

## KMITY A VLNY

### Úloha z 5.11.2007:

1. O kolik procent se změní rychlost zvuku ve vzduchu, pokud teplota poklesne z  $20^{\circ}\text{C}$  na  $10^{\circ}\text{C}$  a tlak se zvýší z  $987\text{ hPa}$  na  $1006\text{ hPa}$ ? Bude výsledná rychlost vyšší nebo nižší?
2. Vzduchem se za pokojové teploty a běžného atmosférického tlaku šíří zvukové vlny o intenzitě  $1\text{ W/m}^2$  a frekvenci  $620\text{ Hz}$ . Jaká je amplituda tlaku v takové vlně? O jakou vzdálenost se molekuly vzduchu v takové vlně posouvají ze své původní polohy (čili jaká je amplituda výchylky)? Porovnejte ji se vzdáleností, kterou by molekula urazila za jednu periodu, pokud by se volně pohybovala střední kvadratickou rychlostí.
3. V temperovaném ladění odpovídá zvýšení o půltón zvýšení frekvence na  $\sqrt[12]{2}$  původní hodnoty. Uvažujme nejhlubší strunu E na kytáře, jejíž frekvence je  $82,4\text{ Hz}$ . Při jakém faktoru  $Q$  by byl zvuk této struny téměř nerozlišitelný od zvuku struny naladěné o půltón výš nebo níž?
4. Práh slyšitelnosti odpovídá při frekvenci  $5000\text{ Hz}$  hladině akustického tlaku  $0\text{ dB}$ , což znamená intenzitu  $1\text{ pW/m}^2$ . Jaká hodnota amplitudy tlaku odpovídá této intenzitě? Uvažujme vlnu o téže frekvenci, jejíž intenzita je  $20\text{ }\mu\text{W/m}^2$ . Jakou má hladinu akustického tlaku?
5. Strunu na kytáře rozeznáme tak, že ji napneme v jedné čtvrtině její délky - tj. tvar struny v čase  $t = 0$  je  $u = 4u_0x/(3l)$  pro  $x < 3l/4$  a  $u = 4u_0(1 - x/l)$  pro  $x > 3l/4$  a poté je struna uvolněna ( $l$  je délka struny). Odhadněte poměr intenzit druhé a třetí harmonické vůči intenzitě základního tónu.
6. Ocel má Youngův modul pružnosti  $Y \approx 2 \times 10^{11}\text{ N/m}^2$  a hustotu  $7,5\text{ g/cm}^3$ . Jakou rychlostí se v ní šíří podélné akustické vlny?
7. Stlačitelnost vody je  $4,9 \times 10^{-10}\text{ m}^2\text{N}^{-1}$ . Odhadněte rychlost zvukových vln ve vodě a charakteristickou impedanci na jednotku plochy pro vodu. Odhadněte zhruba poměr amplitudy tlaku vlny ve vodě k amplitudě tlaku vlny ve vzduchu, jestliže obě mají stejnou intenzitu.

**Výsledky:** 1. klesne o 1,7%, 2.  $28\text{ Pa}$ ,  $25\text{ }\mu\text{m}$ ,  $83\text{ cm}$ , 3.  $Q \approx 8$ , 4.  $73\text{ dB}$ , 6.  $5160\text{ m/s}$ , 7.  $1430\text{ m/s}$ ,  $1,43 \times 10^6\text{ kg/m}^2\text{s}$ , 60.