

Resumen Fisiología I

Ivan Dario Gonzalez Collazos

Septiembre 4 del 2023

Punto 1

Dos fuentes emiten sonido con niveles de intensidad de $58dB$ y $60dB$ respectivamente. Hallar el SPL total generado cuando las fuentes funcionan simultáneamente.

$$\text{Fuente A : } IL_A = 58 \text{ dB} = SPL_A$$

$$\text{Fuente B : } IL_B = 60 \text{ dB} = SPL_B$$

Como:

$$P = 10^{\frac{SPL}{20}} P_{ref} \quad (1)$$

Entonces utilizamos a (1) con la información del SPL_A y el SPL_B para tener:

$$P_A = 10^{\frac{58}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_A = 0.015 \text{ Pa}$$

$$P_B = 10^{\frac{60}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_B = 10^3 20 \times 10^{-6}$$

$$P_B = 0.02 \text{ Pa}$$

Como las fuentes no están correlacionadas, necesitamos utilizar la suma de presiones de fuentes no correlacionadas:

$$P_T = \sqrt{P_A^2 + P_B^2} \quad (2)$$

Entonces utilizaremos las presiones halladas para hallar la P_T para después calcular SPL_T , haciendo uso de (2).

$$P_T = \sqrt{0.015^2 + 0.02^2}$$

$$P_T = \sqrt{0.000225 + 0.0004}$$

$$P_T = \sqrt{0.000625}$$

$$P_T = 0.025 \text{ Pa}$$

Ya con P_T podemos calcular el SPL_T utilizando la siguiente ecuación:

$$SPL = 20 \log\left(\frac{P}{P_{ref}}\right) \quad (3)$$

Entonces:

$$SPL_T = 20 \log\left(\frac{.025}{20 \times 10^{-6}}\right)$$

$$SPL_T = 20 \log(1250)$$

$$SPL_T = 20 \times 3.0969$$

$$SPL_T = 61.93 \approx 62 \text{ dB}$$

El SPL_T es 62 dB.

Punto 2

Los Lw de dos fuentes sonoras son de 90dB y 100db respectivamente, encuentre el Lw total.

$$Lw_A = 90 \text{ dB}$$

$$Lw_B = 100 \text{ dB}$$

Para hallar Lw_T tenemos que hacer uso de la siguiente ecuación:

$$Lw = 10 \log\left(\frac{W}{W_{ref}}\right) \quad (4)$$

Entonces despejamos W de (4):

$$Lw = 10 \log\left(\frac{W}{W_{ref}}\right)$$

$$\frac{Lw}{10} = \log\left(\frac{W}{W_{ref}}\right)$$

$$\log\left(\frac{W}{W_{ref}}\right) = \frac{Lw}{10}$$

$$\frac{W}{W_{ref}} = 10^{\frac{Lw}{10}}$$

$$W = 10^{\frac{Lw}{10}} W_{ref} \quad (5)$$

Entonces ahora podemos hallar W_A y W_B utilizando los datos que tenemos

(Lw_A y Lw_B):

$$W_A = 10^{\frac{Lw_A}{10}} W_{ref}$$

$$W_A = 10^{\frac{90}{10}} 10^{-12}$$

$$W_A = 10^9 10^{-12}$$

$$W_A = 10^{9-12}$$

$$W_A = 10^{-3}$$

$$W_A = 0.001 W$$

$$W_B = 10^{\frac{Lw_B}{10}} W_{ref}$$

$$W_B = 10^{\frac{100}{10}} 10^{-12}$$

$$W_B = 10^{10} 10^{-12}$$

$$W_B = 10^{10-12}$$

$$W_B = 10^{-2}$$

$$W_B = 0.01 W$$

Para hallar W_T solo tenemos que sumar las W :

$$W_T = W_A + W_B$$

$$W_T = 0.001 + 0.01$$

$$W_T = 0.011 W$$

Ahora haciendo uso de (4), podemos hallar W_T :

$$Lw_T = 10 \log\left(\frac{W_T}{W_{ref}}\right)$$

$$Lw_T = 10 \log\left(\frac{0.011}{10^{-12}}\right)$$

$$Lw_T = 10 \log(11000000000)$$

$$Lw_T = 10 \times 10.41$$

$$Lw_T = 100.41 \approx 100 \text{ dB}$$

El Lw_T es 100 dB.

