

Měření délky zvukovodu pomocí rezonance

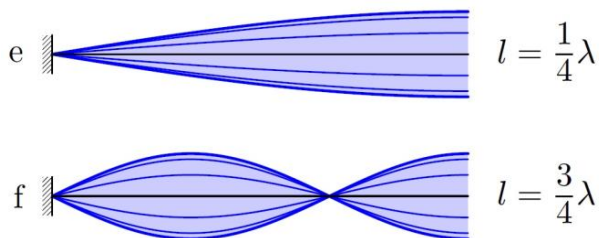
KATEŘINA VOGLOVÁ

Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové

Nápad měření délky zvukovodu pomocí rezonance vznikl při „klasickém“ pokusu měření rychlosti zvuku pomocí trubky. Postupným ponořováním a vynořováním trubice lze nalézt takovou délku, při které dochází k rezonanci. Z délky a známé frekvence je možné dopočítat rychlost zvuku (viz [1]). Otázkou je, zda je možné postupovat i opačně a ze známé frekvence a rychlosti dopočítat délku trubice. Je pak možné změřit délku zvukovodu?

Pro pokus je potřeba pouze vlnový generátor (je možné použít [tento](#)), kde postupně narůstá frekvence zdroje. Je lepší měřit délku každého zvukovodu zvlášť. Pustíme zdroj do sluchátek, sluchátko vložíme do jednoho ucha, druhé si zacpeme (např. špunty do uší). Posloucháme a v místě, kde se nám zdá zdroj „nejhlasitější“, zdroj zvuku vypneme. Podíváme se na hodnotu frekvence na zdroji. Tato frekvence by měla odpovídat rezonanční frekvenci zvukovodu. Měření opakujeme pětkrát.

Z naměřené rezonanční frekvence určíme průměrnou hodnotu. Pomocí vztahu $\lambda = \frac{f}{v}$ vypočítáme vlnovou délku. Zvukovod si můžeme představit jako trubici na jednom konci otevřenou. To odpovídá stojatému vlnění s jedním volným a jedním pevným koncem. (viz obr. 1, e).



Obr. 1 Chvění struny v závislosti na upevnění (viz např. [2], str. 225)

Z naměřené zvukové délky dopočítáme délku zvukovodu $l = \frac{1}{4} \lambda$.

Výsledky z mého měření vypadaly následovně:

| Ucho | f [Hz] | λ [m] | l [cm] |
|----------|----------|---------------|----------|
| 1. pravé | 4953 | 0,0693 | 1,73 |
| 2. pravé | 4691 | 0,0731 | 1,83 |
| 3. pravé | 4913 | 0,0698 | 1,75 |
| 4. pravé | 4945 | 0,0694 | 1,74 |
| 5. pravé | 5081 | 0,0675 | 1,69 |
| 1. levé | 4428 | 0,0775 | 1,94 |
| 2. levé | 4485 | 0,0765 | 1,91 |
| 3. levé | 4448 | 0,0771 | 1,93 |
| 4. levé | 4400 | 0,0780 | 1,95 |
| 5. levé | 4414 | 0,0777 | 1,94 |

Obr. 2 Ukázka hodnot pro pravé a levé ucho

Jak je vidět v tabulce, průměrná délka zvukovodu pravého ucha vychází 1,75 cm a levého 1,93 cm. Mohlo by také dojít k rezonanci při vyšších frekvencích, to jsem však nezaznamenala.

Jedná se pouze o aproximaci a během měření zanedbáváme mechanické vlastnosti bubínku, stejně jako výstelku zvukovodu. I přes to si žáci mohou zkusit měření na vlastním těle a měření lze dobře využít v rámci integrované výuky.

Literatura

- [1] DVOŘÁK, L.: Rychlost zvuku stokrát jinak. In: Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky. Veletrh 12, Praha, 2007. Dostupné on-line z: <https://vnuf.cz/sbornik/prispevky/12-21-Dvorak.html>
- [2] SVOBODA, E.: Přehled středoškolské fyziky. 4., upr. vyd., Praha: Prometheus, 2006, 531 s. ISBN 80-7196-307-0.