

**MEHANSKO VALOVANJE – energija valovanja**

1. Po struni potuje sinusno valovanje z amplitudo 2 cm, valovno dolžino 50 cm in hitrostjo 6 m/s. Struna je dolga 30 m in ima maso 6 kg.
- Kolikšna je največja transversalna hitrost delcev na struni?
  - Kolikšen je največji transversalni pospešek?
  - Kolikšno moč prenaša valovanje po napeti struni?
2. Točkast izvor oddaja v okolico krogelno valovanje s frekvenco 440 Hz. Gostota energijskega toka na neki razdalji od izvora je  $25 \text{ mW/m}^2$ . V točki, ki je za 10 m bolj oddaljena od izvora pa znaša  $16 \text{ mW/m}^2$ . Hitrost valovanja je 340 m/s.
- Kako daleč od izvora je prva točka?
  - Kolikšna je amplituda odmikov molekul zraka v oddaljeni točki, če je gostota zraka  $1,25 \text{ kg/m}^3$ ?
  - Kolikšna je moč izvora?
3. Sopranistka, ki poje visoki c (1056 Hz), povzroči v oddaljenosti 10 m glasnost 80 db. Oceni zvočno moč, ki jo oddaja?

Zvočna moč:

$$g = 10 \log j/j_0 \quad \rightarrow \quad j = j_0 10^{g/10}$$
$$j = P/4\pi r^2 \quad \rightarrow \quad P = 4\pi r^2 j_0 10^{g/10} = \underline{0,125 \text{ W}}$$

4. Na nekem mestu proč od zvočnika je glasnost 80 db. Kolikšna je nova glasnost, če moč zvočnika podvojimo.

$g_1$  – glasnost pri moči P,  
 $g_2$  – glasnost pri moči 2P.

Razlika:

$$\Delta g = g_2 - g_1 = 10 (\log j_2/j_0 - \log j_1/j_0) = 10 (\log j_2/j_1) = 10 \log 2 = \underline{3,0 \text{ dB}}$$

Če moč zvočnika podvojimo, se glasnost poveča za 3 db, neglede na to, kolikšna je bila glasnost na začetku.

Glasnost  $g_2$  je:  
 $g_2 = g_1 + \Delta g = \underline{83 \text{ dB}}$ .

5. Za koliko moramo povečati moč zvočnika, da se glasnost na izbranem mestu poveča za 10, 20, 30, 40 db?

$$g_i = 10 \log j_i/j_0,$$

$$j = P/4\pi r^2.$$

$$\Delta g_i = g_i - g_1 = 10 \log j_i/j_1 = 10 \log P_i/P_1$$

$$n_i = P_i/P_1 = 10^{\Delta g_i/10}$$

n	$\Delta g_i$	$n_i = P_i/P_1$
1	10	10
2	20	100
3	30	1000
4	40	10000
5	50	100000

6. Na izbranem mestu slišimo zvok iz dveh zvočnikov. Če deluje le en zvočnik, slišimo zvok z glasnostjo 70 db, če pa deluje le drug zvočnik, slišimo zvok z glasnostjo 65 db. Kolikšno glasnost ima zvok, ko delujeta oba zvočnika?

$$g_{1,2} = 10 \log j_{1,2}/j_0 \quad j_{1,2}/j_0 = 10^{(g_{1,2}/10)}$$

$$j = j_1 + j_2$$

$$j = j_0(10^{(g_1/10)} + 10^{(g_2/10)})$$

$$g = 10 \log \frac{j}{j_0} = 10 \log(10^{(g_1/10)} + 10^{(g_2/10)}) = 71,2 \text{ db}$$

7. Zvočna cev na ladji je dolga 50 m. Kolikšna je glasnost na koncu cevi, če je na začetku 60 db? Povprečni absorpcijski koeficient zraka za zvok je  $5 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$ .

$$x = 50 \text{ m}$$

$$\mu = 5 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^{-1} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^{-1}$$

$$j_1 = 60 \text{ db}$$

$$g_1 = 10 \log j_1/j_0$$

$$g_2 = 10 \log j_2/j_0$$

$$\Delta g = g_1 - g_2 = 10 (\log j_1/j_0 - \log j_2/j_0) = 10 (\log j_1/j_2)$$

Absorpcija:

$$j_2 = j_1 e^{-\mu x} \quad j_1/j_2 = e^{\mu x}$$

$$g_2 = g_1 - \Delta g = g_1 - 10 \mu x \log(e) = \underline{49 \text{ db.}}$$

8. Kolikšna naj bo debelina stene z absorpcijskim koeficientom za zvok  $30 \text{ m}^{-1}$ , da ob prehodu zvoka, ki ima na zunanji strani glasnost 50 db, znotraj ne bomo slišali?

-----  
Absorpcija:

$$j_0 = j_1 e^{\mu x} \quad j_1 / j_0 = e^{\mu x}$$

-----

$$g_1 = 10 \log j_1 / j_0$$

$$g_1 = 10 \log j_1 / j_0 = 10 \mu x \log e$$

$$x = g_1 / 10 \mu \log e = \underline{0,38 \text{ m}}$$

9. Na razdalji 300 m stojita dva zvočnika, ki oddajata zvok v vse smeri. Če stojimo med zvočnikoma, na razdalji 50 m od prvega zvočnika, slišimo oba zvočnika enako glasno. Kolikšno je razmerje zvočnih moči, ki jih oddajata zvočnika. Absorpcija zvoka v zraku je 0,003 1/m. ( $P_2/P_1=45,6$ )

$$\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2 e^{-\mu(r_1-r_2)} = 45,6$$

10. Majhen zvočnik, ki oddaja zvok moči  $P=0,25 \text{ mW}$  enakomerno na vse strani, potapljamo pod vodo. Ko je zvočnik 1 m pod vodo, na gladini zvoka več ne slišimo. Kolikšen je absorpcijski koeficient vode za zvok? Na meji voda – zrak se odbije 99,9 % jakosti zvoka (gostota energijskega toka).

Na gladini:

$$g = 0 \Rightarrow j = j_0$$

Pod gladino:

$$\text{Prepustnost: } 0,1\% \Rightarrow 1000 j_0$$

$$j' = 10^3 j_0 = P e^{-\mu r} / 4\pi r^2$$

Absorpcijski koeficient:

$$\mu = 1/r \cdot \ln(P / 10^3 j_0 \cdot 4\pi r^2) = 10 \text{ m}^{-1}$$