a) Tenemos un tubo abierto por un extremo de longitud:

L=2-0.80=1.20 m

Para que se produzcan ondas estacionarias en el tubo, es decir para que el tubo resuene ha de cumplirse:

$$L = I\frac{\lambda}{4}$$

siendo I un número entero impar (I=1, 3, 5, …). Teniendo en cuenta que la longitud de onda es el cociente entre la velocidad de propagación y la frecuencia:

$$L = I\frac{\lambda}{4} = I\frac{v}{4\nu} \Rightarrow \nu = I\frac{v}{4L}$$

Obviamente, la menor frecuencia corresponderá al menor número impar, siempre teniendo en cuenta que dicha frecuencia no puede ser inferior a 100 Hz:

$$\nu = I\frac{v}{4L} \geq 100 \Rightarrow I \geq \frac{100 \cdot 4L}{v} \Rightarrow I \geq \frac{400L}{v} \Rightarrow I \geq \frac{400 \cdot 1.20}{340} \Rightarrow I \geq 1.412$$

Teniendo en cuenta que I tiene que ser un número impar, el más pequeño que existe y superior a 1.412 es el 3 luego:

$$\nu_{\text{mín}} = I_{\text{mín}}\frac{v}{4L} = 3\frac{340}{4 \cdot 1.20} = 212.5 \text{ Hz}$$

$\underline{\nu_{\text{mín}}\text{=212.5 Hz}}$

b) Siguiendo el mismo razonamiento, la mayor frecuencia de resonancia implicará el mayor número impar, con la condición de que dicha frecuencia no puede ser superior a 5000 Hz:

$$\nu = I\frac{v}{4L} \leq 5000 \Rightarrow I \leq \frac{5000 \cdot 4L}{v} \Rightarrow I \leq \frac{20000L}{v} \Rightarrow I \leq \frac{20000 \cdot 1.20}{340} \Rightarrow I \leq 70.588$$

El mayor número impar que hay inferior a 70.588 es el 69 luego:

$$\nu_{\text{máx}} = I_{\text{máx}}\frac{v}{4L} = 69\frac{340}{4 \cdot 1.20} = 4887.5 \text{ Hz}$$

$\underline{\nu_{\text{máx}}\text{=4887.5 Hz}}$

c) El número de frecuencias de resonancia será el número de impares que existen desde el 3 hasta el 69, ambos inclusive:

$$N = \frac{69-3}{2} + 1 = 34$$

<u>N=34 frecuencias de resonancia</u>

d) La frecuencia más baja del oscilador es la de 100 Hz, y sería además el sonido fundamental, de modo que:

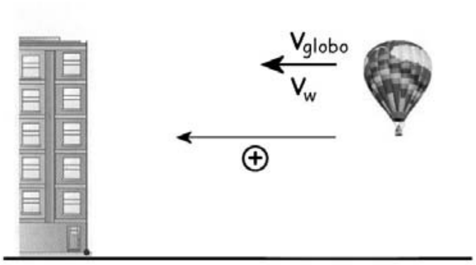
$$\nu = I\frac{v}{4L'} = \frac{v}{4L'} \Rightarrow L' = \frac{v}{4\nu} = \frac{340}{4 \cdot 100} = 0.85 \text{ m}$$

La longitud del tubo tendría que ser de 0.85 m; teniendo en cuenta que inicialmente es de 1.20 m, la diferencia es:

$$\Delta L=L-L'=1.20-0.85=0.35\text{ m}$$

Habría que subir el nivel del agua 0.35 m=35 cm.

<u>SUBIR EL NIVEL DEL AGUA 35 cm</u>

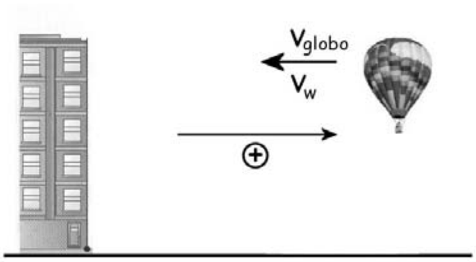


e) Ahora tenemos un problema de efecto Doppler. En primer lugar, el sonido viaja desde el globo hasta la pared del edificio. La fuente por tanto sería el globo y el observador el edificio. Además, el medio se mueve con una velocidad igual a la del globo. Así pues tenemos:

$$v_O=v_{edificio}=0;\ v_m=v_w=36\text{ km/h}=10\text{ m/s}$$
$$v_F=v_{globo}=10\text{ m/s}$$

El signo positivo viene marcado por el sentido de la recta fuente-observador. Aplicando la ecuación del efecto Doppler la frecuencia que percibe el edificio es:

$$\nu'=\nu\frac{v-v_{O/m}}{v-v_{F/m}}=\nu\frac{v-v_O+v_m}{v-v_F+v_m}=\nu\frac{v+v_w}{v-v_{globo}+v_w}=4887.5\frac{340+10}{340-10+10}=5031.25\text{ Hz}$$



A continuación el sonido se refleja en el edificio y vuelve al globo. Ahora la fuente es el edificio, que emite una frecuencia ν', y el observador se encuentra en el globo, que percibe una frecuencia ν''. El criterio para el signo positivo, como siempre, va desde la fuente hasta el observador (luego es al contrario del que vimos anteriormente):

$$\nu''=\nu'\frac{v-v_{O/m}}{v-v_{F/m}}=\nu'\frac{v-v_O+v_m}{v-v_F+v_m}=\nu'\frac{v+v_{globo}-v_w}{v-v_w}=5031.25\frac{340+10-10}{340-10}=5183.71\text{ Hz}$$

<u>ν''=5183.71 Hz</u>