

Zadatak 061 (Božidar, srednja škola)

Kolika je brzina širenja zvuka u zraku:

- na temperaturi $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$
- na temperaturi $t_2 = -20\text{ }^\circ\text{C}$
- na apsolutnoj nuli $t_3 = -273.15\text{ }^\circ\text{C}$? (brzina zvuka pri $0\text{ }^\circ\text{C}$ $v_0 = 331\text{ m/s}$)

Rješenje 061

$$t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}, \quad t_2 = -20\text{ }^\circ\text{C}, \quad t_3 = -273.15\text{ }^\circ\text{C}, \quad v_0 = 331\text{ m/s}, \quad v_1 = ?, \quad v_2 = ?, \quad v_3 = ?$$

Brzina zvuka u zraku mijenja se s temperaturom i možemo je približno odrediti prema izrazu

$$v = v_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{t}{273.15}},$$

gdje je v_0 brzina zvuka pri $0\text{ }^\circ\text{C}$ (331 m/s), a t temperatura zraka.

a)

$$v_1 = v_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{t_1}{273.15}} = 331 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sqrt{1 + \frac{20}{273.15}} = 342.90 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b)

$$v_2 = v_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{t_2}{273.15}} = 331 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sqrt{1 - \frac{20}{273.15}} = 318.65 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c)

$$v_3 = v_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{t_3}{273.15}} = 331 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sqrt{1 - \frac{273.15}{273.15}} = 331 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0 = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Na apsolutnoj nuli ($T = 0\text{ K}$) brzina zvuka jednaka je nuli.

Vježba 061

Kolika je brzina širenja zvuka u zraku na temperaturi $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$ (brzina zvuka pri $0\text{ }^\circ\text{C}$ $v_0 = 331\text{ m/s}$)

Rezultat: 386.87 m/s .

Zadatak 062 (Zvonimir, srednja škola)

Jednadžba transverzalnog vala ima oblik $y = 0.12\text{ m} \cdot \sin\left(16 \cdot \pi \cdot \left(t - \frac{x}{50}\right)\right)$. Odredite:

- amplitudu vala
- frekvenciju valnog gibanja
- valnu duljinu
- brzinu vala
- smjer širenja vala.

Rješenje 062

$$y = 0.12\text{ m} \cdot \sin\left(16 \cdot \pi \cdot \left(t - \frac{x}{50}\right)\right), \quad A = ?, \quad v = ?, \quad \lambda = ?, \quad v = ?$$

Val je širenje titranja iz izvora vala kroz neko sredstvo. Zrake vala su pravci po kojima se titranje širi od čestice do čestice. Udaljenost za koju se val proširio dok čestica u izvoru napravi jedan potpuni titraj zove se duljina vala λ . Veza između valne duljine λ , periode T i brzine vala v je

$$v = \frac{\lambda}{T}.$$

Frekvencija ν je broj ophoda (titraja) u jedinici vremena (u 1 sekundi). Perioda T je vrijeme jednog ophoda (titraja). Između frekvencije ν i periode T postoji veza:

$$T \cdot v = 1 \Rightarrow T = \frac{1}{v} \Rightarrow v = \frac{1}{T}$$

Kada se neprigušeni harmonički titraji iz izvora prostiru brzinom v u smjeru pozitivne osi x , elongacija $y(x, t)$ točke koja je udaljena za x od izvora vala jednaka je

$$y(x, t) = A \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t - \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \cdot x\right),$$

gdje su A amplituda, T perioda titranja i λ valna duljina. U jednadžbi se pojavljuju dvije varijable: vrijeme t i udaljenost x od položaja ravnoteže.

- Ako je vrijeme t konstantno jednadžba daje pomake pojedinih točaka u tom trenutku, odnosno raspodjelu faza titranja u vremenu.
- Ako je udaljenost x konstantna jednadžba daje titranje čestica u vremenu na toj udaljenosti, odnosno promjenu elongacije u vremenu.

