

1. Amplituda zvuka u vazduhu, talasne dužine 0,12m, je 5μm. Ako je je brzina jedne čestice sredine 2π mm/s odrediti njenu elongaciju u istom trenutku. Brzina zvuka je 340m/s.
2. Zvučni talas amplitude 4μm, intenziteta 8·10⁻⁴W/m² prostire se kroz vazduh gustine 1,29kg/m³ brzinom 340m/s. Odrediti frekvenciju, nivo i amplitudu pritiska zvučnog talasa. Intenzitet zvuka na pragu čujnosti je 10⁻¹²W/m².
3. Brod se udaljava od obale i pri tome emituje zvuk koji se odbija od obale i registruje u prijemniku na brodu. Odnos registrovane i emitovane frekvencije je 0,98. Odrediti brzinu broda. Brzina zvuka u vazduhu je 340m/s.
4. 100g vazduha na temperaturi od 20°C i pritisku od 110 kPa izvrši adijabatsku ekspanziju tako da mu pritisak opadne na 101 kPa. Naći koliko puta se povećala zapremina, krajnju temperaturu i izvršeni rad vazduha. Molarna masa vazduha je 0,029 kg/mol, eksponent adijabate vazduha je κ=1,4. Univerzalna gasna konstanta je R=8,314 J/molK.

Rešenja

$$1. \quad v = \omega y_0 \cos(\omega t - kx) \Rightarrow \cos(\omega t - kx) = \frac{v}{2\pi f \cdot y_0}$$

$$y = y_0 \sin(\omega t - kx) = y_0 \sqrt{1 - \cos^2(\omega t - kx)} = y_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{4\pi^2 f^2 y_0^2}} = y_0 \sqrt{1 - \frac{v^2 \lambda^2}{4\pi^2 c^2 y_0^2}}$$

$$y = 5 \cdot 10^{-6} \sqrt{1 - \frac{4\pi^2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,12^2}{4\pi^2 \cdot 340^2 \cdot 25 \cdot 10^{-12}}} = 4,987 \cdot 10^{-6} m$$

$$2. \quad I = \frac{1}{2} \rho c \omega^2 y_0^2 \Rightarrow \omega = \frac{1}{y_0} \sqrt{\frac{2I}{\rho c}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi y_0} \sqrt{\frac{2I}{\rho c}} = \frac{1}{2\pi \cdot 4 \cdot 10^{-6}} \sqrt{\frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-4}}{1,29 \cdot 340}} Hz = 75,995 Hz$$

$$\Lambda = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{8 \cdot 10^{-4}}{10^{-12}} = 10 \log 8 \cdot 10^8 = 89,0309 dB, \quad \Delta p_0 = \sqrt{2 \rho c I} = \sqrt{2 \cdot 1,29 \cdot 340 \cdot 8 \cdot 10^{-4}} Pa = 0,8377 Pa$$

$$3. \quad \frac{f_{emit}}{c + v_{broda}} = \frac{f_{obala}}{c} \Rightarrow f_{obala} = \frac{c}{c + v_{broda}} f_{emit}, \quad \frac{f_{obala}}{c} = \frac{f_{reg}}{c - v_{broda}} \Rightarrow k = \frac{f_{reg}}{f_{emit}} = \frac{c - v_{broda}}{c + v_{broda}} = 0,98$$

$$v = \frac{1-k}{1+k} c = \frac{1-0,98}{1+0,98} \cdot 340 m/s = 3,43 m/s$$

$$4. \quad P_2 V_2^\kappa = P_1 V_1^\kappa \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{1/\kappa} = \left(\frac{110000}{101000} \right)^{1/1,4} = 1,062868$$

$$T_2 V_2^{\kappa-1} = T_1 V_1^{\kappa-1} \Rightarrow T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\kappa-1} = 293 / 1,062868^{0,4} K = 285,94 K$$

$$A_{12} = Q_{12} - U_{12} = -U_{12} = -n c_v (T_2 - T_1) = \frac{m}{M} \frac{R}{\kappa - 1} (T_1 - T_2) = \frac{10^{-1}}{0,029} \frac{8,314}{0,4} (293 - 285,94) J = 505,96 J$$