

Zvuk

Keywords: exponenciálne a logaritmické funkcie, logaritmus, logaritmická rovnica, exponenciálna rovnica

Zvuk je mechanické vlnenie, ktoré vnímame sluchom. Výšku a dĺžku tónu vnímajú všetci ľudia približne rovnako, ale vnímanie hlasitosti je veľmi subjektívne. Hlasitosť je daná amplitúdou kmitania prostredia, v ktorom sa šíri zvuková vlna. Vzhľadom na to, že amplitúda zvukového vlnenia sa nemeria jednoducho, používajú sa na objektívne porovnanie hlasitosti veličiny intenzita zvuku I a hladina intenzity zvuku L .

Intenzita zvuku vyjadruje, koľko energie prenesú zvukové vlny za sekundu na plochu 1 m^2 kolmú na smer šírenia za jednotku času. Zdravý sluch dokáže pri frekvencii 1000 Hz zaregistrovať najmenšiu intenzitu zvuku $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, čo zodpovedá prahu počutia. Naopak, intenzita zvuku 10 W/m^2 je natoľko hlasitá, že zodpovedá prahu bolesti. Zvýšenie intenzity zvuku I na desaťnásobok však neznamená, že by sme vnímali zvuk desaťkrát hlasnejšie. Preto sa na vyjadrovanie hlasitosti zvuku používa skôr hladina intenzity zvuku L , ktorá využíva logaritmickú škálu v decibeloch (dB).

Hladina intenzity zvuku L v decibeloch je definovaná vzťahom

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0},$$

kde I je intenzita zvuku v danom mieste a $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, čo zodpovedá prahu počutia. Hladine intenzity zvuku 60 dB zodpovedá hlasitosť bežného rozhovoru, 90 dB nameriame pri motorovej kosačke na trávu a 110 dB na diskotéke. Pri dlhodobom počúvaní (hoci nás nič nebolí) hrozí nebezpečenstvo poškodenia sluchu pre hlasitosti vyššie ako 85 dB . Pri hlasitosti vyššej ako 100 dB hrozí nebezpečenstvo poškodenia sluchu v priebehu niekoľkých minút.

Preskúmame súvislosť medzi intenzitou zvuku a hladinou intenzity zvuku, teda hlasitosťou vnímanou sluchom.

Úloha 1. Pri počúvaní reproduktora so zvukovým výkonom 20 W je vo vzdialenosti 50 m od neho intenzita zvuku $1,27 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$ (pri rovnomernom vysielaní zvukovej vlny do voľného polopriestoru). Koľko decibelov nameriame na tomto mieste?

Úloha 2. Ako sa zmení hladina intenzity zvuku, ak bude v mieste z predchádzajúceho príkladu dvojnásobná intenzita zvuku, t.j. $2 \cdot 1,27 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$?

Úloha 3. Zo vzťahu pre hladinu intenzity zvuku nájdite hodnotu ΔL , o ktorú sa zmení hladina intenzity zvuku L , ak sa intenzita zvuku zdvojnásobí z hodnoty I na $2I$.

Úloha 4. Intenzita zvuku je nepriamo úmerná druhej mocnine vzdialenosti od zdroja zvuku. O akú hodnotu sa zmení hladina intenzity zvuku, ak sa vzdialenosť od zdroja zvuku zdvojnásobí?

Úloha 5. Zo vzťahu pre hladinu intenzity zvuku $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ vyjadrite intenzitu zvuku I .

Úloha 6. Koľkokrát sa zväčší intenzita zvuku, ak sa hladina intenzity zvuku zvýši o 20 dB ?

Literatúra

1. Kubera, Miroslav; Nečas, Tomáš; Beneš, Vojtěch. *Online učebnice fyziky pro gymnázia - Zvuk*. Dostupné z <https://e-manuel.cz/kapitoly/mechanicke-vlneni/vyklad/zvuk/> [cit. 24.10.2023].