Preoblikujemo zadanu jednadžbu vala i usporedimo s formulom.

$$y = 0.12 \text{ m} \cdot \sin\left(16 \cdot \pi \cdot \left(t - \frac{x}{50}\right)\right) \Rightarrow y = 0.12 \text{ m} \cdot \sin\left(16 \cdot \pi \cdot t - \frac{16 \cdot \pi}{50} \cdot x\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = 0.12 \text{ m} \cdot \sin\left(16 \cdot \pi \cdot t - \frac{16 \cdot \pi}{50} \cdot x\right) \Rightarrow y = 0.12 \text{ m} \cdot \sin\left(16 \cdot \pi \cdot t - \frac{8 \cdot \pi}{25} \cdot x\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} y = A \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot t - \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \cdot x\right) \\ y = 0.12 \text{ m} \cdot \sin\left(16 \cdot \pi \cdot t - \frac{8 \cdot \pi}{25} \cdot x\right) \end{array} \right] \Rightarrow \left. \begin{array}{l} A = 0.12 \text{ m} \\ \frac{2 \cdot \pi}{T} = 16 \cdot \pi \\ \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} = \frac{8 \cdot \pi}{25} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} A = 0.12 \text{ m} \\ \frac{2 \cdot \pi}{T} = 16 \cdot \pi \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi} \\ \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} = \frac{8 \cdot \pi}{25} \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} A = 0.12 \text{ m} \\ \frac{1}{T} = 8 \\ \frac{1}{\lambda} = \frac{4}{25} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} A = 0.12 \text{ m} \\ v = 8 \text{ Hz} \\ \lambda = \frac{25}{4} \text{ m} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} A = 0.12 \text{ m} \\ v = 8 \text{ Hz} \\ \lambda = 6.25 \text{ m} \end{array} \right\}$$

a)

$$A = 0.12 \text{ m}.$$

b)

$$v = 8 \text{ Hz}.$$

c)

$$\lambda = 6.25 \text{ m}.$$

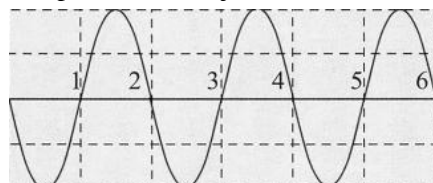
d)

Brzina vala iznosi:

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow v = \lambda \cdot v = 6.25 \text{ m} \cdot 8 \frac{1}{s} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

e)

Iz jednadžbe je očito da se val širi u pozitivnom smjeru osi x .



Vježba 062

Jednadžba transverzalnog vala ima oblik $y = 2 \text{ cm} \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{t}{0.01 \text{ s}} - \frac{x}{30 \text{ cm}}\right)\right)$. Odredite:

- a) amplitudu vala
- b) frekvenciju valnog gibanja
- c) valnu duljinu.

Rezultat: $A = 2 \text{ cm}$, $v = 100 \text{ Hz}$, $\lambda = 30 \text{ cm}$.

Zadatak 063 (Azra, tehnička škola)

Snaga zvučnog izvora je 5 mW. Na kojoj će udaljenosti od izvora intenzitet zvuka odgovarati intenzitetu praga čujnosti? Pri proračunu pretpostavimo da se val giba od izvora do slušatelja bez smetnje. Također, imati na umu činjenicu da se val širi u svim smjerovima u prostoru.

A. 0.5 km B. 1 km C. 2 km D. 4 km E. 20 km

(intenzitet I_0 odgovara otprilike najslabijem zvuku kojega još prosječno uho može čuti te iznosi $I_0 = 10^{-12} \text{ W / m}^2$ pri frekvenciji 1 kHz)

Rješenje 063

$$P = 5 \text{ mW} = 0.005 \text{ W}, \quad I_0 = 10^{-12} \text{ W / m}^2, \quad r = ?$$

Intenzitet I zvučnih valova je snaga koju nosi zvučni val pri prolazu jediničnom površinom okomitom na smjer širenja zvuka, tj.

$$I = \frac{P}{S},$$

gdje je za točkasti izvor vala

$$S = 4 \cdot r^2 \cdot \pi,$$

a r je polumjer kugle jer se val širi u svim smjerovima.

Prema uvjetu zadatka slijedi:

$$\left. \begin{array}{l} I = I_0 \\ I = \frac{P}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow I_0 = \frac{P}{S} \Rightarrow I_0 = \frac{P}{S} \cdot \frac{S}{I_0} \Rightarrow S = \frac{P}{I_0} \Rightarrow [S = 4 \cdot r^2 \cdot \pi] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 \cdot r^2 \cdot \pi = \frac{P}{I_0} \Rightarrow 4 \cdot r^2 \cdot \pi = \frac{P}{I_0} \cdot \frac{1}{4 \cdot \pi} \Rightarrow r^2 = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot I_0} \Rightarrow r^2 = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot I_0} \cdot \sqrt{\quad} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r = \sqrt{\frac{P}{4 \cdot \pi \cdot I_0}} \Rightarrow r = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot I_0}} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{0.005 \text{ W}}{\pi \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}} = 19947.11 \text{ m} \approx 20 \text{ km}.$$

Odgovor je pod E.

