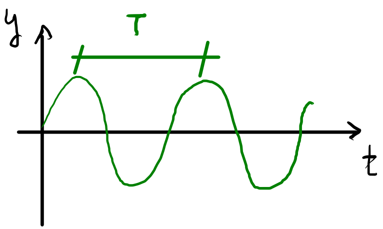
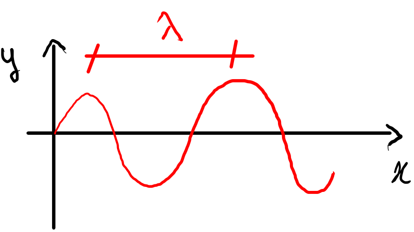
4.1.5

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

$y(x \pm vt)$





$$y(x,t) = A\cos(\underbrace{k x}_{\text{nº de onda}} \pm \underbrace{\omega t}_{\text{frec angular}} + \varphi)$$

nº de onda $k \equiv \frac{2\pi}{\lambda}$ $\quad [k] = \frac{1}{m}$

frec angular $\omega \equiv 2\pi f$, $f = \frac{1}{T}$

$$y(x,t) = A\cos\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} \pm \underbrace{\frac{t}{T}}_{ft}\right) + \varphi\right]$$

$$y(x,t) = (0{,}12\ m)\sin\left[\pi\left(\frac{x}{0{,}80\ m} + (4{,}0\ s^{-1})t\right)\right]$$

$$m \cdot s^{-1} = \frac{m}{s}$$

$\underline{\underline{a}}$

$$v\,(x = 1{,}6\,m;\ t = 2{,}0\,s) = \frac{\partial y}{\partial t}\,(1.6m,\ 2.0s) = (0{,}12m)\cdot\cos\left[\pi\left(\frac{x}{0{,}80} + 4t\right)\right]\cdot 4\,Hz\,\pi$$

$$= \pi \cdot 0{,}48 \cdot \frac{m}{s} \cdot \underbrace{\cos\left[\pi\left(2+8\right)\right]}_{1}$$

$$= \pi \cdot 0{,}48\ \frac{m}{s}$$

$$\boxed{a = \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}}$$

$$v = 1{,}5\ \frac{m}{s}$$

$$\frac{d}{dt}\ sen(t) = \cos(t)$$

$$\frac{d}{dt}\ sen\,(f(t)) = \cos\,(f(t)) \cdot \frac{df(t)}{dt}$$

pares $\cos(2n\pi) = 1$

impares $\cos((2n-1)\pi) = -1$

enteros $sen(n\pi) = 0$

$$f(t) = \pi \cdot 4H_z\, t + \dots \cdot x$$

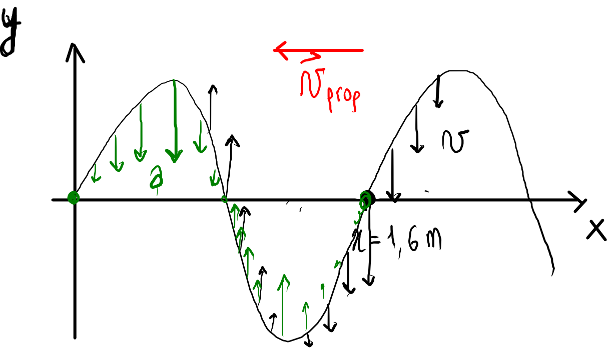
$$\frac{\partial f}{\partial t} = 4H_z \cdot \pi$$

$$f(t) = \omega t - kx + \varphi$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \omega$$

$$a\,(x,t) = 1{,}5\,\frac{m}{s} \cdot \left(-sen\left[\pi\ \frac{x}{0{,}80} + \pi\,4t\right]\right) \cdot 4H_z\pi \xrightarrow[t=2,0]{x=1,6} a = 19\,\frac{m}{s^2}\ \underbrace{\left(-sen\left[\pi\left(2+8\right)\right]\right)}_{=0}$$

$$a\,(1{,}6m,\ 2{,}0s) = 0$$



b

$$y(x,t) = (0{,}12\,m)\sin\left[\pi\left(\frac{x}{0{,}80\,m} + (4{,}0\,s^{-1})t\right)\right] = A \sin\left[2\pi\left(\frac{x}{2\cdot 0{,}80\,m} + \frac{4{,}0\,Hz\,t}{2}\right)\right]$$

$$y(x,t) = A\,\text{sen}\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T}\right)\right]$$

$$\lambda = 1{,}6\,m \qquad T = \frac{2}{4\,Hz} = 0{,}5\cdot\frac{1}{1/s} = 0{,}5\,s \Rightarrow f = \frac{1}{T} = 2{,}0\,Hz$$

