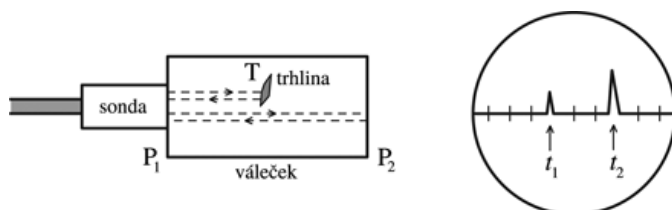


Cvičení - Vlnění

- Pro okamžitou výchylku kmitajícího zdroje vlnění platí vztah $\{y\} = 0,03 \sin 20\pi \{t\}$ za předpokladu, že délku vyjadřujeme v metrech a čas v sekundách. Velikost fázové rychlosti vlnění je $200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Určete a) periodu kmitů, b) okamžitou výchylku bodu, který leží ve vzdálenosti $5,0 \text{ m}$ od zdroje, v čase $0,10 \text{ s}$ od začátku kmitání zdroje.
- Vlna se šíří rychlostí $2,40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ při frekvenci $3,0 \text{ Hz}$. Jaký je fázový rozdíl dvou bodů vzdálených od sebe 20 cm ? Výsledek zapište v obloukové míře (jednotka rad).
- Výchylka v netlumené harmonické rovinné vlně je dána vztahem: $u = 8 \cdot 10^{-6} \cdot \sin(10t - 0,5x) \text{ m}$. Určete velikost rychlosti šíření tohoto vlnění.
- Vypočtěte dráhový rozdíl dvou koherentních vlnění, je-li jejich fázový rozdíl $\frac{2\pi}{3}$ a vlnová délka vlnění 15 cm ?
- Ze zdroje vlnění, které kmitá s periodou $1,0 \text{ ms}$, se šíří vlnění ve směru přímky. Dva body této přímky, vzdálené od zdroje 12 m a $14,7 \text{ m}$, kmitají s fázovým rozdílem $\frac{3\pi}{2}$. Určete velikost fázové rychlosti vlnění.
- Rovinné vlnoplochy vlnění o periodě 40 ms postupují v pravoúhlé souřadné soustavě x, y, z ve směru osy x rychlostí o velikosti $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. S jakým fázovým rozdílem kmitají dva body, které mají suřadnice $[10\text{m}; 3\text{m}; 0]$, $[16 \text{ m}; 0; 0]$. Fázový rozdíl uvádějte v radiánech.
- Bod uprostřed struny kmitá po dobu 2 s s amplitudou 1mm a s frekvencí 1000 Hz . Jakou celkovou dráhu s urazí?
- Za jakou dobu urazí postupná hamonická vlna o frekvenci 445 Hz a vlnové délce $1,5 \text{ m}$ dráhu 100 m ?
- Dva velmi malé zdroje akustického vlnění se nachází v bodech A a B. Vzdálenost bodů je $0,75 \text{ m}$. Zdroje kmitají se stejnými frekvencemi 110 Hz a se stejnými fázemi. Rychlost šíření vlnění je $330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Vlnění se šíří podél přímky AB. Určete rozdíl fází vlnění z těchto zdrojů v bodě C (v radiánech) - viz obrázek.

A
B
C
- Jak daleko je vzdálen pozorovatel od místa výbuchu na hladině jezera, jestliže k němu dorazí zvuk vzduchem o $5,0 \text{ s}$ později než vodou? Velikost rychlosti zvuku ve vzduchu je $330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, velikost rychlosti zvuku ve vodě je $1450 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Výchylka částic prostředí, kterým se šíří vlnění, je dána vztahem

$$u = 0,05 \cdot \sin\left(10 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \left(t - \frac{x}{2,5}\right)\right) \text{ m}$$
 . Vypočtěte vlnovou délku vlnění.
- Pozorovatel slyší zvuk ve směru kolmém nad stanovištěm, ale letadlo vidí letět vodorovně ve výšce 73° nad obzorem. Vypočítejte velikost rychlosti v letadla, předpokládáme-li, že velikost rychlosti šíření zvuku ve vzduchu je $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- Určete fázový rozdíl kmitání dvou bodů, které leží na přímce rovnoběžné se směrem šíření zvukového vlnění, je-li jejich vzájemná vzdálenost $1,7 \text{ m}$, frekvence vlnění 500 Hz , rychlost šíření vlnění $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. (Výsledek uveďte v radiánech v intervalu od 0 do 2π rad).
- Velikost rychlosti ultrazvuku v ocelovém válečku je $5200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Kvalita válečku se zkoumá ultrazvukovým defektoskopem. Ultrazvuk ze sondy defektoskopu přiložené na podstavu P_1 válečku postupuje ve směru jeho osy a odráží se jednak na trhlíně (defektu) T, jednak na druhé podstavě P_2 válečku. Po odrazu se opět vrací na sondu. Na obrazovce defektoskopu se na časové ose zobrazí dvě maxima, odpovídající dobám mezi vysláním signálu sondou a jeho přijetím po odrazu. Určete vzdálenost trhliny od podstavu P_2 , jestliže $t_2 - t_1 = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ s}$