Vježba 063

Snaga zvučnog izvora je 5000 μW . Na kojoj će udaljenosti od izvora intenzitet zvuka odgovarati intenzitetu praga čujnosti? Pri proračunu pretpostavimo da se val giba od izvora do slušatelja bez smetnje. Također, imati na umu činjenicu da se val širi u svim smjerovima u prostoru.

A. 0.5 km B. 1 km C. 2 km D. 4 km E. 20 km

(intenzitet I_0 odgovara otprilike najslabijem zvuku kojega još prosječno uho može čuti te iznosi $I_0 = 10^{-12} \text{ W / m}^2$ pri frekvenciji 1 kHz)

Rezultat: E.

Zadatak 064 (Marinko, srednja škola)

Razlika u hodu dvaju valova koji interferiraju iznosi $\frac{\lambda}{2}$. Kolika je razlika faza tih valova?

- A. 180° B. 90° C. 360° D. 0° E. $\frac{\pi}{2}$

Rješenje 064

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2}, \quad \Delta \varphi = ?$$

Dvije točke koje se nalaze na udaljenosti x_1 i x_2 od izvora vala imaju međusobnu razliku u fazi, odnosno pomak u fazi:

$$\Delta \varphi = 2 \cdot \pi \cdot \frac{x_2 - x_1}{\lambda} \Rightarrow \Delta \varphi = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \cdot \Delta x.$$

$$\Delta \varphi = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \cdot \Delta x \Rightarrow \left[\Delta x = \frac{\lambda}{2} \right] \Rightarrow \Delta \varphi = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \Delta \varphi = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta \varphi = \pi \Rightarrow \Delta \varphi = 180^\circ.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 064

Razlika u hodu dvaju valova koji interferiraju iznosi λ . Kolika je razlika faza tih valova?

- A. 180° B. 90° C. 360° D. 0° E. $\frac{\pi}{2}$

Rezultat: C.

Zadatak 065 (Sven, srednja škola)

Na koncertu rock – skupine izmjeren je srednji intenzitet zvuka od $5 \text{ W} / \text{m}^2$. Kolika energija je prenesena na bubnjić uha površine 0.5 cm^2 ako je koncert trajao 2 sata?

- A. 1.8 J B. 18 kJ C. 5 J D. 0.5 mJ

Rješenje 065

$$I = 5 \text{ W} / \text{m}^2, \quad A = 0.5 \text{ cm}^2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2, \quad t = 2 \text{ h} = 7200 \text{ s}, \quad E = ?$$

Intenzitet I vala je energija koju val prenese u jediničnom vremenu kroz jediničnu površinu smještenu okomito na smjer širenja:

$$I = \frac{E}{A \cdot t}.$$

$$I = \frac{E}{A \cdot t} \Rightarrow \frac{E}{A \cdot t} = I \Rightarrow \frac{E}{A \cdot t} = I \cdot A \cdot t \Rightarrow E = I \cdot A \cdot t = 5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot 7200 \text{ s} = 1.8 \text{ J}.$$

Odgovor je pod A.

**Vježba 065**

Na koncertu rock – skupine izmjeren je srednji intenzitet zvuka od $10 \text{ W} / \text{m}^2$. Kolika energija je prenesena na bubnjić uha površine 0.5 cm^2 ako je koncert trajao 1 sat?

- A. 1.8 J B. 18 kJ C. 5 J D. 0.5 mJ

Rezultat: A.

Zadatak 066 (Sven, srednja škola)

Zvučnim valom prenosi se 50 mJ u sekundi kroz površinu od 2 m^2 . Izračunajte intenzitet zvuka.

Rješenje 066

$$E = 50 \text{ mJ} = 0.05 \text{ J}, \quad t = 1 \text{ s}, \quad A = 2 \text{ m}^2, \quad I = ?$$

Intenzitet I vala je energija koju val prenese u jediničnom vremenu kroz jediničnu površinu smještenu okomito na smjer širenja:

$$I = \frac{E}{A \cdot t}.$$

$$I = \frac{E}{A \cdot t} = \frac{0.05 \text{ J}}{2 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ s}} = 0.025 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 25 \frac{\text{mW}}{\text{m}^2}.$$

Vježba 066

Zvučnim valom prenosi se 100 mJ u sekundi kroz površinu od 4 m^2 . Izračunajte intenzitet zvuka.

Rezultat: $25 \text{ mW} / \text{m}^2$.

www.halapa.com