Punto 3

Calcular el SPL a 4m para una fuente sonora que genera un Lw de 95dB.
Tenemos:

$$Lw = 95 \text{ dB}$$

$$r = 4 \text{ m}$$

Para empezar, tenemos que hallar W utilizando la ecuación que se despejo en el punto anterior (5):

$$W = 10^{\frac{L_w}{10}} W_{ref}$$

$$W = 10^{\frac{95}{10}} 10^{-12}$$

$$W = 10^{9.5} 10^{-12}$$

$$W = 10^{9.5-12}$$

$$W = 10^{2.5}$$

$$W = 0.0031622 W$$

Entonces tenemos que definir W :

$$W = \frac{P^2}{Z_c} 4\pi r^2 \quad (6)$$

Tenemos que despejar P desde (6):

$$\begin{aligned} W &= \frac{P^2}{Z_c} 4\pi r^2 \\ \frac{W}{4\pi r^2} &= \frac{P^2}{Z_c} \\ \frac{W Z_c}{4\pi r^2} &= P^2 \\ P &= \sqrt{\frac{W Z_c}{4\pi r^2}} \end{aligned} \quad (7)$$

Ahora hallamos P :

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{\frac{0.0031622 \times 408}{4\pi 4^2}} \\ P &= \sqrt{\frac{0.0031622 \times 102}{\pi 16}} \\ P &= \sqrt{\frac{0.32255}{50.2654}} \\ P &= \sqrt{0.0064169} \\ P &= 0.0801 Pa \end{aligned}$$

Ahora, utilizando la ecuación (3) expresada en el punto 1, hallamos SPL :

$$\begin{aligned} SPL &= 20 \log\left(\frac{P}{P_{ref}}\right) \\ SPL &= 20 \log\left(\frac{0.0801}{20 \times 10^{-6}}\right) \\ SPL &= 20 \log(4005.304) \\ SPL &= 20 \times 3.6026 \\ SPL &= 72.05 \approx 72dB \end{aligned}$$

El SPL es 72 dB .

Punto 4

Determine el SPL de 4 fuentes sonoras, si a 4 m del receptor generan niveles de presión de 34 dB , 41 dB , 43 dB y 58 dB respectivamente.

Aquí utilizamos la tabla de suma de dB para fuentes no correlacionadas. Entonces agrupamos en pares y empezamos a comparar:

34 dB y 41 dB tienen como diferencia 7 dB , por lo tanto se le suma al mayor 1 dB . Entonces en esta pareja la suma da 42 dB .

43 dB y 58 dB tienen como diferencia 15 dB , por lo tanto no se le suma al mayor dB . Entonces en esta pareja la suma da 58 dB .

Ahora sumamos las sumas anteriores: 42 dB y 58 dB tiene como diferencia 15 dB , por lo tanto no se le suma al mayor dB . Entonces en esta pareja la suma da 58 dB .

El SPL es de 58 dB .

Punto 5

Para el ejercicio anterior encuentre la potencia acústica y la intensidad sonora de cada fuente.

Aquí definimos cada SPL de cada fuente:

$$SPL_A = 34\text{ dB}$$

$$SPL_B = 41\text{ dB}$$

$$SPL_C = 43\text{ dB}$$

$$SPL_D = 58\text{ dB}$$

Y tenemos a $r = 4\text{ m}$.

Para hallar los Lw y IL , tenemos que utilizar la ecuación (3) presentada en el punto 1 y la ecuación (6) presentada en el punto 3, además de presentar la siguiente formula para hallar la intensidad:

$$I = \frac{P^2}{Z_c} \quad (8)$$

También haremos uso de la ecuación (4) definida en el punto 2 y también de la formula de IL :

$$IL = 10 \log\left(\frac{I}{I_{ref}}\right) \quad (9)$$

Entonces iniciamos hallando Lw_A y IL_A de la fuente A:

$$P_A = 10^{\frac{SPL_A}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_A = 10^{\frac{34}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_A = 50.118 \times 20 \times 10^{-6}$$

$$P_A = 0.00100 \text{ Pa}$$

$$I_A = \frac{P_A^2}{Z_c}$$

$$I_A = \frac{0.00100^2}{408}$$

$$I_A = \frac{0.000001}{408}$$

$$I_A = 2.45 \times 10^{-9} \frac{W}{m^2}$$

$$W_A = \frac{P_A^2}{Z_c} 4\pi r^2$$

$$W_A = \frac{0.00100^2}{408} 4\pi 4^2$$

$$W_A = \frac{0.00100^2}{102} \pi 4^2$$

$$W_A = \frac{0.00100^2}{102} \pi 16$$

$$W_A = 9.803 \times 10^{-9} \pi 16$$

$$W_A = 4.9260 \times 10^{-7} \text{ W}$$

Ahora hallamos IL_A y Lw_A :

