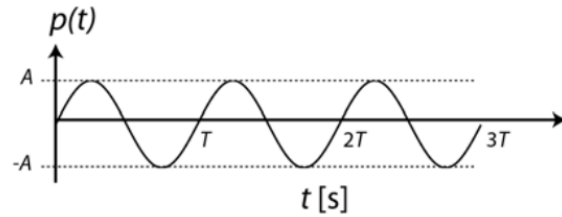


Problemas de clase. Tema 1

Ejercicio 1:

Considere la siguiente onda sonora de frecuencia f (periodo $T = 1/f$) y amplitud A .



1) Si la presión eficaz (o rms) de dicha onda es $P_{ef} = 1 \text{ Pa}$, ¿cuál es el valor de su amplitud?

$$P_{ef} = 1 \text{ Pa} \rightarrow A = \sqrt{2} P_{ef}$$

2) ¿Cuál es su intensidad media en el aire?

$$I_m = \frac{P_{ef}^2}{Z_o} = \frac{1^2}{414} = 0.0024 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Z_o es la impedancia específica del medio, en el aire vale 414.

3) ¿Cuál es su SPL (Nivel de Presión Sonora)?

$$SPL = 20 \log_{10} \left(\frac{P_{ef}}{P_{ref}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{1}{20 \cdot 10^{-6}} \right) = 94 \text{ dB}$$

P_{ref} No cambia, es lo que puede escuchar el ser humano como mínimo.

4) Considere ahora el punto (a), donde la amplitud de la onda es máxima. ¿Cuál es la magnitud de la velocidad de partícula en ese punto asumiendo una temperatura de 20° ?

$$u(t) = \frac{p(t)}{Z_o} \rightarrow \text{Para la misma amplitud } u = \frac{A}{Z_o} = \frac{\sqrt{2}}{414} \equiv 0.0034 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

5) ¿Cuál es la velocidad de propagación de la onda?

Medio	Velocidad [m/s]
Aire a 0°C	332
Aire a 20°C	344

6) Si en lugar de tratarse de aire, la onda se propaga en el agua. ¿Cuál sería entonces la velocidad de partícula para el punto de presión máxima? (Nota: $Z_0 = 1.5 \text{ MPa} \cdot \text{s} / \text{m}$)

$$u(t) = \frac{p(t)}{z} = \frac{\sqrt{2}}{1.5 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{s} / \text{m}} = 0.94 \cdot 10^{-6} \text{ m} / \text{s}$$

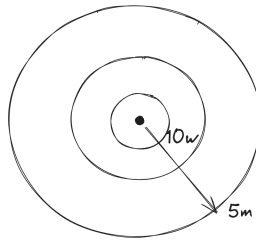
La velocidad de propagación en el agua será mucho mayor.

7) ¿Cuál sería la intensidad media de la onda en el agua?

$$I_m = \frac{P_{ef}^2}{Z_{agua}} = \frac{1}{1.5 \cdot 10^6} = 0.67 \cdot 10^{-6} \text{ W} / \text{m}^2$$

Ejercicio 2:

Una fuente sonora puntual esférica tiene una potencia de 10 W.



1) ¿Cuál es su intensidad media a una distancia de 5 m?

$$I_m = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{10}{4\pi(5^2)} = 0.0318 \text{ w/m}^2$$

Hay que tener en cuenta que si la onda es plana su intensidad viene dada por $I_m = \frac{P_{ef}^2}{Z_o}$ pero al ser esférica como dice en el enunciado su fórmula pasa a ser $I_m = \frac{P}{4\pi r^2}$ esto viene porque la fórmula del área de una esfera es $A = 4\pi r^2$.

2) ¿Cuál es su presión eficaz?

$$I_m = \frac{P_{ef}^2}{Z_o} \rightarrow P_{ef} = \sqrt{I_m \cdot Z_o} = \sqrt{0.0318 \cdot 414} = 3.62 \text{ Pa}$$

3) ¿Cuál es su SPL?

$$SPL = 20 \log_{10} \left(\frac{P_{ef}}{P_{ref}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{3.62}{20 \cdot 10^{-6}} \right) \equiv 105.15 \text{ dB}$$

4) ¿Cuál será intensidad media a una distancia de 10 m?

$$I_m(10m) = \frac{P}{4\pi r_2^2} = \frac{10}{4\pi \cdot 10^2} = 0.0080 \text{ w/m}^2$$

5) ¿Cuál será su presión eficaz a 10 m?

$$I_m = \frac{P_{ef}^2}{Z_o} \rightarrow P_{ef}(10m) = \sqrt{I_m \cdot Z_o} = \sqrt{0.0080 \cdot 414} = 1.82 \text{ Pa}$$

