



**Vprašanja:**

1. Pri ravnem valovanju, kjer ni absorpcije, teče energijski tok z gostoto  $1 \text{ W/m}^2$ . Kolikšen tok teče prečno skozi kvadraten okvir s stranico  $2 \text{ m}$ ? 4 W

2. Pri kroglnem valovanju teče skozi krogelno površino polmera  $2 \text{ m}$ , ki izvir obdaja, energijski tok  $1 \text{ W}$

$$4\pi r^2 = 16\pi \text{ m}^2 \Rightarrow \bar{I} = 1,99 \cdot 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

- a) Kolikšen tok teče skozi krogelno površino polmera  $4 \text{ m}$ , če ni absorpcije? 4 W  
 b) Kolikšna je gostota energijskega toka v razdalji  $4 \text{ m}$ , če je v razdalji  $2 \text{ m}$  gostota energijskega toka  $1 \text{ W/m}^2$ ? 201 W

$$\Rightarrow \underline{201 \text{ W}}$$

**Animacije:**

1. Ponazoritev odboja vala na vrvi (izberi prosto, vpeto krajišče, prehod vala s tanjše na debelejšo vrv ali obratno)

<http://www.surendranath.org/Applets/Waves/TwaveRefTran/TwaveRefTranApplet.html>

2. Ponazoritev odboja in loma valovne fronte s pomočjo Huygensovega principa: po startu se skozi rumeno sredstvo širi hitrejše valovanje proti zelenemu sredstvu, kjer je hitrost manjša:

<http://www.phys.hawaii.edu/~7Eteb/java/ntnujava/propagation/propagation.html> ali

<http://www.sciencejoywagon.com/physicszone/lesson/otherpub/wfendt/huygens.htm>

3. Ponazoritev Fermatovega principa: po kateri poti iz levega zgornjega ogla priti v najkrajšem času v diagonalno nasprotni kot skozi področji z različnima hitrostma?

<http://www.phys.hawaii.edu/~7Eteb/java/ntnujava/refraction/refraction.html>

**Naloge:**

1. Ton s frekvenco  $100 \text{ Hz}$  ima v vodi gostoto energijskega toka  $10^{-2} \text{ W/m}^2$ . Kolikšni sta amplitudi odmika in tlaka? Stisljivost vode je  $5 \cdot 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$ . ( $u_0 = 0,2 \mu\text{m}$ ,  $\Delta p_0 = 168 \text{ Pa}$ )

2. Skozi zrak se širi valovanje s frekvenco  $1000 \text{ Hz}$ . Največja hitrost delcev zraka je  $60 \mu\text{m/s}$ . Kolikšne so amplitude odmikov in gostota zvočnega toka? Hitrost zvoka je  $340 \text{ m/s}$ , gostota zraka pa  $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$  ( $0,2 \text{ nm}$ ,  $10^{-2} \text{ W/m}^2$ )

3. Določi razmerje amplitud zvočnega tlaka za zvočni val v vodi in za zvočni val v zraku, če sta frekvenci in gostoti zvočnih tokov obeh valov enaki. Gostota zraka je  $1,2 \text{ kgm}^{-3}$ , hitrost zvoka v zraku je  $340 \text{ ms}^{-1}$ , gostota vode pa  $1 \text{ gcm}^{-3}$  in hitrost zvoka v vodi  $1400 \text{ ms}^{-1}$  ( $\Delta p_0 \text{ voda} / \Delta p_0 \text{ zrak} = 59$ )

resilne? ?



$$\nu = 100 \text{ Hz}$$

$$\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$j = 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

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

$$u_0 = ?$$

$$\Delta p_0 = ?$$

$$c = \frac{1}{\chi \rho} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-10} \cdot 1000} = 1414 \text{ m/s}$$

$$j = \frac{\rho u_0^2 \omega^2 c}{2} \quad \omega = 2\pi \nu = 200\pi$$

$$u_0 = \sqrt{\frac{2j}{\rho \omega^2 c}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-2}}{1000 \cdot (200\pi)^2 \cdot 1414}} = 0,189 \mu\text{m}$$

$$\Delta p_0 = \sqrt{j \rho c^2} = \sqrt{10^{-2} \cdot 1000 \cdot 1414^2} = 168,17 \text{ Pa}$$