$$IL_A = 10 \log\left(\frac{I_A}{I_{ref}}\right)$$

$$IL_A = 10 \log\left(\frac{2.45 \times 10^{-9}}{10^{-12}}\right)$$

$$IL_A = 10 \log(2450)$$

$$IL_A = 10 \times 3.389$$

$$IL_A = 33.89 \approx 34 \text{ dB}$$

$$Lw_A = 10 \log\left(\frac{W_A}{W_{ref}}\right)$$

$$Lw_A = 10 \log\left(\frac{4.9260 \times 10^{-7}}{10^{-12}}\right)$$

$$Lw_A = 10 \log(492.601)$$

$$Lw_A = 10 \times 5.692$$

$$Lw_A = 56.92 \approx 57 \text{ dB}$$

El IL_A y Lw_A son 34 dB y 57 dB.

Ahora hallamos Lw_B y IL_B de la fuente B:

$$P_B = 10^{\frac{SPL_B}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_B = 10^{\frac{41}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_B = 112.20 \times 20 \times 10^{-6}$$

$$P_B = 0.0022 \text{ Pa}$$

$$I_B = \frac{P_B^2}{Z_c}$$

$$I_B = \frac{0.0022^2}{408}$$

$$I_B = \frac{0.00000484}{408}$$

$$I_B = 1.186 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2}$$

$$W_B = \frac{P_B^2}{Z_c} 4\pi r^2$$

$$W_B = \frac{0.0022^2}{408} 4\pi 4^2$$

$$W_B = \frac{0.0022^2}{102} \pi 4^2$$

$$W_B = \frac{0.0022^2}{102} \pi 16$$

$$W_B = 1.186 \times 10^{-8} \pi 16$$

$$W_B = 0.0000023851 \text{ W}$$

Ahora hallamos IL_B y Lw_B :

$$IL_B = 10 \log\left(\frac{I_B}{I_{ref}}\right)$$

$$IL_B = 10 \log\left(\frac{1.186 \times 10^{-8}}{10^{-12}}\right)$$

$$IL_B = 10 \log(11862.7451)$$

$$IL_B = 10 \times 4.07418$$

$$IL_B = 40.7418 \approx 41 \text{ dB}$$

$$Lw_B = 10 \log\left(\frac{W_B}{W_{ref}}\right)$$

$$Lw_B = 10 \log\left(\frac{0.0000023851}{10^{-12}}\right)$$

$$Lw_B = 10 \log(2385.1)$$

$$Lw_B = 10 \times 6.37750$$

$$Lw_B = 63.7750 \approx 64 \text{ dB}$$

El IL_B y Lw_B son 41 dB y 64 dB.

Ahora hallamos Lw_C y IL_C de la fuente C:

$$P_C = 10^{\frac{SPL_C}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_C = 10^{\frac{43}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_C = 141.2537 \times 20 \times 10^{-6}$$

$$P_C = 0.002825 \text{ Pa}$$

$$I_C = \frac{P_C^2}{Z_c}$$

$$I_C = \frac{0.002825^2}{408}$$

$$I_C = \frac{0.0000079806}{408}$$

$$I_C = 1.956 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2}$$

$$W_C = \frac{P_C^2}{Z_c} 4\pi r^2$$

$$W_C = \frac{0.002825^2}{408} 4\pi 4^2$$

$$W_C = \frac{0.002825^2}{102} \pi 4^2$$

$$W_C = \frac{0.002825^2}{102} \pi 16$$

$$W_C = 1.956 \times 10^{-8} \pi 16$$

$$W_C = 0.0000039328 \text{ W}$$

Ahora hallamos IL_C y Lw_C :

$$IL_C = 10 \log\left(\frac{I_C}{I_{ref}}\right)$$

$$IL_C = 10 \log\left(\frac{1.956 \times 10^{-8}}{10^{-12}}\right)$$

$$IL_C = 10 \log(19560.35)$$

$$IL_C = 10 \times 4.2913$$

$$IL_C = 42.913 \approx 43 \text{ dB}$$

$$Lw_C = 10 \log\left(\frac{W_C}{W_{ref}}\right)$$

$$Lw_C = 10 \log\left(\frac{0.0000039328}{10^{-12}}\right)$$

$$Lw_C = 10 \log(3932.89)$$

$$Lw_C = 10 \times 6.5947$$

$$Lw_C = 65.947 \approx 66 \text{ dB}$$

El IL_C y Lw_C son 43 dB y 66 dB.

