

11. *Tubos distintos sobretonos iguales.* En el caso de un par de tubos de órgano, el primer sobretono (cuya frecuencia es tres veces la fundamental) del tubo cerrado tiene la misma frecuencia del primer sobretono (cuya frecuencia es dos veces la fundamental) del tubo abierto. ¿Cuál es la relación de las longitudes de los tubos?

Para un tubo con uno de sus extremos tapados, tenemos que los armónicos vienen dados por:

$$f_{n_T} = (2n_T - 1) f_{fundT} \quad \text{con} \quad f_{fundT} = \frac{c}{4L_T}$$

Y en el caso del tubo abierto en sus dos extremos:

$$f_{n_A} = n_A f_{fundA} \quad \text{con} \quad f_{fundA} = \frac{c}{2L_A}$$

- El subíndice 'T' hace referencia al tubo tapado y 'A' al abierto.
- 'n_T' y 'n_A' son números naturales.

El primer sobretono lo tenemos con $n_T=2$ y $n_A=2$ para los tubos tapado y abierto, respectivamente. Con lo que:

$$f_{n_T} = f_{n_A} \Rightarrow 3 \frac{c}{4L_T} = 2 \frac{c}{2L_A} \Rightarrow L_T = 3L_A$$