

6 Rychlost zvuku

Zvuk se prostředím šíří s určitou rychlostí. Rychlost je závislá na prostředí, ve kterém se zvuk šíří. Např. ve vzduchu je rychlost zvuku cca 340 m/s , ve vodě kolem 1500 m/s .

6.1 Měření rychlosti zvuku

K měření rychlosti zvuku jsme využili zvukové stopky, které se aktivovaly tlesknutím. Stopky jsme umístili tak, že mezi nimi byla vzdálenost s . Nejprve jsme tleskli u prvních stopek, po krátké časové pauze u druhých. Obě stopky zaznamenaly čas mezi dvěma tlesknutími, pro každé stopky byl ale jiný. Z rozdílu těchto časů jsme spočítali rychlost, jakou se zvuk šířil prostředím. Vyšla nám cca 370 m/s , což znamená odchylku od skutečné hodnoty cca 10%.

7 Dopplerův jev

Dopplerův jev úzce souvisí s rychlostí zvuku. Když se k nám zdroj zvuku přibližuje, slyšíme zvuk s vyšší frekvencí, než když se od nás vzdaluje. Vysvětlení tohoto jevu je nejlepší udělat vizuálně; dobře patrné je např. na následujícím **apletu**.

7.1 Měření rychlosti zvuku pomocí Dopplerova jevu

Ukazovali jsme si tento experiment se zdrojem zvuku, který jsem měl připevněný na lanku a rotoval jsem s ním nad hlavou. Když se zdroj přibližoval, slyšeli jsme vyšší frekvenci, když se vzdaloval, slyšeli jsme nižší. Zvuk tedy oscilloval mezi dvěma frekvencemi. Ukázali jsme si vztah pro Dopplerův jev:

$$f = f_0 \frac{v}{v - v_s}$$

kde f je frekvence, kterou slyšíme, když se k nám zdroj přibližuje rychlostí v_s , f_0 je frekvence, kterou slyšíme, když se zdroj nehýbe, tzn. jeho základní frekvence, v je rychlost zvuku.

Rychlost zdroje v_s jsme určili tak, že jsme spočítali periodu T , se kterou oběhl jednu kružnici. Za délku jedné periody T uběhla tedy vzdálenost.

Frekvenci f známe, protože tu jsme změřili, když se zdroj zvuku nepohyboval; frekvenci f_0 známe také, tu jsme změřili při pohybu zdroje zvuku. Jediné, co ve vztahu nyní neznáme, je tedy rychlost zvuku v , kterou si vyjádříme a ze znalosti ostatních veličin ji spočítáme.

Příklady

1. Metodou dvou zvukových stopek popsanou v kapitole 6.1 jsme změřili na prvním telefonu čas $t_1 = 1,512 \text{ s}$, na druhém telefonu čas $t_2 = 1,566 \text{ s}$, vzdálenost mezi stopkami je $s = 10 \text{ m}$. Odvoďte pro tuto situaci vztah pro rychlost zvuku a spočítejte ji.
2. Vysvětlete obrázkem princip Dopplerova jevu.

3. Jestliže jsme měli zdroj zvuku na lanku dlouhém $r = 1 \text{ m}$ a rotovali jsme s ním takovým způsobem, že jeden kruh oběhl za 1 s , jakou rychlostí v_s se pohyboval?
4. Rychlost v_s jsme spočítali v příkladu 3 a frekvenci f_0 jsme změřili jako 980 Hz a frekvenci f jako 1000 Hz . Použijte vztah pro Dopplerův jev (kap. 7.1), abyste spočítali rychlost zvuku v . Nejdříve si tedy ze vztahu rychlost v musíte vyjádřit.