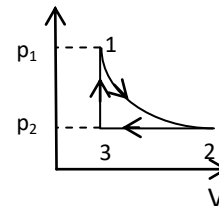


1. Kroz homogenu sredinu prostire se ravanski zvučni talas čiji je talasni broj  $4\pi \text{ m}^{-1}$ . U jednom trenutku elongacija jedne čestice vazduha je  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ , a intenzitet njenog ubrzanja je  $48 \text{ m/s}^2$ . Odrediti frekvenciju, talasnu dužinu i brzinu prostiranja talasa.
2. Automobil se udaljava od vertikalnog zida brzinom  $36 \text{ km/h}$  emitujući zvuk. Kolika je frekvencija zvuka koji emituje, ako je frekvencija zvuka koji posle refleksije od zida stiže do vozača  $200 \text{ Hz}$ ? Brzina prostiranja zvuka je  $340 \text{ m/s}$ .
3. Zvučni talas amplitude  $1 \mu\text{m}$ , intenziteta  $10^{-4} \text{ W/m}^2$  prostire se kroz vazduh gustine  $1,29 \text{ kg/m}^3$  brzinom  $340 \text{ m/s}$ . Odrediti frekvenciju i nivo zvuka i amplitudu natpritisaka zvučnog talasa. Intenzitet zvuka na pragu čujnosti je  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ .
4. Toplotna mašina radi prema ciklusu koji se sastoji od adijabatskog, izobarskog i izohorskog procesa kao na slici. Ako je odnos pritisaka sa slike  $p_1/p_2 = 4$  a gas dvoatomski, odrediti stepen korisnog dejstva ove toplotne mašine.



$$1. \quad y = y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x); \quad a = -\omega^2 \cdot y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x) \Rightarrow |a| = \omega^2 \cdot |y| \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{|a|}{|y|}} = \sqrt{\frac{48}{1,2 \cdot 10^{-5}}} \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 2000 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{10^3}{\pi} \text{ Hz} = 318,31 \text{ Hz}, \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{4\pi} \text{ m} = 0,5 \text{ m}, \quad c = \frac{\omega}{k} = \frac{2000}{4\pi} \text{ m/s} = 159,155 \text{ m/s}$$

$$2. \quad \frac{f_A}{c + v_A} = \frac{f_{zid}}{c} \Rightarrow f_{zid} = \frac{c}{c + v_A} f_A, \quad \frac{f_{zid}}{c} = \frac{f_{A1}}{c - v_A} \Rightarrow f_A = \frac{c + v_A}{c} \frac{c}{c - v_A} f_{A1} = \frac{c + v_A}{c - v_A} f_{A1} = \frac{340 + 10}{340 - 10} 200 \text{ Hz} = 212,12 \text{ Hz}$$

$$3. \quad I = \frac{1}{2} \rho c \omega^2 y_0^2 \Rightarrow \omega = \frac{1}{y_0} \sqrt{\frac{2I}{\rho c}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi y_0} \sqrt{\frac{2I}{\rho c}} = \frac{1}{2\pi \cdot 1 \cdot 10^{-6}} \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-4}}{1,29 \cdot 340}} \text{ Hz} = 107,47 \text{ Hz}$$

$$\Lambda = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-4}}{10^{-12}} = 10 \log 10^8 = 80 \text{ dB}, \quad \Delta p_0 = \sqrt{2\rho c I} = \sqrt{2 \cdot 1,29 \cdot 340 \cdot 10^{-4}} \text{ Pa} = 0,296 \text{ Pa}$$

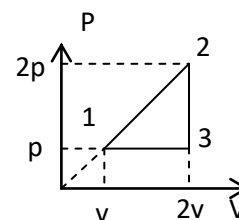
$$4. \quad \eta = \frac{A}{Q_{dov}} = \frac{Q_{dov} - |Q_{odv}|}{Q_{dov}} = 1 - \frac{|Q_{odv}|}{Q_{dov}}. \text{ Topolota se dovodi na delu procesa (3-1) a odvodi na delu (2-3). Dakle,}$$

$$\eta = 1 - \frac{|nc_p(T_3 - T_2)|}{nc_v(T_1 - T_3)} = 1 - k \frac{T_2 - T_3}{T_1 - T_3} = 1 - \kappa \frac{T_2/T_3 - 1}{T_1/T_3 - 1}. \text{ Na delu ciklusa (3-1) je } \frac{T_1}{P_1} = \frac{T_3}{P_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_3} = \frac{P_1}{P_2} = 4. \text{ Na delu}$$

$$\text{ciklusa (2-3) } \frac{T_2}{V_2} = \frac{T_3}{V_3} \Rightarrow \frac{T_2}{T_3} = \frac{V_2}{V_3} = \frac{V_2}{V_1}. \text{ Na delu (1-2) } P_1 V_1^\kappa = P_2 V_2^\kappa \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1/\kappa} = 4^{1/1,4} = 2,6918. \text{ Dakle}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{V_2}{V_1} = 2,6918. \quad \eta = 1 - 1,4 \frac{2,6918 - 1}{4 - 1} = 0,210493 = 21,05\%$$

