

Písemky: Mechanické vlnění

1. Postupné vlnění, které se šíří pružným vláknem, je popsáno rovnicí

$y = 0,12 \sin 2\pi(6t - 0,75x)$ m. Určete amplitudu výchylky vlákna a rychlost, kterou se vlnění vláknem šíří.

$$y = y_M \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$\Rightarrow y_M = 0,12 \text{ m}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,75}{\frac{1}{6}} = \frac{6}{0,75} = \underline{\underline{8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Vlnění má amplitudu výchylky 0,12 m a rychlost $8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

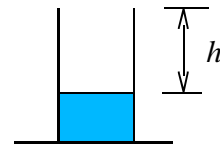
2. Do skleněného válce postupně naléváme vodu a současně držíme u otvoru kmitající ladičku. Zvuk ladičky se zesílí v okamžicích, kdy vzdálenost hladiny od otvoru je 60 cm a 20 cm. Určete frekvenci kmitání ladičky. Rychlost zvuku ve vzduchu je $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$h_1 = 0,6 \text{ m}$$

$$h_2 = 0,2 \text{ m}$$

$$v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$f = ?$$



ve válci vznikne stojaté vlnění – zesílení zvuku:

$$h_1 - h_2 = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f} \Rightarrow$$

$$f = \frac{v}{2(h_1 - h_2)} = \frac{340}{2 \cdot 0,4} \text{ s}^{-1} = \underline{\underline{425 \text{ Hz}}}$$

Ladička kmitá s frekvencí 425 Hz.

3. Frekvenční rozsah lidské řeči je 200 Hz až 1,5 kHz. Určete nejkratší a nejdelší vlnovou délku příslušného zvukového vlnění. Rychlost zvuku ve vzduchu je $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$f_1 = 2 \cdot 10^2 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

$$v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\lambda_1 = ? , \lambda_2 = ?$$

$$\lambda = \frac{v}{f}; \lambda_1 = 1,7 \text{ m}, \lambda_2 = 0,23 \text{ m}$$

Nejdelší vlnová délka zvuku je 1,7 m, nejkratší vlnová délka je 0,23 m.

- 4.** Postupné vlnění je popsáno rovnicí $y = 5 \cdot 10^{-4} \sin 2\pi(680t - 2x)$ m. Určete amplitudu výchylky, frekvenci, vlnovou délku a rychlost vlnění.

$$y = y_M \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$\Rightarrow y_M = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 0,5 \text{ mm}$$

$$f = 680 \text{ Hz}, \lambda = 0,5 \text{ m}$$

$$v = \lambda \cdot f = 0,5 \cdot 680 = \underline{\underline{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Amplituda výchylky je 0,5 mm, frekvence vlnění je 680 Hz, vlnová délka je 0,5 m a rychlost vlnění je $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- 5.** Postupné vlnění je popsáno rovnicí $y = 0,1 \sin 2\pi(5t - 0,5x)$ m. Určete amplitudu výchylky, frekvenci, vlnovou délku a rychlost vlnění.

$$y = y_M \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$\Rightarrow y_M = 0,1 \text{ m}$$

$$f = 5 \text{ Hz}, \lambda = 2 \text{ m}$$

$$v = \lambda \cdot f = 2 \cdot 5 = \underline{\underline{10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Amplituda výchylky je 0,1 m, frekvence vlnění je 5 Hz, vlnová délka je 2 m a rychlost vlnění je $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- 6.** Jak se změní frekvence tónu komorní „a“ ($f = 440 \text{ Hz}$), který je zaznamenán na gramofonovou desku při frekvenci otáčení 33 otáček za minutu, jestliže je reprodukován gramofonem nastaveným na frekvenci otáčení 45 otáček za minutu?

$$f_1 = 440 \text{ Hz}$$

$$v_1 = 33 \text{ min}^{-1}, v_2 = 45 \text{ min}^{-1}$$

$$f_2 = ?$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow f_2 = \frac{45}{33} \cdot 440 \text{ Hz} = \underline{\underline{600 \text{ Hz}}}$$

Frekvence tónu se změní na 600 Hz.