6) ¿Cuál será su SPL a 10 m?

$$SPL(10m) = 20 \log_{10} \left(\frac{P_{ef}}{P_{ref}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{1.82}{20 \cdot 10^{-6}} \right) \equiv 99.18 \text{ dB}$$

7) ¿Cuál es la relación de presiones medidas a 10 y 5 metros?

$$R_p = \frac{P_{ef}(10m)}{P_{ef}(5m)} = \frac{1.82}{3.62} = 0.5 \rightarrow \frac{r}{2r}$$

8) ¿Cuál es la relación de intensidades medidas a 10 y 5 metros?

$$R_I = \frac{I(10m)}{I(5m)} = \frac{0.0080}{0.0318} = 0.25 \rightarrow \frac{r^2}{2(r^2)}$$
$$\frac{I(r_1)}{I(r_2)} = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

9) ¿Cuál será la intensidad a una distancia de 25 m?

$$I_m = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{10}{4\pi(25)^2} = 0.0013 \text{ w/m}^2$$

Como tenemos la relación también se puede calcular de la siguiente manera:

$$I_m(25m) = I_m(5m) \cdot \left(\frac{5}{25} \right)^2 = 0.0318 \cdot \left(\frac{5}{25} \right)^2 = 0.0013 \text{ w/m}^2$$

Ejercicio 3:

Un oyente está expuesto a dos fuentes de sonido (incoherentes), ambas situadas a una distancia de 10 m . Primero suena una de las fuentes únicamente, midiendo el oyente un nivel SPL de 80 dB . Posteriormente, la fuente que estaba activa deja de sonar y es la otra fuente la que produce un nivel SPL de 100 dB . ¿Qué nivel SPL medirá el oyente si ambas fuentes suenan simultáneamente?

Para las fuentes:

$$SPL_1 = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{ef_1}^2}{P_{ref_1}^2} \right) \rightarrow P_{ef_1}^2 = 10^{SPL_1/10} \cdot P_{ref_1}^2$$

Entonces para el total:

$$\begin{aligned} P_{ef_T}^2 &= P_{ef_1}^2 + P_{ef_2}^2 \\ P_{ef_T}^2 &= 10^{SPL_1/10} \cdot P_{ref_1}^2 + 10^{SPL_2/10} \cdot P_{ref_1}^2 \\ \frac{P_{ef_T}^2}{P_{ref}^2} &= 10^{SPL_1/10} + 10^{SPL_2/10} \end{aligned}$$

La presión de referencia es la misma porque es el mismo medio:

$$\begin{aligned} SPL &= 10 \cdot \log_{10} (10^{SPL_1/10} + 10^{SPL_2/10}) \\ SPL &= 10 \cdot \log_{10} (10^{80/10} + 10^{100/10}) = 100.04\text{ dB} \end{aligned}$$

Ahora tenemos el SPL a 0 metros de distancia, pero queremos a 10 metros:

$$SPL_T = 100.04 - 10 \cdot \log_{10}(10) = 90.04\text{ dB}$$

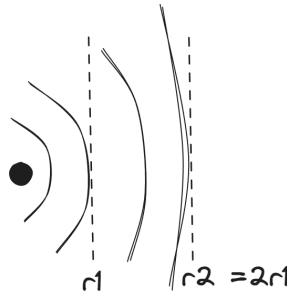
Ejercicio. Comparar para $P_1 = 10w$, $P_2 = 100w$, $P_3 = 1000w$

$$dB_{11} = 10 \log_{10} \left(\frac{10}{10} \right) = 0\text{ dB}$$

$$dB_{21} = 10 \log_{10} \left(\frac{100}{10} \right) = 10\text{ dB}$$

$$dB_{31} = 10 \log_{10} \left(\frac{1000}{10} \right) = 100\text{ dB}$$

Calcular el SPL si $r_2 = 2r_1$.



$$I(r_1) = \frac{P}{4\pi r_1^2}, \quad I(r_2) = \frac{P}{4\pi r_2^2}$$

$$SPL(r_1) = 10 \log_{10} \left(\frac{I(r_1)}{I_0} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{p}{4\pi r_1^2} \cdot \frac{1}{I_0} \right)$$

$$SPL(r_2) = 10 \log_{10} \left(\frac{p}{4\pi (2r_1^2)} \cdot \frac{1}{I_0} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{p}{4\pi r_1^2 \cdot I_0 \cdot 4} \right) =$$

$$= 10 \log_{10} \left(\frac{p}{4\pi r_1^2} \cdot \frac{1}{I_0} \right) + 10 \log_{10} \left(\frac{1}{4} \right) = SPL(r_1) - 6.02$$