

- Krajišče napete vrvice niha harmonično s frekvenco 3 Hz in amplitudo 5 cm. Po njej se širi valovanje z valovno dolžino 0,5 m.
 - Določi hitrost valovanja. (1,5 m/s)
 - Zapiši enačbo odmika za vsak del vrvice!
 - Kolikšen je odmik, hitrost in pospešek dela vrvice, ki je 0,5 m od krajišča, 5 s po prehodu krajišča vrvice skozi ravnovesno lego? ($u=0$ m, $v=0,94$ m/s, $a=0$ m/s²)
 - Kolikšna je fazna razlika med nihanjem dveh točk v razmiku 5 cm? ($0,2\pi$)
- Netopir oddaja ultrazvok z valovno dolžino 0,2 cm. Kolikšna je frekvenca zvoka pri temperaturi 30°C (174,4 kHz)?
- Ladja pošlje istočasno signal proti obali po vodi in po zraku. Temperatura zraka je 27°C, gostota vode je 1,03 g/cm³, stisljivost vode pa je 4,6·10⁻⁵ bar⁻¹. Signal prispe do obale 20 s prej po vodi kot po zraku. Kako daleč od obale je ladja? (9,1 km)
- Struno, po kateri potuje val 1 s, močneje napnemo, da se sila poveča za 5 %. Za koliko se spremeni čas potovanja vala? ($t_2=0,975$ s)
- Kolikšna je hitrost zvoka v vodi pri 40 °C? Gostota vode pri 20 °C je 0,998 g/cm³, stisljivost 4,6·10⁻⁵ bar⁻¹, temperaturna razteznost pa 3·10⁻⁴ K⁻¹

$$c(T=20\text{ }^\circ\text{C}) = c_0 = \sqrt{1/\chi\rho_0} = 1476\text{ m/s}$$

$$c(T=40\text{ }^\circ\text{C}) = c = \sqrt{1/\chi\rho}$$

$$\rho = m/V = m/V_0(1+\beta\Delta T) = \rho_0/(1+\beta\Delta T)$$

$$c=c_0\sqrt{1+\beta\Delta T} = 1480\text{ m/s}$$

- S kladivom udarimo v vzdolžni smeri čelno stran jeklene cevi. Udarec na drugi strani zaslišimo 0,02 s kasneje. Kolikšen je prožnostni modul cevi? Dolžina cevi je 100 m, gostota pa 7,8 g/cm³ (1,95 Mbar)
- S kolikšno hitrostjo se širijo transverzalni valovi po 1 m dolgi in 2 mm debeli aluminijasti struni, če na struno obesimo utež z maso 2 kg? Gostota aluminija je 2,7 g/cm³ (48 m/s)



$$\nu = 3 \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{3} = 0,33 \text{ s} \rightarrow u_0 = 5 \text{ cm}$$

$$\lambda = 0,5 \text{ m}$$

$$c = \lambda \cdot \nu \quad \text{or a) } c = 0,5 \text{ m} \cdot 3 \text{ s}^{-1} = \underline{\underline{1,5 \text{ m/s}}}$$

$$\text{b) } u = u_0 \cdot \sin(\omega t - kx)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

↑ valomo št., kje te vredni pomnožimo

$$u_k = 2 \quad t = 5 \text{ s} \quad \Delta x = 0,5 \text{ m}$$

$$\nu = 3$$

$$a = ?$$

e)

$$u = 0,05 \text{ m} \cdot \sin\left(2\pi \cdot 3 \text{ Hz} \cdot 5 \text{ s} - \frac{2\pi}{0,5} \cdot 0,5 \text{ m}\right) = \emptyset \quad \omega = 2\pi \nu$$

$$v = \omega \cdot u_0 \cdot \cos(\omega t - kx) = 2\pi \cdot 3 \cdot 0,05 \cdot \cos\left(2\pi \cdot 3 \cdot 5 - \frac{2\pi}{0,5} \cdot 0,5\right) = 0,94 \text{ m/s}$$