- Kroz vazduh se prostire zvučni talas amplitude  $13 \mu\text{m}$  i brzine  $340 \text{ m/s}$ . U jednom trenutku elongacija jedne čestice vazduha je  $5 \mu\text{m}$ , a njena brzina  $36 \text{ mm/s}$ . Odrediti talasnu dužinu posmatranog zvučnog talasa.
- Zvučni izvor prolazi pored posmatrača koji miruje. Pri približavanju posmatrač registruje jednu frekvenciju a pri udaljavanju drugu koja je za  $2,5\%$  manja od prvobitne. Koliki je odnos stvarne frekvencije i frekvencije registrovane pri udaljavanju zvučnog izvora?
- Kroz vazduh se prostire zvučni talas frekvencije  $1\text{kHz}$  i amplitude oscilovanja  $2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ . Odrediti nivo zvuka, ako je brzina zvuka u vazduhu  $340\text{m/s}$ , a gustina vazduha  $1,29 \text{ kg/m}^3$ . Intenzitet zvuka koji odgovara pragu čujnosti iznosi  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ .
- Idealan dvoatomni gas menja stanja prema ciklusu sa slike (1-2-3-1). Odrediti koeficijent korisnog dejstva ciklusa.



$$1. \quad y = y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x); \quad v = \omega \cdot y_0 \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x) \Rightarrow \left(\frac{y}{y_0}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega \cdot y_0}\right)^2 = 1 \Rightarrow$$

$$\omega = \frac{|v|}{\sqrt{y_0^2 - y^2}} = \frac{0,036}{\sqrt{(13 \cdot 10^{-6})^2 - (5 \cdot 10^{-6})^2}} = 3000 \frac{\text{rad}}{\text{s}}; \quad f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = 477,46 \text{ Hz}$$

$$c = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{477,46} \text{ m} = 0,7121 \text{ m}$$

$$2. \quad \frac{f}{c-v} = \frac{f_{P1}}{c}, \quad \frac{f}{c+v} = \frac{f_{P2}}{c}, \quad f_{P2} = 0,975 \cdot f_{P1} \Rightarrow \frac{c}{c+v} f = 0,975 \frac{c}{c-v} f \Rightarrow v = \frac{0,025}{1,975} c$$

$$\frac{f}{f_{P2}} = \frac{c+v}{c} = 1 + \frac{v}{c} = 1 + \frac{0,025}{1,975} = \frac{2}{1,975} = 1,012658$$

$$3. \quad \Lambda = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{p_0^2}{2\rho c I_0} = 10 \log \frac{(2\pi f \rho c y_0)^2}{2\rho c I_0} = 10 \log \frac{2\pi^2 \rho c f^2 y_0^2}{I_0} = 10 \log \frac{2\pi^2 \cdot 1,29 \cdot 340 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 10^{-14}}{10^{-12}} = 85,39 \text{ dB}$$

$$4. \quad \eta = \frac{A}{Q_{dov}} = \frac{(2v-v)(2p-p)/2}{Q_{12}} = \frac{pv/2}{nC(T_2-T_1)} = \frac{nRT_1}{2nC(T_2-T_1)} = \frac{(C_p - C_v)T_1}{2CT_1(T_2/T_1 - 1)} = \frac{C_v(\kappa - 1)}{2C(T_2/T_1 - 1)}; \quad \kappa = C_p/C_v = \frac{j+2}{j}$$

$$\kappa = \frac{5+2}{5} = 1,4. \quad (1-2) \text{ politropski proces; } PV^\nu = \text{const} \Rightarrow pV^\nu = 3p(3V)^\nu \Rightarrow 1 = 3^{\nu+1} \Rightarrow \nu = -1,$$

$$\nu = \frac{C - C_p}{C - C_v} = -1 \Rightarrow C = \frac{C_p + C_v}{2}; \quad \left. \begin{array}{l} (1-2) \quad pV = nRT_1 \\ 2p \cdot 2V = nRT_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 4$$

$$\eta = \frac{C_v(\kappa - 1)}{(C_p + C_v)(T_2/T_1 - 1)} = \frac{C_v(\kappa - 1)}{C_v(\kappa + 1)(T_2/T_1 - 1)} = \frac{(\kappa - 1)}{(\kappa + 1)} \frac{1}{T_2/T_1 - 1}, \quad \eta = \frac{\kappa - 1}{(\kappa + 1)} \frac{1}{4 - 1} = \frac{1}{3} \frac{\kappa - 1}{\kappa + 1} = \frac{1}{3} \frac{0,4}{2,4} = 0,0555$$