

Úloha V.2 ... slyším dobře, to nemohu říct 2 body; průměr 1,65; řešilo 49 studentů

Ve vzdálenosti $d = 5$ m od bodového zdroje zvuku slyšíme zvuk o hladině intenzity $L_1 = 90$ dB. V jaké vzdálenosti od zdroje je hladina intenzity tohoto zvuku $L_2 = 50$ dB?

Karel chtěl zase po pár letech zadat něco z akustiky.

Ak má zvuk intenzitu I , potom můžeme vyjádřit hladinu intenzity zvuku L vztahom

$$L = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right), \quad (1)$$

kde I_0 je prahová intenzita zavedená ako najnižšia ešte registrovateľná intenzita čistého tónu frekvencie 1 kHz. Činiteľ 10 vo vztahu zabezpečuje prevod na decibely. Jednoduchou úpravou dostávame vztah

$$I = I_0 \cdot 10^{L/10}. \quad (2)$$

Intenzita zvuku I je definovaná ako podiel výkonu P zvukového vlnenia a plochy S , ktorou vlnenie prechádza, čiže

$$I = \frac{P}{S}. \quad (3)$$

V našom prípade môžeme plochu S považovať za guľovú plochu s polomerom d , čo je vzdialenosť od bodového zdroja. Zo vztahov (2) a (3) a zo známeho vztahu na výpočet povrchu gule dostávame vztah

$$\frac{P}{4\pi d^2} = I_0 \cdot 10^{L/10}. \quad (4)$$

Základným poznatkom potrebným k vyriešeniu tohto príkladu je ten, že výkon P zvukového vlnenia sa nemení. Čiže platí $P_1 = P_2$, kde indexmi 1 a 2 označujeme situácie 1 a 2 rovnako ako v zadaní. Toto označenie budeme používať aj pre nasledujúce výpočty. Zo vztahu (4) si vyjadríme P . Využitím poznatku o rovnosti výkonov pre obe situácie a po upravení dostávame vztah

$$d_2 = d_1 \cdot 10^{(L_1 - L_2)/20}.$$

Po dosadení známych hodnôt dostávame, že hladina intenzity od daného zdroja ma veľkosť 50 dB vo vzdialenosti $d_1 \doteq 500$ m. To je však čisto teoretická hodnota. V skutočnosti dochádza k interakcii vlnenia s prekážkami a zvuk sa tlmí. Preto táto vzdialenosť v realite (keď existuje tmenie) bude menšia. Ovplyvniť to môže aj šum prostredia, v ktorom sa nachádzame.

Táto úloha sa dala riešiť aj využitím akustického tlaku p namiesto akustickej intenzity. Naľkoľko vieme, že akustická intenzita je priamo úmerná druhej mocnine akustického tlaku $I \sim p^2$, môžeme vztah (1) prepísať na tvar

$$L = 20 \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right),$$

kde p_0 je hodnota akustického tlaku definovaná podobne ako hodnota I_0 .

Marek Martaus
martaus@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Pro zobrazení kopie této licence, navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.