Ahora hallamos Lw_D y IL_D de la fuente D:

$$P_D = 10^{\frac{SPL_D}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_D = 10^{\frac{58}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_D = 794.32 \times 20 \times 10^{-6}$$

$$P_D = 0.01588 \text{ Pa}$$

$$I_D = \frac{P_D^2}{Z_c}$$

$$I_D = \frac{0.01588^2}{408}$$

$$I_D = \frac{0.0002521}{408}$$

$$I_D = 6.180 \times 10^{-7} \frac{W}{m^2}$$

$$W_D = \frac{P_D^2}{Z_c} 4\pi r^2$$

$$W_D = \frac{0.01588^2}{408} 4\pi 4^2$$

$$W_D = \frac{0.01588^2}{102} \pi 4^2$$

$$W_D = \frac{0.01588^2}{102} \pi 16$$

$$W_D = 6.180 \times 10^{-7} \pi 16$$

$$W_D = 0.0001242 \text{ W}$$

Ahora hallamos IL_D y Lw_D :

$$\begin{aligned}
 IL_D &= 10 \log\left(\frac{I_D}{I_{ref}}\right) \\
 IL_D &= 10 \log\left(\frac{6.180 \times 10^{-7}}{10^{-12}}\right) \\
 IL_D &= 10 \log(618074.51) \\
 IL_D &= 10 \times 5.7910 \\
 IL_D &= 57.91 \approx 57 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Lw_D &= 10 \log\left(\frac{W_D}{W_{ref}}\right) \\
 Lw_D &= 10 \log\left(\frac{0.0001242}{10^{-12}}\right) \\
 Lw_D &= 10 \log(124270.7) \\
 Lw_D &= 10 \times 8.0943 \\
 Lw_D &= 80.943 \approx 81 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

El IL_D y Lw_D son 57 dB y 81 dB.

Punto 6

Dos parlantes "A" y "B" en campo libre generan un SPL total de 79dB a 8m. Si el parlante A posee una potencia de 0.05W, determine que nivel de presión que genera el parlante B a 4m.

Tenemos los siguientes datos:

$$SPL_T = 79 \text{ dBr} = 8 \text{ mW}_A = 0.05 \text{ W}$$

Entonces necesitamos utilizar la formula (1), (2) y (3) presentadas en el punto 1; y la ecuación (7) definida en el punto 3.

Entonces empezamos a definir P_A y P_T :

$$P_T = 10^{\frac{SPL_T}{20}} P_{ref}$$

$$P_T = 10^{\frac{79}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_T = 8912,509 \times 20 \times 10^{-6}$$

$$P_T = 0.1782 Pa$$

$$P_A = \sqrt{\frac{W_A Z_c}{4\pi r^2}}$$

$$P_A = \sqrt{\frac{0.05 \times 408}{4\pi 8^2}}$$

$$P_A = \sqrt{\frac{20.4}{804.247}}$$

$$P_A = \sqrt{0.0253}$$

$$P_A = 0.1592 Pa$$

Ahora necesitamos despejar P_B de la ecuación (2):

$$P_T = \sqrt{P_A^2 + P_B^2}$$

$$P_T^2 = P_A^2 + P_B^2$$

$$P_B^2 = P_T^2 - P_A^2$$

$$P_B = \sqrt{P_T^2 - P_A^2}$$

Hallamos P_B :

$$P_B = \sqrt{0.1782^2 - 0.1592^2}$$

$$P_B = \sqrt{0.03177 - 0.02536}$$

$$P_B = \sqrt{0.00641}$$

$$P_B = 0.08006 Pa$$

Ahora utilizando la formula (3), encontramos SPL_B :

$$SPL_B = 20 \log\left(\frac{P_B}{P_{ref}}\right)$$

$$SPL_B = 20 \log\left(\frac{0.08006}{20 \times 10^{-6}}\right)$$

$$SPL_B = 20 \log(4003.12)$$

$$SPL_B = 20 \times 3.6023$$

$$SPL_B = 72.04 \approx 72 dB \text{ a } 8 m$$

Ahora, por ley del inverso cuadrado, dado que necesitamos hallar el SPL_B a 4 m, entonces incrementamos en 6 dB debido a que la distancia se redujo en la mitad teniendo como respuesta $SPL_B = 78 dB$.

Punto 7

Para el ejercicio anterior halle el nivel de potencia de cada parlante.

Aquí se hará uso de las formulas (4), presentada en el punto 2, y (6), presentada en el punto 3. También se tiene que hacer uso de las formulas (1) y (3) presentadas en el punto 1.

