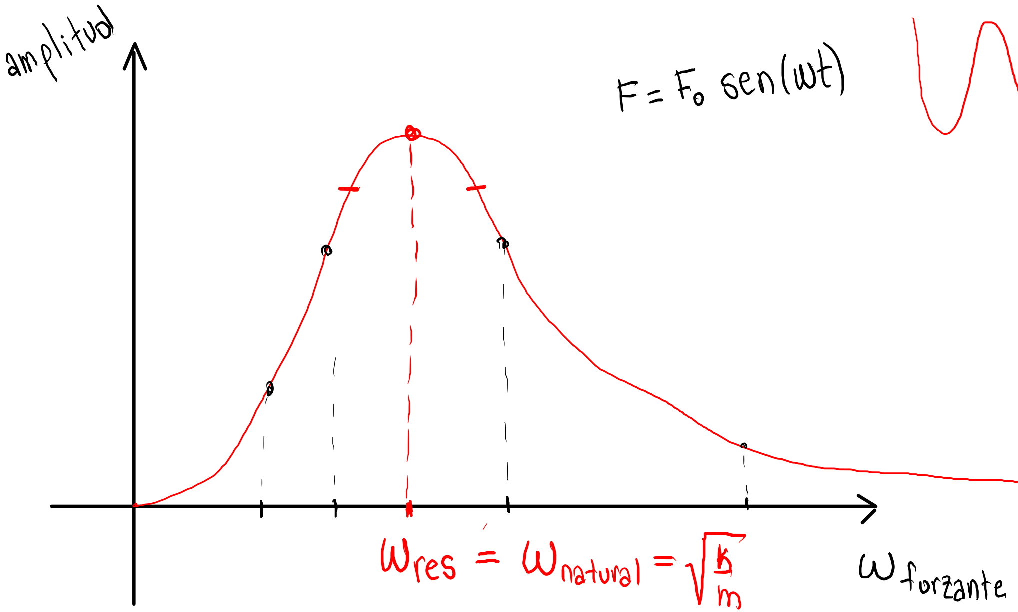
$k = 3{,}0\times10^{-3}\ \mathrm{N/m}$

$f = 1{,}0\ \mathrm{kHz}$

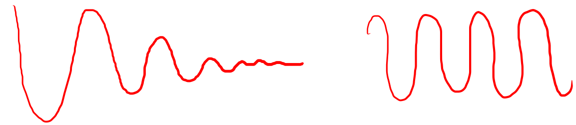
a) $\left.\begin{array}{l}\Delta t = 1{,}5\ \mu s \\ v = 343\ \frac{m}{s}\end{array}\right\}$ $\Delta x = v\,\Delta t = \left(343\ \frac{m}{s}\right)\times\left(1{,}5\cdot10^{-6}\ s\right) = 5{,}1\times10^{-4}\ m$

$= 0{,}51\ mm$

b) $\underset{\underset{2\pi f_{res}}{\parallel}}{\omega_{res}} = \sqrt{\frac{k}{m}} \iff 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}} \iff (2\pi f)^2 = \frac{k}{m} \iff m = \frac{k}{(2\pi f)^2} = 7{,}6\times10^{-11}\ kg$



$F = F_0 \, sen(\omega t)$



$v = \lambda f = cte$

Δt no cambia

La amplitud va a disminuir

c) Supongamos que ahora llega una perturbación sonora con distinta frecuencia. Si modelamos el aire como un medio no-dispersivo, ¿será igual la diferencia de tiempo entre que llega al primer y segundo cilio respecto del caso anterior? ¿Será igual la amplitud del movimiento de los cilios? Justifique sus respuestas.

$\omega = \omega_{res}$

$\omega = \omega' \neq \omega_{res}$

4.2.10- A menudo se utilizan ecografías para localizar tumores. Los ecógrafos utilizan transductores de ultrasonido para enviar un tren de ondas de ultrasonido y recibir sus ecos (ondas reflejadas). Estos ecos se producen cuando el tren de pulsos encuentra un cambio de medio (por ejemplo de tejido sano a cancerígeno). Sin embargo utilizar frecuencias ultrasónicas tiene una desventaja: las frecuencias altas suelen atenuar más que las bajas, esto quiere decir que la longitud de penetración de un ultrasonido es bastante baja.

a) Investiguen por qué se utiliza el ultrasonido para realizar ecografías a pesar de la baja longitud de penetración. Si la velocidad de propagación de las ondas sonoras en tejidos biológicos es de aproximadamente 1.500 m/s. ¿Cuál es el tamaño del tumor más pequeño que podríamos detectar con un ecógrafo de 2,00 MHz?

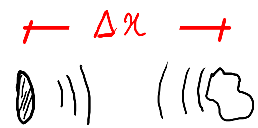
b) Si quisiéramos detectar un tumor de 0,40 mm, ¿Cuál es la mínima frecuencia que debe tener el ecógrafo?

c) Supongamos que queremos detectar la ubicación de un tumor en un seno. Colocamos el ultrasonido, emitimos los pulsos de ultrasonido y recibimos un eco significativo $4,0\times10^{-5}$ s después. ¿A qué profundidad se encuentra el tumor?

a $\quad d = \lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500\ m/s}{2,00\times10^{6}\ Hz} = 7,5\times10^{-4}\ m = 0,75\ mm$

b $\quad d = 0,40\ mm \Rightarrow f = \frac{v}{d} = 3,8\ MHz$

c

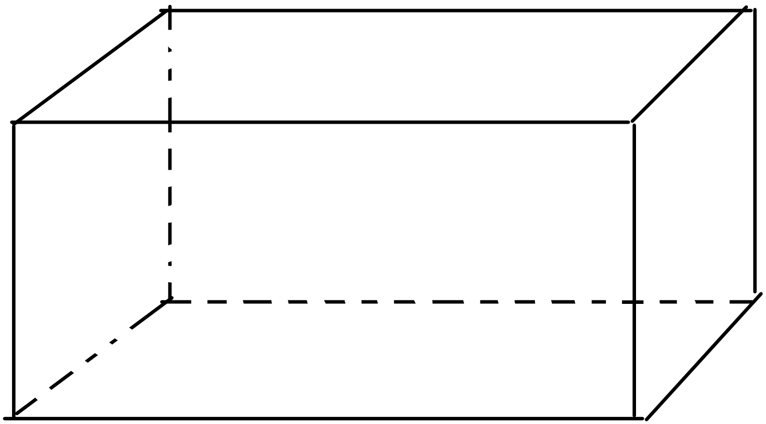


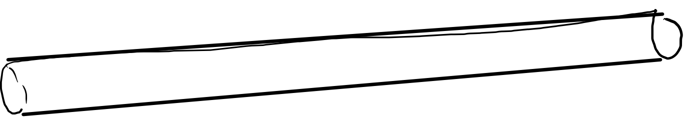
$$\boxed{\Delta x} = v\,\frac{\Delta t}{2} = \boxed{3,0\ cm}$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$$

$$Y = X(x)\,T(t)$$

$$\text{sen}(\omega t)\ \text{sen}(kx)$$
$$\cos(kx)$$





$$n_{tubo} = n_c \underbrace{\frac{v_c}{v_t}}_{0{,}5}$$

$$f_n = \frac{nv}{2L}$$