

Závislost hladiny intenzity zvuku na počtu zdrojů zvuku

Pavel Böhm

Výstup RVP: žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, zpracuje a vyhodnotí výsledky měření. Pracuje s grafickým výstupem experimentu a vyvodí závěr

Klíčová slova: zvuk, akustika, hlasitost, hladina intenzity zvuku, logaritmus

Příprava na hodinu

Doba na přípravu:

5 min

Doba na provedení:

15 min

Obtížnost:

nízká

Úkol Určete teoreticky i experimentem, jak závisí hladina intenzity zvuku na počtu zdrojů zvuku.

Pomůcky Hlukoměr Vernier, počítač s programem Logger Pro, jako zdroj zvuku poslouží žáci ve třídě

Teoretický úvod Hladina intenzity zvuku je definována vztahem $L = \log \frac{I}{I_0}$, kde L je hladina intenzity zvuku v belech, I je intenzita zvuku ve W/m^2 , I_0 je vztažná (referenční) intenzita zvuku, v našem případě práh slyšení, tedy $10^{-12} W/m^2$.

Dvojnásobné intenzitě zvuku tedy odpovídá zvýšení hladiny intenzity zvuku o 3 dB:

$$L_2 = \log \frac{2I}{I_0} = \log 2 + \log \frac{I}{I_0} = 0,3 + L.$$

Po každém zdvojnásobení počtu zdrojů zvuku (jsou-li stejně hlasité, na stejném místě, nedochází k interferencím apod.) by tedy měla hladina intenzity zvuku vzrůst o 0,3 B (3 decibely). Nárůst o 6 decibelů odpovídá čtyřnásobnému zvýšení počtu zdrojů zvuku.

Vyplývá z toho, že čím hlasitější je zvuk, tím obtížnější je dosáhnout dalšího zvýšení hlasitosti.

Vypracování Necháme hlasitě křičet nejprve polovinu třídy, potom celou třídu. Protože každý žák křičí jinak hlasitě, je potřeba mít žáků co nejvíce, aby se rozdílly pokud možno co nejvíce vyrovnaly.

Intenzita zvuku závisí nejen na počtu zdrojů, ale také na vzdálenosti od těchto zdrojů. Nechte žáky, aby vymysleli způsob, jak toto co nejvíce respektovat.

Při malém počtu žáků dobře funguje nechat je shluknout (namačkat) co nejblíže k sobě a jít naopak co nejdále od nich, aby byly relativní změny vzdálenosti jednotlivých žáků vůči hlukoměru co nejmenší.

Pokud je žáků plná třída, můžete je nechat sedět v lavicích, ale v takovém případě křičí-li jen polovina třídy, nedělte ji na levou a pravou (a už vůbec ne přední a zadní). Lepší je nechat mlčet každého druhého žáka. Tím je při větším počtu žáků zajištěno, že průměrná vzdálenost zdrojů hluku je v obou případech stejná.

Často se stává, že žáci nekřičí, protože se stydí, případně nevědí, co mají křičet. Osvědčilo se:

a) explicitně jim dovolit, že mohou dělat rámus, že to je dokonce žádoucí,

b) říct jim, aby křičeli „uáááá“ a předvést jim to (jít příkladem).

Při samotném provedení ale učitel nekřičí, protože je mnohem blíže mikrofonu než žáci (leďaže by mezi žáky šel).

Současně doporučuji domluvit s žáky, aby křičeli, když má učitel zvednutou ruku. Jakmile je ruka dole, zase zmlknou. Nenechte žáky křičet déle než několik málo sekund, aby si nepoškodili hlasivky.



Závislost hladiny intenzity zvuku na počtu zdrojů zvuku

Program Vernier Logger Pro nastavíme tak, aby měřil desetkrát za sekundu a hodnoty zobrazoval po celou dobu do grafu. Je pak snadné odečíst dosažené maximum.

Obvykle naměřené hodnoty velmi dobře souhlasí s teoretickou předpovědí, tedy že celá třída udělá asi o 3 dB větší hluk. Ne vždy je to ale přesně hodnota 3. Podstatné je, že to není třeba 10 a už vůbec ne dvojnásobek původní hodnoty. Typicky se naměřený hluk pohybuje mezi 100 a 110 dB. Žákům tak můžeme zážitkovou formou přiblížit podstatu logaritmické stupnice.

Závěr Každé zdvojnásobení akustického výkonu způsobí nárůst hladiny intenzity zvuku asi o 3 dB.

Poznámky Chceme-li měřit přesněji, například v rámci laboratorních prací, můžeme generovat zvuk pomocí notebooků. Doporučuji pouštět náhodný šum (přiložený soubor *šum.wav*), aby v místnosti nevznikaly uzly a kmitny stojatého vlnění.

Vezmeme si například 3 notebooky, umístíme je těsně k sobě na jeden konec místnosti. Na druhý konec umístíme hlukoměr.

Nejprve proměříme každý notebook samostatně, pak jednotlivé dvojice, nakonec všechny tři dohromady.