Entonces, tenemos la siguiente información como base:

$$P_A = 0.1592 \text{ Pa}$$

$$P_B = 0.08006 \text{ Pa}$$

$$W_A = 0.05 \text{ Pa}$$

$$r = 4 \text{ m}$$

$$r = 8 \text{ m}$$

$$SPL_B = 78 \text{ dB a } 4\text{m}$$

Entonces iniciamos hallando Lw_A y Lw_B para la esfera de 8 metros ($r = 8 \text{ m}$). Primero se halla W_B

$$W_B = \frac{P_B^2}{Z_c} 4\pi r^2$$

$$W_B = \frac{0.08006^2}{408} 4\pi 8^2$$

$$W_B = \frac{0.006409}{408} 256\pi$$

$$W_B = 0.00001570 \times 804.2477$$

$$W_B = 0.01263 \text{ W}$$

Ahora hallamos Lw_A y Lw_B para la esfera de 8 metros:

$$\begin{aligned}
 Lw_A &= 10 \log\left(\frac{W_A}{W_{ref}}\right) \\
 Lw_A &= 10 \log\left(\frac{0.05}{10^{-12}}\right) \\
 Lw_A &= 10 \log(5000000000) \\
 Lw_A &= 10 \times 10.6989 \\
 Lw_A &= 106.989 \approx 107 \text{ dB a } 8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Lw_B &= 10 \log\left(\frac{W_B}{W_{ref}}\right) \\
 Lw_B &= 10 \log\left(\frac{0.01263}{10^{-12}}\right) \\
 Lw_B &= 10 \log(12633264100) \\
 Lw_B &= 10 \times 10.1015 \\
 Lw_B &= 101.015 \approx 101 \text{ dB a } 8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

En una esfera de 8 metros, el nivel de potencia de A y B es de 107 dB y 101 dB respectivamente.

Ahora para una esfera de 4 metros, primero hallamos el SPL_A a 4 metros:

$$\begin{aligned}
 SPL_A &= 20 \log\left(\frac{P_A}{P_{ref}}\right) \\
 SPL_A &= 20 \log\left(\frac{0.1592}{20 \times 10^{-6}}\right) \\
 SPL_A &= 20 \log(7960) \\
 SPL_A &= 20 \times 39.0091 \\
 SPL_A &= 78.01 \approx 78 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Como es a la mitad de la distancia (4 metros), entonces el SPL_A se incrementa en 6 dB, por lo tanto el $SPL_A = 84 \text{ dB}$.

Ahora hallamos P_A y P_B para 4 metros:

$$P_A = 10^{\frac{SPL_A}{20}} P_{ref}$$

$$P_A = 10^{\frac{84}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_A = 12848.25 \times 20 \times 10^{-6}$$

$$P_A = 0.3169 Pa$$

$$P_B = 10^{\frac{SPL_B}{20}} P_{ref}$$

$$P_B = 10^{\frac{78}{20}} 20 \times 10^{-6}$$

$$P_B = 7943.28 \times 20 \times 10^{-6}$$

$$P_B = 0.1588 Pa$$

Ahora hallamos la potencia para para las fuente con esfera de 4 metros:

$$W_A = \frac{P_A^2}{Z_c} 4\pi r^2$$

$$W_A = \frac{0.3169^2}{408} 4\pi 4^2$$

$$W_A = \frac{0.10042}{408} 64\pi$$

$$W_A = 0.0002461 \times 201.0619$$

$$W_A = 0.049 W$$

$$W_B = \frac{P_B^2}{Z_c} 4\pi r^2$$

$$W_B = \frac{0.1588^2}{408} 4\pi 4^2$$

$$W_B = \frac{0.02521}{408} 64\pi$$

$$W_B = 0.00006180 \times 201.0619$$

$$W_B = 0.012 W$$

Hallamos Lw_A y Lw_B para la esfera de 4 metros:

$$\begin{aligned}
 Lw_A &= 10 \log\left(\frac{W_A}{W_{ref}}\right) \\
 Lw_A &= 10 \log\left(\frac{0.049}{10^{-12}}\right) \\
 Lw_A &= 10 \log(49000000000) \\
 Lw_A &= 10 \times 10.6909 \\
 Lw_A &= 106.909 \approx 107 \text{ dB a } 4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Lw_B &= 10 \log\left(\frac{W_B}{W_{ref}}\right) \\
 Lw_B &= 10 \log\left(\frac{0.012}{10^{-12}}\right) \\
 Lw_B &= 10 \log(12000000000) \\
 Lw_B &= 10 \times 10.079 \\
 Lw_B &= 100.79 \approx 101 \text{ dB a } 4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

A 4 metros, el nivel de potencia de A y B es de 107 dB y 101 dB respectivamente.

Por lo tanto, la distancia no influencia cuando se necesitan hallar niveles de potencia.