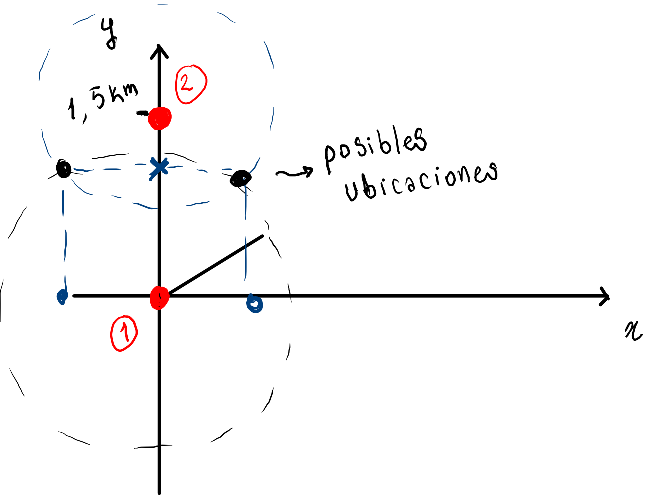
$$v_{prop} = \lambda f = \frac{\lambda}{T} = 3{,}2\,\frac{m}{s}$$

4.1.7 }

$v_p = 5{,}0 \ \frac{km}{s}$

$t_1 = 0{,}28 \ s$ $\quad \Delta d_1 = v_p t_1 = 1{,}4 \ km$

$t_2 = 0{,}22 \ s$ $\quad \Delta d_2 = v_p t_2 = 1{,}1 \ km$



$$\begin{cases} 1) & x_D^2 + y_D^2 = R_1^2 \\ 2) & x_D^2 + (y_D - y_2)^2 = R_2^2 \end{cases}$$

$$x_D^2 + y_D^2 - 2 y_D y_2 + y_2^2 = R_2^2$$

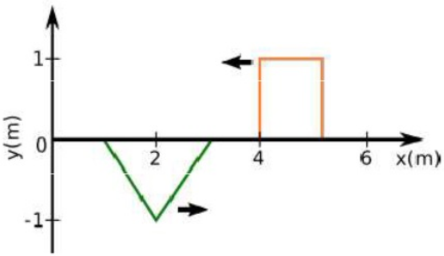
$$2) - 1): \quad -2 y_D y_2 + y_2^2 = R_2^2 - R_1^2$$

$$- y_D y_2 = \frac{1}{2}\left[R_2^2 - R_1^2 - y_2^2\right]$$

$$1{,}0 \ km = y_D = \frac{1}{2}\left[R_1^2 + y_2^2 - R_2^2\right] / y_2$$

$$x_D^2 = R_1^2 - y_D^2 = 0{,}96 \ km^2$$

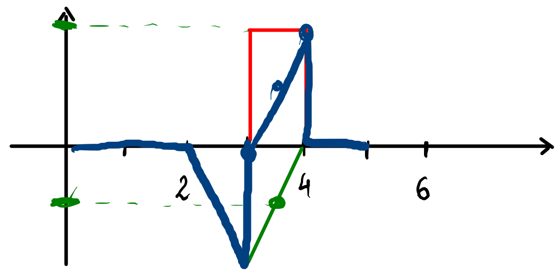
$$x_D = \pm 0{,}98 \ km$$



4.1.8 } $v = 1{,}00 \frac{m}{s}$

$t = 1{,}0\ s$

Principio de superposición



4.1.10

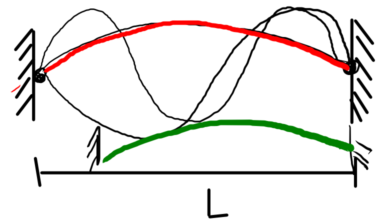
4.1.10- Una cuerda de guitarra de 65,0 cm de largo y densidad lineal de masa 2,723 g/m se encuentra estirada bajo una tensión de 50,0 N.

a) ¿Cuál es la frecuencia fundamental de la cuerda?

b) ¿A qué nota musical se corresponde esa frecuencia?

a

$$\boxed{v_{onda} = \sqrt{\frac{T}{\mu}}} = \sqrt{\frac{50,0\,N}{(2,723\times10^{-3})\,kg/m}} = 136\,\frac{m}{s}$$



$$\boxed{f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L}} = \frac{136\,m/s}{2\cdot 0,650\,m} = \boxed{104\,Hz}$$

$\boxed{\lambda_1 = 2L}$ $\quad \lambda_2 = L$

$\lambda f = v$ $\quad \lambda_3 = \frac{2}{3}L$

$$\boxed{\lambda_n = \frac{\lambda_1}{n} \qquad f_n = n\cdot f_1}$$

c

c) Si mientras toca, el guitarrista aprieta la cuerda contra uno de los trastes de la guitarra (sin que esto aumente la tensión sobre la cuerda ni la estire), ¿cómo cambia la frecuencia y por qué?