2

$$\nu = 1000 \text{ Hz}$$

$$\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

$$u_0 = 60 \mu\text{m/s}$$

$$c = 340 \text{ m/s}$$

$$u_0 = ?$$

$$j = ?$$

$$\omega = 2\pi \nu = 2\pi \cdot 1000 = 2000\pi$$

$$u_0 = u_0 \omega$$

$$u_0 = \frac{u_0}{\omega} = \frac{60 \cdot 10^{-6}}{2000\pi}$$

$$j = \frac{P}{S} = \frac{\rho u_0^2 \omega^2 c}{2} = \frac{\Delta p_0^2}{2 \rho c}$$

$$j = \frac{\rho \left(\frac{u_0}{\omega}\right)^2 \cdot \omega^2 c}{2}$$

$$u_0 = \frac{60 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}}{2000\pi}$$

$$u_0 = 9,55 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$u_0 = 9,55 \text{ nm}$$

$$j = \frac{\rho u_0^2 \cdot c}{2} = \frac{1,29 (60 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 340}{2}$$

$$j = 789 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$$

$$j = 789 \text{ nW/m}^2$$



$\Delta p_{\text{voda}}$   
 $\Delta p_{\text{zrak}}$

-2  
"

$$v_1 = v_2$$

$$f_1 = f_2$$

$$\rho_{\text{zrak}} = 1,2 \text{ kg/m}^3 \quad c_1 = 340 \text{ m/s}$$

$$\rho_{\text{voda}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad c_2 = 1400 \text{ m/s}$$

Vprašanja:

$$1. \Delta p_{\text{ov}} = \sqrt{j^2 \rho_1 c_1 v} \quad \Delta p_{\text{oz}} = \sqrt{j^2 \rho_2 c_2 v}$$

2. Pri kroglečnem valovanju teče skozi kroglečo površino polmera 2 m, ki izvir oddaja

$$\frac{\Delta p_{\text{ov}}}{\Delta p_{\text{oz}}} = \frac{\rho_1 c_1}{\rho_2 c_2} = \frac{1000 \cdot 1400}{1,2 \cdot 340} = \boxed{58,58}$$

Analiziraj:

1. Ponaazoriraj odboja vala na vrvi (izberi pristo, vpeto krajšiče, prehod vala s tanjšo na debelejšo vrv ali obratno)

2. Ponaazoriraj odboja in loma valovne fronte s pomočjo Huygensovega principa: po staru se skozi rumeno sredstvo širi hitrejša valovanja proti zelenemu sredstvu, kjer je hitrost manjša

3. Ponaazoriraj Fermatovega principa: po kateri poti iz levega zgornjega ogla priti v najkrajšem času v diagonalsko nasprotni kot skozi področji z različnimi hitrostma?

Naloga:

1. Ton s frekvenco 100 Hz ima v vodi gostoto energijskega toka  $10^{-3} \text{ W/m}^2$ . Kolikšni sta amplitudi odmika in tlaka? Slušljivost voda je  $5 \cdot 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$  ( $n_1 = 0,2 \text{ nm}$ ,  $\Delta p_0 = 16 \text{ SPa}$ )

2. Skozi zrak se širi valovanje s frekvenco 1000 Hz. Največja hitrost delcev zraka je  $60 \mu\text{m/s}$ . Kolikšni sta amplitudi odmikov in gostota zvočnega toka? Hitrost zvoka je  $340 \text{ m/s}$ , gostota zraka pa  $\rho = 1,29 \text{ kg/m}^3$  ( $0,2 \text{ nm}$ ,  $10^{-3} \text{ W/m}^2$ )

3. Določi razmerje amplitud zvočnega tlaka za zvočni val v vodi in za zvočni val v zraku, če sta frekvenci in gostoti zvočnih tokov obeh valov enaki. Gostota zraka je  $1,2 \text{ kgm}^{-3}$ , hitrost zvoka v zraku je  $340 \text{ ms}^{-1}$ , gostota vode pa  $1 \text{ gcm}^{-3}$  in hitrost zvoka v vodi  $1400 \text{ ms}^{-1}$ . ( $\Delta p_{\text{voda}} / \Delta p_{\text{zrak}} = 59$ )

