

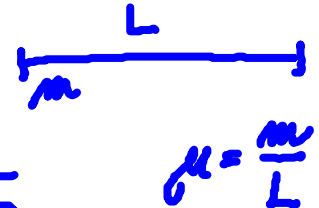
Výkon vlny, intenzita zvuku a její hladiny

HRW 17.34C

Struna délky 2,7 m a hmotnosti 260 g je napnuta silou 36 N. Ve struně postupuje příčná vlna s amplitudou 7,7 mm. Jaká musí být její frekvence, jestliže je přenášen střední výkon 85 W?

$$L = 2,7 \text{ m} \quad m = 260 \text{ g} \quad T = 36 \text{ N}$$

$$A_m = 7,7 \text{ mm} \quad \bar{P} = 85 \text{ W} \quad f = ?$$



$$\mu = \frac{m}{L}$$

$$\bar{P} = \frac{1}{2} v \cdot \mu \cdot \omega^2 A_m^2$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\bar{P} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \cdot \mu \cdot (2\pi f)^2 A_m^2 \quad | \cdot 2$$

$$2 \cdot \bar{P} = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \cdot 4\pi^2 f^2 \cdot A_m^2$$

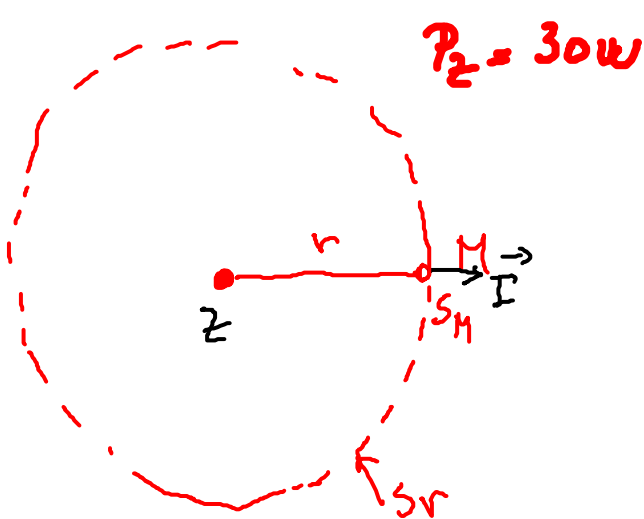
$$f^2 = \frac{2\bar{P}}{\sqrt{T \cdot \mu} \cdot 4\pi^2 \cdot A_m^2}$$

$$f = \sqrt{\frac{2\bar{P}}{\sqrt{T \cdot \frac{m}{L}} \cdot 4\pi^2 \cdot A_m^2}} = \sqrt{\frac{2\bar{P}}{\sqrt{T \cdot \frac{m}{L}}}} \cdot \frac{1}{2\pi A_m} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 85}{\sqrt{36 \cdot \frac{0,26}{2,7}}}} \cdot \frac{1}{2\pi \cdot 7,7 \cdot 10^{-3}} \text{ Hz} = 197,5 \text{ Hz}$$

HRW 18.42

Bodový zdroj o výkonu 30 W vysílá izotropně zvukové vlny. Malý mikrofon s účinnou plochou $0,75 \text{ cm}^2$ je umístěn 200 m od zdroje. Vypočtěte (a) intenzitu zvuku v daném místě, (b) výkon přijímaný mikrofonem.

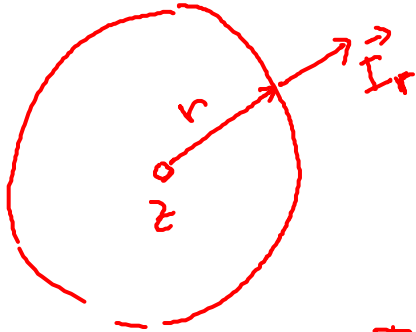


$$P_Z = 30 \text{ W} \quad r = 200 \text{ m} \quad S_M = 0,75 \text{ cm}^2 = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$
$$I(r) = \frac{P_Z}{S_r} = \frac{P_Z}{4\pi r^2} = \frac{30 \text{ W}}{4\pi \cdot 200^2 \text{ m}^2} = 5,97 \cdot 10^{-5} \text{ W/m}^2$$

$$P_M = I_r \cdot S_M = 5,97 \cdot 10^{-5} \cdot 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ W} = 4,48 \cdot 10^{-9} \text{ W}$$

