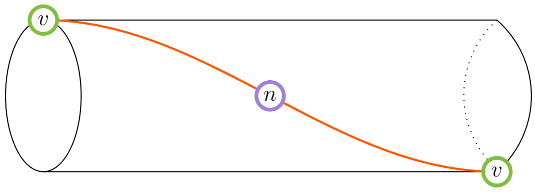
1. (*a*) Per el primer harmònic tenim,



on veiem que al llarg de la longitud de la flauta "hi cap" mitja longitud d'ona

$$\frac{1}{2}\lambda = 0,67 \rightarrow \lambda = 1,34\,m$$

i la freqüencia es pot calcular com

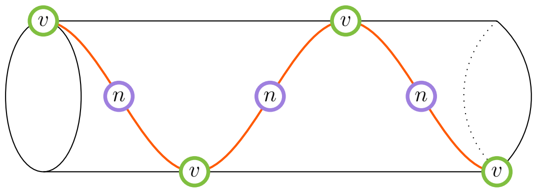
$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{1,34} = 256\,Hz$$

Només hi ha un node, la seva posició, prenent $x = 0$ a l'esquerra del tub, és

$$x = \frac{L}{2} = \frac{0,67}{2} = 0,335\,m$$

. En quant als ventres en tenim dos, un en $x = 0$ i l'altre $x = L = 0,67\,m$.

Pel tercer harmònic tenim



on podem escriure

$$1,5\lambda = 0,67 \rightarrow \lambda = 0,447\,m$$

i la freqüència valdrà

$$f = v\lambda = \frac{343}{0,447} = 768\,Hz$$

En aquest cas es veuen tres nodes, el primer a

$$x = \frac{\lambda}{4} = \frac{0,67}{4} = 0,168\,m$$

el segon a

$$\frac{\lambda}{4}+\frac{\lambda}{2}=\frac{3\lambda}{4}=\frac{3\cdot 0,447}{4}=0,335\,m$$

i el tercer a

$$\frac{\lambda}{4}+\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{2}=\frac{5\lambda}{4}=\frac{5\cdot 0,447}{4}=0,558\,m$$

S'observen quatre ventres, amb el primer a $x=0\,m$, el segon a

$$x=\frac{\lambda}{2}=\frac{0,447}{2}=0,2234\,m$$

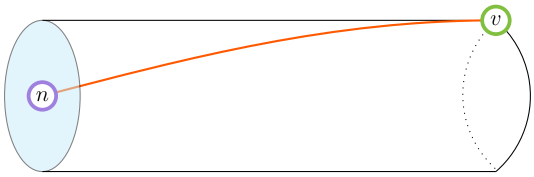
el tercer a

$$x=\lambda=0,447\,m$$

i el quart a l'extrem del tub,

$$x=L=0,67\,m$$

(b) En quant al primer mode de vibració en aquestes condicions, es pot representar com



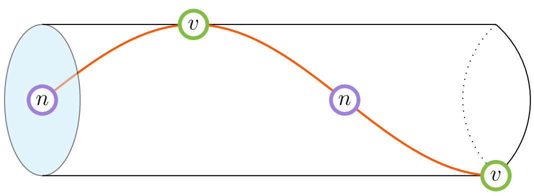
Veiem que hi ha un quart de longitud d'ona al llarg del tub, de manera que podem escriure

$$\frac{\lambda}{4}=L\rightarrow\lambda=4L=4\cdot 0,67=2,68\,m$$

la freqüència corresponent es pot calcular amb

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{340}{2,68}=127\,Hz$$

Per el segon mode de vibració tenim



En aquest cas es veu que al llarg de la longitud L del tub tenim $\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{4}$ longituds d'ona, per tant,

$$\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{4}=L \rightarrow \frac{3\lambda}{4}=L \rightarrow \lambda=\frac{4L}{3}=\frac{4\cdot 0,67}{3}=0,893\,m$$

i la freqüència serà

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{340}{0,893}=381\,Hz$$

2. (a) A partir de la definició de intensitat sonora

$$\beta=10\log\frac{I}{I_0}$$

i fent servir les dades del problema podem calcular

$$100=10\log\frac{I_{50}}{I_0} \rightarrow I_{50}=I_0\cdot 10^{10}=10^{-12}\cdot 10^{10}=10^{-2}\,W/m^2$$

Llavors la potència es pot calcular com

$$P=I_{50}\cdot 4\pi R^2=10^{-2}\cdot 4\pi\cdot 50^2=314,16\,W$$

i l'energia

$$E=Pt=314,16\cdot 0,03=9,425\,J$$

(b) Anomenem R_2 la distància desde l'Ainhoa al punt d'explosió del segon coet (mesurada en diagonal) llavors, la intensitat que correspon als $90\,dB$ serà

$$90=10\log\frac{I_2}{I_0} \rightarrow I_2=10^9\cdot 10^{-12}=10^{-3}\,W/m^2$$

llavors podem calcular R_2 amb

$$I_1R_1^2=I_2R_2^2$$

d'on

$$R_2=R_1\sqrt{\frac{I_1}{I_2}}=50\sqrt{\frac{10^{-2}}{10^{-3}}}=158,11\,m$$

Ara, si exploten dos coets tindrem

$$\beta'=10\log\frac{2I}{I_0}=10\log 2+10\log\frac{I}{I_0}=10\log 2+90=93,01\,dB$$

3. (*a*) En quant a la longitud d'ona, es pot calcular directament com

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{170} = 2\,m$$

La diferència de camí en el punt P, val $6 - 3 = 3\,m$, que al ser un múltiple semisenar de la longitud d'ona ($3 = \frac{3}{2}\lambda$), provocarà que hi hagi una interferència destructiva.

(*b*) (*i*) En aquest cas no hi ha interferència i el so se sentirà amb la mateixa freqüència i intensitat.
(*ii*) En aquest cas la diferència de camí és $5-3 = 2$ que al ser un múltiple de la longitud d'ona, provocarà una interferència constructiva en P. La intensitat serà el doble. La freqüència no canvia.
(*iii*) En aquest cas, al trobar-se a la mateixa distància de cada altaveu la diferència de camí és zero i també hi haurà interferència constructiva. La intensitat serà el doble mentre que la freqüència no canvia.

4. (*a*) Podem reescriure l'equació com

$$y(x,t) = 0,01 \sin\left(100\pi t - 2,5\pi x\right)$$

com que $\omega = 100\pi\,rad/s$, la freqüència valdrà

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50\,Hz$$

el nombre d'ona val

$$k = 2,5\pi\,rad/m$$

la longitud d'ona

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{2,5\pi} = 0,8\,m$$

i la velocitat de propagació $v = \lambda f = 0,8 \cdot 50 = 40\,m/s$.
(*b*) Calculem la velocitat amb

$$v_y(t) = \pi \cos\left(100\pi t - 2,5\pi x\right)$$

de forma que serà $v_{max} = \pm\pi\,m/s$.

Calculem l'acceleració amb

$$a_y(t) = -100\pi^2 \cos\left(100\pi t - 2,5\pi x\right)$$

de forma que serà $a_{max} = \pm 100\pi^2\,m/s^2$.