

Zvuk

Keywords: exponenciály a logaritmy, logaritmus, logaritmická rovnice, exponenciální rovnice

Zvuk je mechanické vlnění, které vnímáme sluchem. Výšku a délku tónu vnímají všichni lidé přibližně stejně, vjem hlasitosti je ale velice subjektivní. Hlasitost je dána amplitudou kmitání prostředí, v kterém se šíří zvuková vlna. Vzhledem k tomu, že se amplituda zvukového vlnění neměří snadno, používají se k objektivnímu porovnávání hlasitosti veličiny intenzita zvuku I a hladina intenzity zvuku L .

Intenzita zvuku vyjadřuje, kolik energie přenesou zvukové vlny za sekundu na plochu 1 m^2 kolmou na směr šíření za jednotku času. Zdravý sluch dokáže při frekvenci 1000 Hz zaregistrovat nejmenší intenzitu zvuku $I_0 = 10^{-12}\text{ W/m}^2$, což odpovídá prahu slyšení. Naopak intenzita zvuku 10 W/m^2 je natolik hlasitá, že odpovídá prahu bolesti. Zvýšení intenzity zvuku I na desetinásobek ale neodpovídá tomu, že bychom vnímali zvuk desetkrát hlasitěji. Proto se k vyjadřování hlasitosti zvuku spíše používá hladina intenzity zvuku L , která využívá logaritmické škály v decibelech (dB).

Hladina intenzity zvuku L v decibelech je definována vztahem

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

kde I je intenzita zvuku v daném místě a $I_0 = 10^{-12}\text{ W/m}^2$, což odpovídá prahu slyšení. Hladině intenzity zvuku 60 dB odpovídá hlasitost běžného rozhovoru, 90 dB naměříme u motorové sekačky na travu a 110 dB na diskotéce. Při dlouhodobém poslechu (přestože nás nic nebolí) hrozí nebezpečí poškození sluchu pro hlasitosti vyšší jak 85 dB . Od hlasitosti vyšší jak 100 dB hrozí nebezpečí poškození sluchu v řádu minut.

Prozkoumejme souvislost mezi intenzitou zvuku a hladinou intenzity zvuku, tj. hlasitostí vnímanou sluchem.

Úloha 1. Při poslechu reproduktoru o zvukovém výkonu 20 W je ve vzdálenosti 50 m od něj intenzita zvuku $1,27 \cdot 10^{-3}\text{ W/m}^2$ (při rovnoměrném vysílání zvukové vlny do volného poloprostoru). Kolik decibelů naměříme v tomto místě?

Úloha 2. Jak se změní hladina intenzity zvuku, jestliže v místě z předchozího příkladu bude dvojnásobná intenzita zvuku, tj. $2 \cdot 1,27 \cdot 10^{-3}\text{ W/m}^2$?

Úloha 3. Ze vztahu pro hladinu intenzity zvuku najděte hodnotu ΔL , o kterou se změní hladina intenzity zvuku L , jestliže se intenzita zvuku zdvojnásobí z hodnoty I na $2I$.

Úloha 4. Intenzita zvuku je nepřímo úměrná druhé mocnině vzdálenosti od zdroje zvuku. O jakou hodnotu se změní hladina intenzity zvuku, jestliže se vzdálenost od zdroje zvuku zdvojnásobí?

Úloha 5. Ze vztahu pro hladinu intenzity zvuku $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$ vyjádřete intenzitu zvuku I .

Úloha 6. Kolikrát se zvětší intenzita zvuku, jestliže se hladina intenzity zvuku zvýší o 20 dB ?

Literatura

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].