



Fizikalni praktikum III

Poročilo

Vaja: Akustični resonator

Simon Bukovšek

Datum vaje: 18. 10. 2022

Datum oddaje poročila: 25. 10. 2022

1 Teoretični uvod

Tri dimenzionalen akustični resonator v obliki kvadra s stranicami A , B in C ima resonančne frekvence, ki jih podaja enačba:

$$\nu = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{n_x}{A}\right)^2 + \left(\frac{n_y}{B}\right)^2 + \left(\frac{n_z}{C}\right)^2},$$

kjer so n_x , n_y in n_z nenegativna cela števila in c hitrost zvoka. Za vsako kombinacijo števil n_1 , n_2 in n_3 dobimo svojo resonančno frekvenco.

2 Pripomočki

- Akustični resonator in cunj
- Zvočnik in mikrofona na premični palici znotraj resonatorja
- Računalnik

3 Meritve

Eksperiment je bil sestavljen iz dveh delov. Najprej smo opazovali resonančni odziv škatle v razponu med 200 Hz in 1000 Hz z in brez cunje znotraj. V drugem delu pa smo izbrali različne resonančne frekvence, kjer je bilo število n_x različno in opazovali odvisnost glasnosti od položaja mikrofona na stranici A .

4 Izmerjeni podatki in analiza

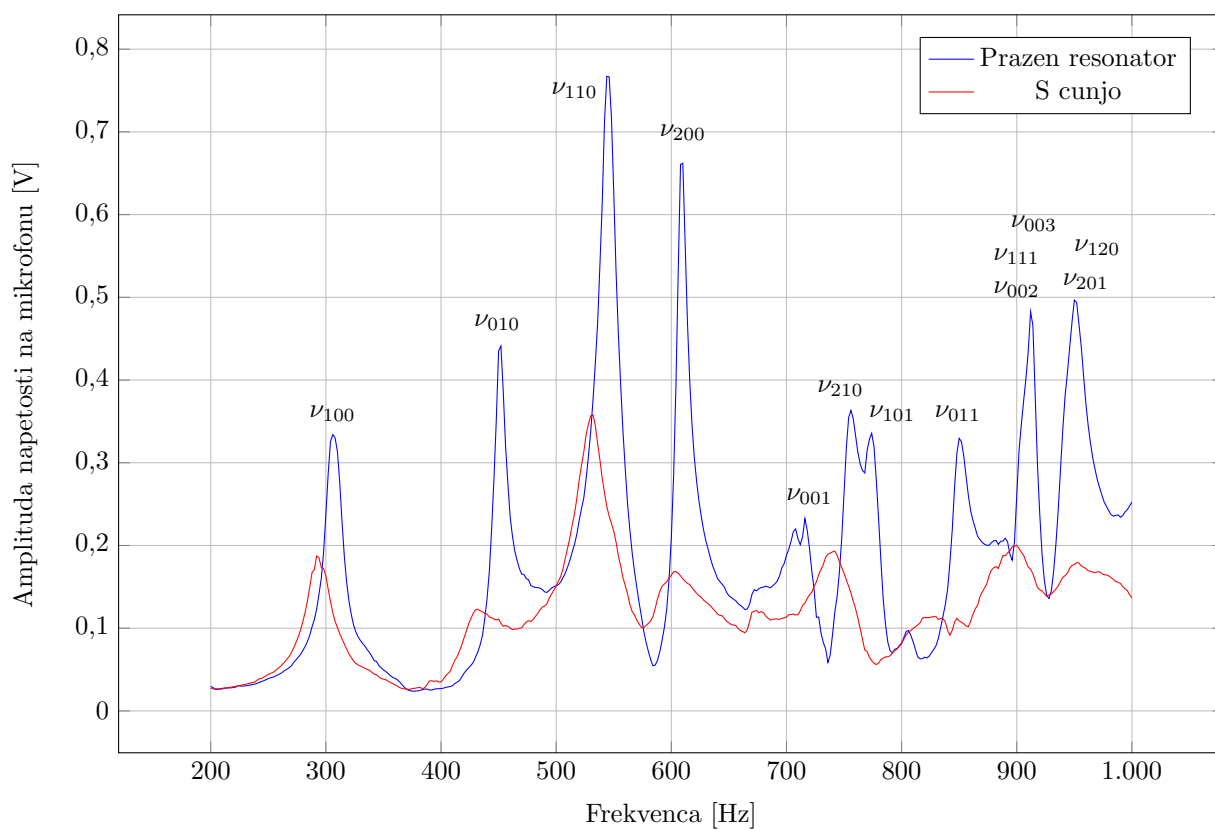
Dimenzije škatle so bile: $A = (56,7 \pm 0,1)$ cm, $B = (38,5 \pm 0,1)$ cm in $C = (24,0 \pm 0,1)$ cm. Iz teh podatkov lahko izračunamo prvih nekaj resonančnih frekvenc, ki so podane v tabeli 1. Frekvence, ki so lahko videne na odzivu med 200 Hz in 1000 Hz so obarvane.