$$a = -\omega^2 u_0 \cdot \sin(\omega t - kx) = -2\pi \cdot 3 \cdot 0,05 \cdot \sin\left(2\pi \cdot 3 - \frac{2\pi}{0,5} \cdot 0,5\right) = \emptyset \text{ m/s}^2$$

$$a_0 = \omega^2 u_0$$

d)

$$\varphi = kx = \frac{2\pi}{0,5 \text{ m}} \cdot 0,05 \text{ m} = 0,2\pi$$

2

$$\lambda = 0,2 \text{ m} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$T = 30^\circ = 293 \text{ K}$$

$$R = 8315 \text{ J/kmolK}$$

$$M_{\text{mol}} = 29 \text{ kg/kmol}$$

$$\gamma = 1,4$$

$$c = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}$$

$$c = \sqrt{\frac{1,4 \cdot 8315 \cdot 293}{29}} = 342,95 \text{ m/s}$$

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{342,95}{0,2 \cdot 10^{-3}} = 171,475 \text{ kHz}$$

3

$$T = 27^\circ \text{C} = 300,15 \text{ K}$$

$$\rho_0 = 1,03 \text{ g/cm}^3 = 1030 \text{ kg/m}^3$$

$$\chi = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ bar}^{-1}$$

$$t = 20 \text{ s}$$



$$c_2 = \sqrt{\frac{1,4 \cdot 8315 \cdot 300,15}{29}} = 347,11 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ bar}^{-1} = 10^{-5} \text{ Pa}^{-1}$$

$$4,6 \cdot 10^{-5} \text{ bar}^{-1} = 4,6 \cdot 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$$

$$c_1 = \sqrt{\frac{K}{\rho}} = \sqrt{\frac{1}{29}} = \frac{1}{\sqrt{29}} = 1452,79 \text{ m/s}$$

K = modul

statisti

$$x = c_1 t_1$$

$$c_1 t_1 = c_2 t_2 = x$$

$$x = c_2 t_2$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$\Delta t + t_1 = t_2$$

$$\frac{c_1 \cdot c_2 \Delta t}{c_1 - c_2} = c_2 \Delta t + c_2 \frac{c_2 \Delta t}{c_1 - c_2}$$

$$c_1 t_1 = c_2 (\Delta t + t_1)$$

$$c_1 t_1 = c_2 \Delta t + c_2 t_1$$

$$c_1 t_1 - c_2 t_1 = c_2 \Delta t$$

$$t_1 (c_1 - c_2) = c_2 \Delta t$$

$$t_1 = \frac{c_2 \Delta t}{c_1 - c_2}$$



4)

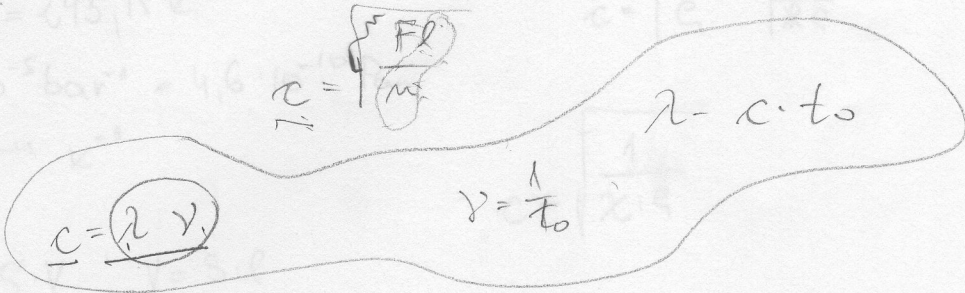
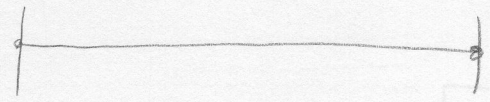
$T_1 = 40^\circ\text{C} = 313,15\text{ K}$

