

13. úloha: Zvonící tyč

I. Zadání

A metal rod is held between two fingers and hit. Investigate how the sound produced depends on the position of holding and hitting the rod?

II. Úvod

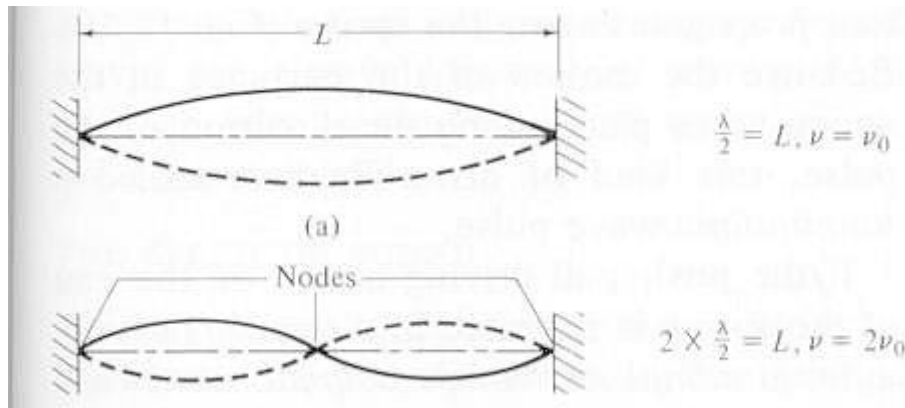
U této úlohy se budeme zabývat problémem stojatého kmitání, kdy upevníme kovovou tyč, udeříme do ní a budeme zkoumat, kdy zazněl tón (a kdy neharmonický zvuk) a na čem tyto zvuky závisejí. Dále budeme muset zjistit, zda se jedná o vlnění příčné či podélné.

III. Teorie

Tyč bude po udeření stojatá vlna, protože její konce jsou pevné, budou v nich uzly stojatého vlnění a resonance nastane, rovná-li se délka l struny celistvému násobku půlvln:

$$l = k \frac{\lambda}{2}, \quad \lambda = \frac{2l}{k}$$

- uzly na koncích tyče:



Zvuk také závisí na tom, kde jsme tyč uchopili - jestli byl úchop v kmitně (tyč nebude znít - nebude mít rezonanční kmit), nebo v uzlu (zazní tón).

Vlna se v tyči šíří rychlostí:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$



kde E je modul pružnosti a ρ je hustota tyče

Frekvence vlnění pak bude:

$$f = n \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

kde l je délka tyče a $n = 1, 2, 3 \dots$

Zde můžeme vidět, že všechny vlastní frekvence jsou celočíselnými násobky nejnižší frekvence, kterou zjistíme podle:

$$f = \frac{v}{2l}$$

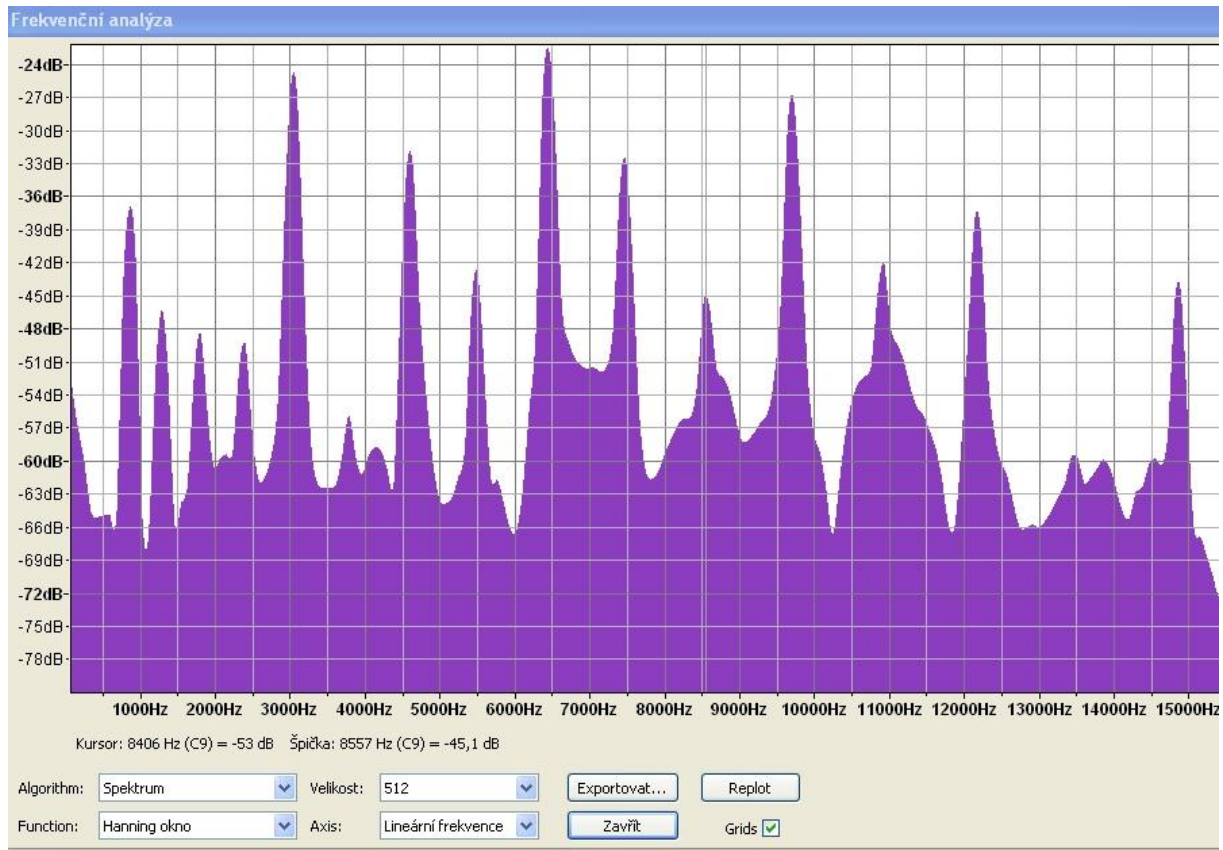
IV. Experimenty

Experimenty jsme prováděli pro různé tyče (z hlediska složení) různých délek. Zkoušeli jsme ji upevňovat na různá místa - hledali jsme uzly. Poté jsme udeřili do tyče v různých místech a zkoumali zvuk, který vydala.

Délka tyče $l=0,75\text{cm}$	x (cm) teorie	poměr l/x	x_1 (cm) skutečnost	poměr l/x_1	$x - x_1$
mod 2	37,5	2	37,5	2	0
mod 3	25	3	25	3	0
mod 4	18,75	4	19,5	3,85	1
mod 7	10,7	7	11	6,82	0,3

Mod	frekvence (Hz)
2	3050
3	4666
4	6440
5	-
6	-

- frekvenční analýza modu 4



V. Závěr

V této úloze jsme hledali kmitny a určovali frekvenci kmitání tyče. Z experimentů vychází, že nejlépe zní tyč, pokud ji uchopíme v polovině. Udivilo nás, že některé teoretické uzly jsme nenašli (např. $l/x=6$)