L disminuye

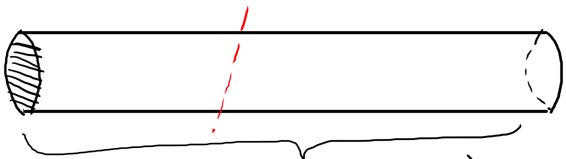
v no cambia

$$f'_1 = \frac{v}{2L'} > \frac{v}{2L} = f_1$$

4.2.1

4.2.1- Un tubo abierto solo en un extremo, se corta en dos partes de distinta longitud. La parte que tiene abiertos sus dos extremos tiene una frecuencia fundamental de 429 Hz, mientras que el otro trozo tiene una frecuencia fundamental de 464 Hz. ¿Cuál era la frecuencia del tubo original?

$v_{sonido} = 343 \frac{m}{s}$ $\qquad n = 1, 2, 3, \ldots \in \mathbb{N}$

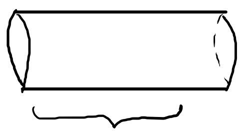


$L = L' + L''$

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

L'

$f_1^{(2)} = 464\,Hz$

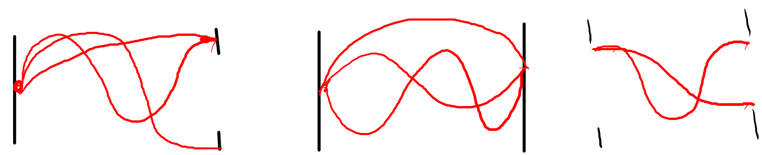


L''

$f_1^{(3)} = 429\,Hz$

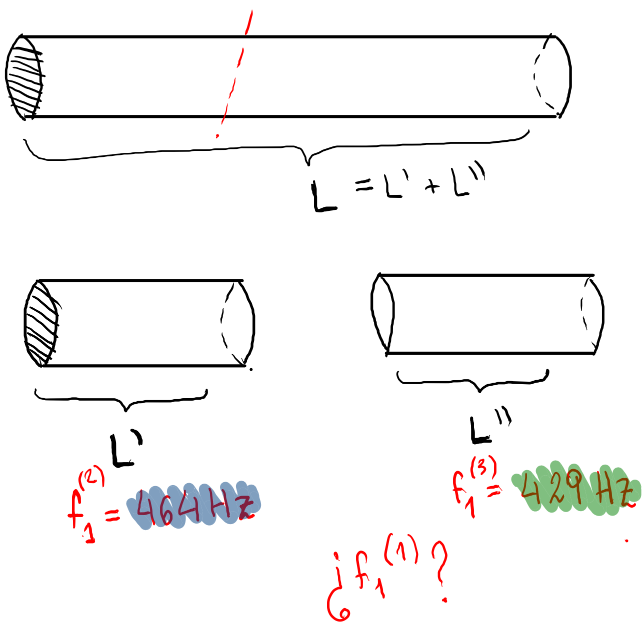
2 abiertos $\rightarrow f_n = \frac{n v}{2L} \leftarrow$ 2 cerrados

¿$f_1^{(1)}$?



4.2.1

4.2.1- Un tubo abierto solo en un extremo, se corta en dos partes de distinta longitud. La parte que tiene abiertos sus dos extremos tiene una frecuencia fundamental de 429 Hz, mientras que el otro trozo tiene una frecuencia fundamental de 464 Hz. ¿Cuál era la frecuencia del tubo original?



$$v_{sonido} = 343\,\frac{m}{s} \qquad n = 1, 2, 3, \ldots \in \mathbb{N}$$

$$f_1^{(1)} = \frac{v}{4L} \qquad f_1^{(2)} = \frac{v}{4L'} \qquad f_1^{(3)} = \frac{v}{2L''}$$

$$L' = \frac{v}{4f_1^{(2)}} \qquad L'' = \frac{v}{2f_1^{(3)}} \Rightarrow L = v\left(\frac{1}{4f^{(2)}} + \frac{1}{2f^{(3)}}\right)$$

$$f_1^{(1)} = \frac{\cancel{v}}{4} \cdot \frac{1}{\cancel{v}\left(\frac{1}{4f^{(2)}} + \frac{1}{2f^{(3)}}\right)}$$

$$f_1^{(1)} = 147\,Hz$$