$T = 1\text{ s}$

$F' = F_0 + 105 = 293,15\text{ K}$

$\lambda = 4,6 \cdot 10^{-5}\text{ bar} = 4,6$

$\rho = 5 \cdot 10^{-4}$



$\lambda = \lambda \cdot \frac{1}{t_0}$

$C_1 = \frac{F_0 \cdot l}{\lambda}$

$C_2 = \frac{F_1 \cdot l \cdot \rho \cdot \lambda}{\lambda}$

$\lambda^2 \cdot \gamma^2 = \frac{F \cdot l}{\rho}$

$\frac{\lambda^2}{t_0^2} = \frac{F \cdot l}{\rho}$

$t_0^2 = \frac{\lambda^2 \cdot \rho}{F \cdot l}$

$\frac{\lambda^2}{t_0^2} = \frac{F \cdot l}{\rho}$

$\frac{\lambda^2}{t_0^2} = \frac{F_0 \cdot 1,05}{\rho}$

$\frac{\lambda^2}{F \cdot t_0^2} = \frac{\lambda}{\rho}$

$\frac{\lambda^2}{F \cdot t_{01}^2} = \frac{\lambda^2}{F \cdot 1,05 \cdot t_{02}^2} \sqrt{\frac{t_{01}^2}{1,05}} = t_{02}$

$t_{02} = \sqrt{\frac{1}{1,05}} = 0,975 \Delta$

~~$F \cdot t_{02}^2 \lambda^2 = \lambda^2 \cdot F \cdot 1,05 \cdot t_0^2$~~

$t_0^2 = \frac{1}{1,05} t_{02}^2$



$$T_1 = 40^\circ\text{C} = 313,15 \text{ K}$$

$$\rho_v = 0,998 \text{ g/cm}^3$$

$$T_2 = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$\chi = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ bar}^{-1} = 4,6 \cdot 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$$

$$\beta = 3 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$

$$c = \sqrt{\frac{k}{\rho}} = \frac{1}{\sqrt{\rho \chi}}$$

modul
stisnosti

$$c = \sqrt{\frac{1}{\chi \cdot \rho}}$$

$$m = \rho V \quad V = S l$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho_{20} = 0,998 \text{ g/cm}^3 = \boxed{998 \text{ kg/m}^3}$$

$$\rho_{110} = \frac{m}{V_{110}}$$

$$V_{110} = V_{20} (1 + \beta \Delta T)$$

$$\rho_{110} = \frac{m}{V_{20} (1 + \beta \Delta T)} = \frac{\rho_{20}}{1 + \beta \Delta T}$$

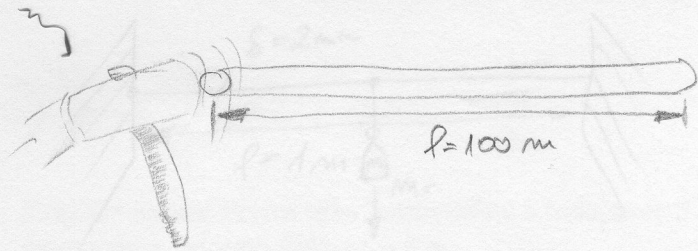
$$= \frac{998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1 + 3 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1} \cdot 20 \text{ K}} = \boxed{992,05 \text{ kg/m}^3}$$

$$c_{110} = \sqrt{\frac{1}{\chi \rho}} = \sqrt{\frac{1}{4,6 \cdot 10^{-10} \text{ Pa}^{-1} \cdot 992,05 \text{ kg/m}^3}} = \boxed{1480,32 \text{ m/s}}$$