15. Netopýr se pohybuje směrem k překážce stálou rychlostí o velikosti $10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Zvukový signál, který vyslal směrem dopředu, se po odrazu vrátil k netopýrovi za dobu $0,15 \text{ s}$ od vyslání. Teplota vzduchu je $26 \text{ }^\circ\text{C}$. Kolik času zbylo netopýrovi, aby se překážce vyhnul?
16. Jakou frekvenci má základní tón, který vydává mosazná tyč délky 1 m při podélném chvění, je-li upevněna na jednom konci. Rychlost šíření zvuku v mosazi je $3200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
17. Interferenci postupného a odraženého vlnění se vytvořilo ve skleněné trubici naplněné vzduchem stojaté vlnění. Vzdálenost dvou sousedních uzlů je 20 cm , rychlost šíření vlnění je $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Vypočtěte frekvenci vlnění.
18. Vodorovná struna délky $30,0 \text{ cm}$ má základní tón o frekvenci 435 Hz . Vypočtěte rychlost, se kterou se na struně může šířit postupné vlnění.
19. Vlnění o frekvenci 600 Hz se šíří ve vzduchu rychlostí o velikosti $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Vnikne do vody, kde se šíří rychlostí o velikosti $1000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Jakou má ve vodě frekvenci?
20. Jak dlouhá bude píšťala (trubice na jednom konci otevřená, na druhém uzavřená), aby vydávala základní tón o frekvenci 60 Hz , je-li rychlost zvuku ve vzduchu $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
21. Pod jakým největším úhlem α_m může dopadat zvuková vlna na rozhraní vzduchu a vody, aby proniká do vody? Velikost rychlosti zvuku ve vzduchu je $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, velikost rychlosti šíření zvuku ve vodě je $1450 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Výsledek uvádějte ve stupních.
22. Stojaté vlnění vzniklo interferencí dvou vln s frekvencí 475 s^{-1} . Vzdálenost sousedních uzlů byla 150 cm . Jaká je rychlost postupu vlnění v prostředí, ve kterém toto stojaté vlnění vzniklo?
23. Ve skleněném válci o délce 50 cm , otevřeném na obou koncích, je pomocí reproduktoru vytvořeno stojaté vlnění. Akustickou sondou bylo v trubici zjištěno 6 uzlů (minim). Určete frekvenci vlnění, jestliže velikost rychlosti šíření zvuku ve vzduchu je $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
24. Struna o délce 80 cm má při stejném napětí vydávat tón o oktávu vyšší. Jak musíme strunu zkrátit?
25. Jestliže zkrátíme strunu o délku 10 cm , zvýší se její základní frekvence $1,5$ - krát. Vypočítejte původní délku struny d , jestliže v obou případech je napětí struny stejné.
26. Lokomotiva se vzdaluje od pozorovatele, který stojí na nádraží, rychlostí $36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a přitom vydává tón výšky 510 Hz . Tón o jaké frekvenci slyší pozorovatel? Rychlost šíření zvuku má velikost $334 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
27. Lokomotiva se blíží k pozorovateli rychlostí o velikosti $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Jak vysoký základní tón f píšťaly slyší pozorovatel, který je v pokoji, jestliže strojvůdce slyší tón výšky 300 Hz a jestliže rychlost zvuku ve vzduchu za daných podmínek má velikost $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
28. Určete, kolikrát větší frekvenci zvuku f klaksonu automobilu vnímá cyklista, jestliže se automobil směrem k němu pohybuje rychlostí o velikosti $72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a cyklista se pohybuje ve stejném směru jako automobil rychlostí o velikosti $500 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$. Velikost rychlosti šíření zvuku za dané teploty je $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Jako výsledek uveďte poměr frekvence vnímané cyklistou a frekvence zdroje v tomto pořadí.

Řešení:

- | | | |
|--|---|--|
| 1. $T = 0,1 \text{ s}; y = 0,03 \text{ m}$ | 10. 2100 m | 20. $14,2 \text{ cm}$ |
| 2. $\pi/2 \text{ rad} = 1,57 \text{ rad}$ | 11. $0,25 \text{ m}$ | 21. $13,6^\circ$ |
| 3. $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ | 12. $104 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ | 22. $1425 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ |
| 4. $0,05 \text{ m}$ | 13. $\pi \text{ rad}$ | 23. 2040 Hz |
| 5. $3600 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ | 14. $s = 2,6 \text{ cm}$ | 24. $0,4 \text{ m}$ |
| 6. $\pi \text{ rad} = 3,14 \text{ rad}$ | 15. $2,5 \text{ s}$ | 25. $0,3 \text{ m}$ |
| 7. 8 m | 16. 800 Hz | 26. 495 Hz |
| 8. $0,15 \text{ s}$ | 17. 850 Hz | 27. 319 Hz |
| 9. $1,57 \text{ rad}$ | 18. $261 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ | 28. $1,05$ |
| | 19. 600 Hz | |