

## Mechanické vlnění, akustika

1. Vlnění má v daném prostředí vlnovou délku  $\lambda_1$  a rychlost o velikosti  $v_1$ . Po průchodu do jiného prostředí se jeho vlnová délka změní na  $\lambda_2$ . Určete velikost rychlosti  $v_2$  vlnění v tomto prostředí.
2. Ze zdroje zvuku se ve vodě šíří vlnění s periodou 2 ms a s vlnovou délkou 2,9 m. Jak velká je rychlost zvuku ve vodě?
3. Zvuk o frekvenci 200 Hz se šíří ve vodě rychlostí o velikosti  $1450 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Určete vlnovou délku zvukových vln.
4. Pro okamžitou výchylku kmitajícího zdroje vlnění platí vztah  $\{y\} = 0,03 \cdot \sin 20\pi\{t\}$  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 m od zdroje; v čase 0,1 s od začátku kmitání zdroje.
5. Ze zdroje vlnění, který kmitá s periodou 1 ms, se šíří vlnění ve směru přímky. Dva body této přímky, vzdálené od zdroje 12 m a 14,7 m, kmitají s fázovým rozdílem  $\frac{3\pi}{2}$ . Určete velikost fázové rychlosti vlnění.
6. Rovinné vlnoplochy vlnění o periodě 0,04 s postupují v pravouhlé souřadnicové 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 souřadnice (10 m, 3 m, 0), (16 m, 0, 0)?
7. Spodní koncový bod pružného lana, zavěšeného na balkóně budovy, rozkmitáme rukou. Měřením jsme zjistili hodnoty 1,2 s pro periodu, 20 cm pro amplitudu a  $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  pro velikost rychlosti příčného vlnění. Určete velikost okamžité výchylky bodu lana ve výšce 45 m v čase 4 s.
8. Dva body ležící na přímce, podél níž se šíří vlnění, jsou ve vzájemné vzdálenosti 25 mm a kmitají s fázovým rozdílem  $\pi/6$ . Určete vlnovou délku vlnění.
9. Podél pružného lana se šíří příčné vlnění o frekvenci 3 Hz fázovou rychlostí o velikosti  $2,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . S jakým fázovým rozdílem kmitají dva body lana, které jsou ve vzájemné vzdálenosti 20 cm?
10. Určete vlnovou délku stojatého vlnění, je-li vzdálenost mezi prvním a třetím uzlem 0,20 m.
11. Určete vlnovou délku stojatého vlnění, leží-li sousední kmitny ve vzájemné vzdálenosti 20 cm.
12. Tón píšťaly lokomotivy, která se pohybuje rychlostí o velikosti  $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , má frekvenci 576 Hz. Jakou absolutní výšku má tón, který slyší pozorovatel stojící při trati?
13. Zdroj zvuku vysílá tón o absolutní výšce 500 Hz a pohybuje se směrem k pozorovateli rychlostí o velikosti  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Zvuk se šíří rychlostí o velikosti  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Jak velkou rychlostí se pohybuje pozorovatel, který slyší tón o absolutní výšce 522 Hz?
14. Ve směru přímé spojnice se pozorovatel pohybuje směrem ke zdroji zvuku rychlostí o velikosti  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a zdroj zvuku se ve směru k pozorovateli pohybuje rychlostí o velikosti  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (obě dvě rychlosti jsou měřeny vzhledem k Zemi; vzduch je vůči Zemi v klidu). Jakou frekvenci vnímá pozorovatel, jestliže zdroj vysílá zvuk o frekvenci 500 Hz.
15. Mezi dvěma stejnými zdroji zvuku, které vydávají tóny o frekvenci 435 Hz, se pohybuje pozorovatel po jejich vzájemné spojnici rychlostí o velikosti  $0,34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Rychlost zvuku ve vzduchu má velikost  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Jakou frekvenci mají rázy, které slyší pozorovatel?
16. Dvě ladičky o stejných frekvencích 435 Hz jsou umístěny v protilehlých rozích místnosti. Jak velkou rychlostí by se měl pohybovat pozorovatel po jejich spojnici, aby slyšel rázy o frekvenci 2 Hz?
17. Pozorovatel, který stojí ve vzdálenosti 4000 m od střelce, zjistí, že mezi zábleskem a zvukovým vjemem při výstřelu uplyne doba 12,0 s. Určete velikost rychlosti zvuku ve vzduchu.
18. Velikost rychlosti ultrazvuku v ocelovém válečku je  $5200 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Kvalitu válečku zkoumáme ultrazvukovým defektoskopem. Ultrazvuk ze sondy defektoskopu přiložené na podstavu  $P_1$  válečku postupuje ve směru jeho osy a odráží se jednak na trhlině (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  $t_2 - t_1 = 10^{-5} \text{ s}$ .
19. Turista, který stojí na okraji propasti, uslyší zvuk dopadu kamene na její dno po uplynutí doby 4,0 s od začátku pádu kamene. Jak hluboká je propast?
20. Netopýr se pohybuje směrem k překážce stálou rychlostí o velikosti  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Zvukový signál, který vyslal směrem dopředu, se po odrazu vrátil k netopýrovi za dobu 0,15 s od vyslání. Teplota vzduchu je  $26 \text{ }^\circ\text{C}$ . Kolik času zbylo netopýrovi, aby se překážce vyhnul?
21. Jakou základní frekvenci má hluk automobilu s dvánáctiválcovým čtyřdobým motorem při 1440 ot/min? Jak se mění tato frekvence, jede-li auto k pozorovateli rychlostí  $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ?
22. Jaká je intenzita zvuku, jehož hladina intenzity je 50 dB?
23. O kolik se zvýší hladina intenzity zvuku, jestliže se jeho intenzita zvýší pětkrát?
24. Zvukoměr má rozsah  $A$  decibelů. Jakému poměru akustických intenzit tento rozsah odpovídá? Určete nejprve obecně, pak pro  $A = \langle 75 \text{ dB}, 90 \text{ dB} \rangle$ .