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}^2} = \left(\frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \right)$$

$$= \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$$





→ proužmariti
vredne
 $F = ?$

$$\rho = 78 \text{ g/cm}^3 = 7800 \text{ kg/m}^3$$

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$$t = 0.02 \text{ s}$$

$$F = c^2 \cdot \rho$$

$$c = 100 \text{ m} / 0.02 \text{ s}$$

$$c = 5000 \text{ m/s}$$

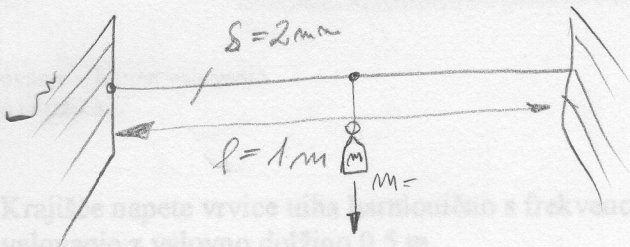
$$F = (5000 \text{ m/s})^2 \cdot 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} =$$

$$= 195 \text{ Mbar}$$

$$\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \text{m}}$$

$$N = \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \frac{\text{m}}{\text{m}^2 \text{s}^2} = \frac{N}{\text{m}^2}$$

$$F = mg = 2 \cdot 9,80665 = 19,6133$$



FFBI

2

1. Krajšje napete vrvice niha harmonično s frekvenco 3 Hz in amplitudo 5 cm. Po njej se širi valovanje z valovno dolžino 0,5 m.

$$S = \pi v^2$$

$$2l = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$l = 1 \text{ m}$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ g/cm}^3 = 2700 \text{ kg/m}^3$$

- a) Kolikšna je hitrost valovanja. (1,5 m/s)
- b) Kolikšna je hitrost odnaka za vsak del vrvice? (0,5 m/s)
- c) Kolikšna je odmik, hitrost in pospešek krajišča, 5 s po pretekli krajišča vrvice skozi ravnovesno lego? ($x=0 \text{ m}$, $v=-0,94 \text{ m/s}$, $a=0 \text{ m/s}^2$)
- d) Kolikšna je fazna razlika med nihanjem dveh točk v razmiku 5 cm? ($0,2 \pi$)

$$m_{\text{tot}} = \rho V = 8,48 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

3. Ljudje bolje istočasno slišijo glasno odzvanjanje v obali jezera in po zraku. Temperatura zraka je 27°C, gostota vode je 1,03 g/cm³, sušljivost vode pa je 4,6 · 10⁻⁵ bar⁻¹. Signal prispe do obale 20 s prej po vodi kot po zraku. Kako daleč od obale je ladja? (0,1 km)

$$F = mg = 29,80065 = 19,61 \text{ N}$$

4. Struna, ki je napeta s silo F, napučna, če se sila poveča za 5%. Za koliko se spremenijo hitrost valovanja in valovna dolžina? (1,097 m/s)

$$c = \sqrt{\frac{F}{\rho S}} = \sqrt{\frac{F l}{m}}$$

5. Kolikšna je hitrost zvoka v vodi pri 40 °C? Gostota vode pri 20 °C je 0,998 g/cm³, sušljivost 4,5 · 10⁻⁵ bar⁻¹, temperaturna razteznost pa 3 · 10⁻⁴ K⁻¹.

$$c = 148,1 \text{ m/s}$$

$$c(T=20^\circ\text{C}) = c_0 = \sqrt{1/\rho_0} = 1476 \text{ m/s}$$

$$c(T=40^\circ\text{C}) = c = \sqrt{1/\rho}$$

$$\rho = m/V = m/V_0(1+\beta\Delta T) = \rho_0/(1+\beta\Delta T)$$

$$c = \sqrt{1+\beta\Delta T} = 1480 \text{ m/s}$$

6. S ključem udarimo v vzdolžni smeri čelno stran jeklene cevi. Učarec na drugi strani zaslišimo 0,02 s kasneje. Kolikšen je prožnostni modul cevi? Dolžina cevi je 100 m, gostota pa 7,8 g/cm³. (1,95 Mbar)

7. S kolikšno hitrostjo se širijo transverzalni valovi po 1 m dolgi in 2 mm debeli aluminijasti struni, če na struno obrnemo utež z maso 2 kg? Gostota aluminija je 2,7 g/cm³. (48 m/s)