7. Pružným vláknem se šíří postupné vlnění o frekvenci 2 Hz. Určete fázovou rychlost vlnění, jestliže body vlákna, navzájem vzdálené 0,15 m, kmitají s fázovým rozdílem $\frac{\pi}{2}$ rad.

$$f = 2 \text{ Hz}$$

$$\Delta x = 0,15 \text{ m} \sim \Delta \varphi = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$v = ?$$

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{\Delta \varphi} \cdot \Delta x = 0,6 \text{ m}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f = \underline{\underline{1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Fázová rychlost vlnění je $1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

8. Zvuková vlna je popsána rovnicí $y = 5 \cdot 10^{-4} \sin 2\pi(450t - 1,4x)$ m. Určete amplitudu výchylky, frekvenci, vlnovou délku a rychlost vlnění.

$$y = y_M \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$\Rightarrow y_M = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$f = 450 \text{ Hz}, \quad \lambda = 0,71 \text{ m}$$

$$v = \lambda \cdot f = 0,71 \cdot 450 = \underline{\underline{320 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Amplituda vlnění je $5 \cdot 10^{-4}$ m, frekvence 450 Hz, vlnová délka 0,71 m a rychlost $320 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

9. Postupné vlnění vzbuzuje ve dvou bodech navzájem vzdálených 2,5 cm harmonické kmitání. Rozdíl počátečních fází obou kmitání je $\frac{\pi}{6}$ rad. Určete vlnovou délku vlnění.

$$\Delta x = 2,5 \text{ cm} \sim \Delta \varphi = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

$$\underline{\lambda = ?}$$

$$2\pi = 12 \cdot \frac{\pi}{6} \Rightarrow \lambda = 12 \cdot \Delta x = \underline{\underline{30 \text{ cm}}}$$

$$\text{nebo } \Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{\Delta\varphi} \cdot \Delta x = \underline{\underline{30 \text{ cm}}}$$

Vlnová délka vlnění je 30 cm.

- 10.** Určete fázový rozdíl kmitání dvou bodů, které leží na přímce rovnoběžné se směrem šíření zvukového vlnění, je-li vzájemná vzdálenost bodů 1,7 m. Frekvence vlnění je 500 Hz.

$$f = 500 \text{ Hz}$$

$$\Delta x = 1,7 \text{ m}; \Delta\varphi = ?$$

$$\text{zvuk } v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = 0,68 \text{ m}$$

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x = \underline{\underline{5\pi \text{ rad}}}$$

Fázový rozdíl kmitání daných bodů je 5π rad.

- 11.** Na ocelové struně vzniká při frekvenci 500 Hz vlnění, jehož vlnová délka je 0,5 m. Určete rychlost, kterou se vlnění šíří.

$$f = 500 \text{ Hz}$$

$$\lambda = 0,5 \text{ m}$$

$$v = ?$$

$$v = \lambda \cdot f = \underline{\underline{250 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Vlnění se šíří rychlostí $250 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- 12.** Strunou délky 60 cm se šíří vlnění rychlostí $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Určete frekvenci prvního harmonického tónu, který vzniká při chvění struny.

$$l = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$v = 300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\underline{\underline{f_1 = ?}}$$

$$60 \text{ cm} = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 1,2 \text{ m}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \underline{\underline{250 \text{ Hz}}}$$

Frekvence prvního harmonického tónu je 250 Hz.

13. Při měření rychlosti zvuku otevřeným rezonátorem nastalo první zesílení zvuku ladičky o frekvenci 260 Hz při délce vzduchového sloupce 33 cm. Určete rychlost zvuku ve vzduchu.

$$l = 33 \text{ cm} = 0,33 \text{ m}$$

$$f_1 = 260 \text{ Hz}$$

$$v = ?$$

$$l = (2k - 1) \frac{\lambda}{4}, \quad k = 1$$

$$l = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 1,32 \text{ m}$$

$$v = f \cdot \lambda = \underline{\underline{343 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Rychlost šíření zvuku ve vzduchu je $343 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.