

Problema N. 13

Una sorgente sonora S emette un'onda armonica di frequenza $\nu_1 = 400\text{Hz}$ che si propaga nell'aria, che è a pressione $p_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, alla velocità $v = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Un ascoltatore A situato a distanza $d_1 = 20\text{m}$ da S percepisce il suono con un livello sonoro $\beta_1 = 50\text{dB}$.

1. Calcolare il livello sonoro β_2 percepito da un ascoltatore B situato a distanza $d_2 = 50\text{m}$ da S.
2. Ipotizzando che l'aria si comporti come un gas perfetto biatomico, calcolare la densità ρ_0 dell'aria.
3. Calcolare la potenza P di S.
4. Calcolare l'ampiezza A_1 dell'onda emessa da S.

Ad un certo istante S comincia ad emettere un'onda armonica di frequenza $\nu_2 = 2\nu_1$.

5. Quale dovrebbe essere l'ampiezza A_2 della stessa onda perché A non percepisca variazioni nel livello sonoro?

Soluzione

1.

$$I_1 d_1^2 = I_2 d_2^2 \Rightarrow I_2 = I_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

$$\beta_2 = 10 \text{Log} \frac{I_1 \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2}{I_0} \text{dB} = 10 \left(\text{Log} \frac{I_1}{I_0} + 2 \text{Log} \frac{d_1}{d_2} \right) \text{dB} = (\beta_1 + 20 \text{Log} 0,4) \text{dB} \cong (50 - 7,96) \text{dB} \cong 42,04 \text{dB}$$

2.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot p_0}{\rho_0}} \Rightarrow \rho_0 = \frac{\gamma \cdot p_0}{v^2} \cong \frac{1,4 \cdot 1,013 \cdot 10^5}{340^2} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cong 1,23 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

3.

$$\beta_1 = 10 \text{Log} \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow I_1 = I_0 \cdot 10^5 \cong 10^{-7} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$P = I_1 \cdot 4\pi d_1^2 \cong 10^{-7} \cdot 4\pi \cdot 400 \text{W} \cong 5,03 \cdot 10^{-4} \text{W}$$

4.

$$I_1 = 2\pi^2 \rho_0 v A^2 v^2 \Rightarrow A^2 = \frac{I_1}{2\pi^2 \rho_0 v^3} \cong 7,57 \cdot 10^{-17} \text{m}^2$$

$$A \cong 8,70 \cdot 10^{-9} \text{m}$$

5.

$$I = 2\pi^2 \rho_0 v A_1^2 v_1^2 = 2\pi^2 \rho_0 v A_2^2 v_2^2$$

$$A_2 = A_1 \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2} A_1 \cong 4,35 \cdot 10^{-9} \text{m}$$