HRW 18.28

Zdroj izotropně vysílá zvukové vlny, jejichž intenzita ve vzdálenosti 2,5 m je $1,9 \cdot 10^{-4} \text{ Wm}^{-2}$. Jaký je výkon zdroje za předpokladu, že se energie vln zachovává?



$$I_r = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$$

$$r = 2,5 \text{ m}$$

$$P_z$$

$$I = \frac{P_z}{S_r} = \frac{P_z}{4\pi r^2} \Rightarrow P_z = I \cdot 4\pi r^2$$

$$P_z = 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 4\pi \cdot 2,5^2 \text{ W} = 14,9 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

HRW 18.30

Dvě zvukové vlny se v hlasitosti liší o 1 dB. Jaký je poměr větší intenzity k menší intenzitě?

$$\beta = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

$$\beta_1 = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\beta_2 = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I_2}{I_0}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = ?$$

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 1 \text{ dB}$$

$$10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I_1}{I_0} = 1 \text{ dB}$$

$$10 \cdot \left(\log \frac{I_2}{I_0} - \log \frac{I_1}{I_0} \right) = 1$$

$$\log \frac{\frac{I_2}{I_0}}{\frac{I_1}{I_0}} = \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$10 \cdot \log \frac{I_2}{I_1} = 1 \Rightarrow \log_{10} \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$\frac{I_2}{I_1} = 10^{0,1} = 1,259$$

$$I_2 = 1,259 \cdot I_1$$

HRW 18.34

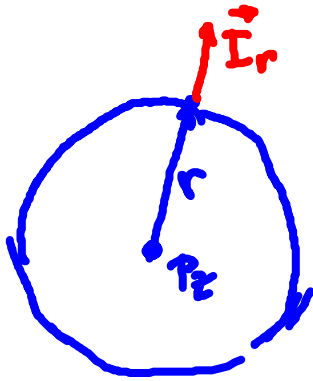
Zdroj zvukových vln má výkon $1 \mu\text{W}$. Jestliže se jedná o bodový zdroj, (a) jaká je intenzita vln ve vzdálenosti 3 m a (b) jaká je hlasitost v dB v tomto místě?

$$P_z = 1 \mu\text{W} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ W}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

$$I_r = ?$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$



$$\beta = ?$$

$$I_r = \frac{P_z}{4\pi r^2} = \frac{10^{-6}}{4\pi \cdot 3^2} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 1,77 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\beta = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{I_r}{I_0} = 10 \text{ dB} \cdot \log \frac{1,77 \cdot 10^{-8}}{10^{-12}} =$$

$$= 10 \text{ dB} \cdot \log(1,77 \cdot 10^4) = 42 \text{ dB}$$

Interference vln

Př. 17.38

Na struně se šíří souhlasným směrem dvě stejné sinusové vlny a interferují.

Výsledná vlna má rovnici:

$$y'(x, t) = (3,0\text{mm})\sin(20\text{rad}\cdot\text{m}^{-1}x - 4,0\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}t + 0,82\text{rad})$$

- a) Jaká je společná vlnová délka λ obou výchozích vln?
- b) Jaký je mezi nimi fázový rozdíl?
- c) Jaká je jejich společná amplituda y_m ?

Kapitola 17, kontrola 4

2 identické harmonické vlny postupují souhlasným směrem. Uvažte následující čtyři dráhové rozdíly mezi oběma výchozími vlnami: $0,2 \lambda$; $0,45 \lambda$; $0,6 \lambda$; $0,8 \lambda$. Uspořádejte je sestupně podle velikosti amplitudy výsledné vlny.

Rovnice pro vztah mezi dráhovým a fázovým rozdílem:

$$\frac{\varphi}{2\pi} = \frac{\Delta L}{\lambda}$$

$$y'_m = 2y_m \cos \frac{1}{2}\varphi$$