nz	ny		0	1	2
	nx				
0	0		0	442	883
	1		300	534	933
	2		600	745	1067
	3		899	1002	1261
1	0		708	835	1132
	1		769	887	1171
	2		928	1028	1281
	3		1145	1227	1446

Tabela 1: Resonančne frekvence akustičnega resonatorja v enotah Hz.

Resonančni odziv je bil izmerjen za prazno škatlo in za škatlo cunjjo. Odziv je predstavljen na spodnjem grafu.

Resonančna krivulja akustičnega resonatorja



Izmerjeni resonančni vrhovi in njihove amplitude so podane v tabeli 2.

resonančni vrh	prazen resonator		resonator s cunjjo	
	ν [Hz]	U [V]	ν [Hz]	U [V]
100	308	0,330	294	0,185
010	452	0,441	434	0,121
110	546	0,766	534	0,345
200	610	0,662	606	0,166
100	716	0,232	ni vrha	
210	758	0,353	742	0,193
101	774	0,336		
011	852	0,325	ni vrha	
002	912	0,483	902	0,196
111				
300				
201	950	0,497	956	0,175
120				

Tabela 2: Resonančni vrhovi (frekvence in amplitude) v akustičnem resonatorju, ko je ta prazen in ko je v njem cunjja.

Opaziti je nekaj stvari. Vrhovi, ki so zelo blizu skupaj, se kažejo kot en sam višji in širši vrh. Ta pojav je še dosti bolj izrazit v primeru, ko je v škatli cunjja. Vrhovi v dušenem resonatorju so mnogo nižji in široki. Naslednja tabela (3) prikazuje širino nekaterih najbolj izrazitih vrhov.

frekvenca	FWHM [Hz]
$\nu_{100} = 380$ Hz	23
$\nu_{010} = 380$ Hz	17
$\nu_{110} = 380$ Hz	24
$\nu_{200} = 380$ Hz	16
$\nu_{110} = 380$ Hz (dušeno)	50

Tabela 3: Širine resonančnih vrhov

Prikazani so samo vrhovi, ki so bili dovolj izraziti, da se je dalo izmeriti FWHM. Pričakovano je širina vrhov pri dušenem primeru širša.

Iz izračunanih resonančnih frekvenc pa lahko izračunamo tudi hitrost zvoka. Poglejmo, kakšno hitrost zvoka dobimo, če upoštevamo samo vsak vrh posebj. Podatki so zbrani v tabeli 4.

resonančni vrh	izračunana hitrost zvoka [m/s]
100	349,3
010	348,0
110	347,8
200	345,9
100	343,7
210	346,1
101	342,1
011	347,1

Tabela 4: Hitrosti zvoka, izračunane pri različnih vrhovih.

Povprečno hitrost zvoka dobimo:

$$c_0 = (346,2 \pm 0,8) \text{ m/s.}$$

Nazadnje še pogledjmo odvisnost jakosti zvoka od pozicije na stranici A pri resonančnih frekvencah z različnimi n_x . Odvisnosti so prikazane na spodnjem grafu.

Število vrhov je očitno enako številu n_x in vrhovi so enakomerno porazdeljeni po dolžini. Pri $n_x = 3$ pa se opazu tudi nekaj nesimetričnosti, ki je posledica bližine drugih resonančnih frekvenc.

