

Základní experimenty akustiky

Jakub Kákona, kaklik@mlab.cz

Abstrakt

Obsahem je popis několika metod pro měření rychlosti zvuku, rezonančních frekvencí, vlnové délky a shrnutí jejich výsledků.

1 Úvod

- Spočítejte vlnní frekvenci struny v praktiku a změřte její harmonické frekvence, z nich dopočítejte lineární hustotu struny.
- Najděte základní a vyšší harmonické frekvence v Kundtově trubici. Ze známé délky trubice dopočítejte rychlost zvuku.
- Pro 10 ryzných frekvencí hledejte interferenční minima prodlužováním a zkracováním Quinckovy trubice. Vyneste do grafu závislost vlnové délky zvuku na rezonanční frekvenci. Z naměřených údajů dopočítejte rychlost zvuku.
- Najděte vlastní frekvence Helmholtzova dutinového rezonátoru. Vyneste závislost vlastní frekvence na objemu rezonátoru.
- Proveďte Fourierův rozklad na základních signálech. (sin, pila, obdélník)
- Pomocí desetikanálového generátoru syntetizujte základní signály.

2 Postup měření

Začali jsme hledáním harmonických frekvencí struny v praktiku. Podle teoretického výpočtu z hodnot lineární hustoty uvedené v [?]

Dalším naším úkolem bylo změření rychlosti zvuku a pomocí této experimentálně zjištěné rychlosti se pak pokusit určit neznámou vzdálenost. Naše měření jsme prováděli odrazem. a jeho výsledky zobrazuje tabulka 2. Výpočtem s využitím informací z [?] jsme z naměřených hodnot určili rychlost zvuku na $v_z = (321,8 \pm 6,8)m/s$

Známost rychlost jsme následně využili k dopočtení neznámé vzdálenosti od překážky za pomoci časového posunu změřeného echa. Jak ukazuje tabulka 3. U všech těchto měření bylo vhodné odečíst 50us spoždění měřící aparatury (hlavně zesilovače).

Dalším úkolem bylo proměření Dopplerova posuvu, zde šlo již o náročnější měření s pohybujícím se vozíkem na kolejové dráze. Naměřené výsledky shrnuje tabulka 4.

Nakonec následoval nejproblematictější úkol a to měření difrakce. Zde bylo prakticky vyloučeno dodržet podmínky ze zadání ulohy [?], které specifikují vzdálenost mikrofону od mřížky v rozsahu 3-4m. Z důvodu omezeného prostoru v laboratoři jsme tak měřili poize ve vzdálenosti 1,75m

Tabulka 1: Rezonanční frekvence 1,316m dlouhé struny

Harmonická	Frekvence [Hz]
0	20,8
1	42,6
2	64,4
3	86,1
4	106,4
5	127,7
6	150,3
7	170,7
8	192,6
9	213,1
10	235,2

Tabulka 2: Hodnoty z měření Quinckovy trubice

Frekvence [Hz]	Minima	Vzdálenost [cm]	Vlnová délka [m]	Rychlost zvuku [m/s]
5733	7	18,5	0,0529	303,03
5441,7	7	22	0,0629	342,05
5199	7	23,5	0,0671	349,08
5040,6	7	25	0,0714	360,04
4910,2	6	21	0,0700	343,71
4743,5	6	22	0,0733	347,86
4580	6	23	0,0767	351,13
4200	5	21	0,0840	352,8
3900	5	22,5	0,0900	351
3200	5	27	0,1080	345,6

Tabulka 3: Měření rychlosti zvuku

Vzdálenost [cm]	cas[us]
5	420
10	681
15	1010
20	1260
25	1620
30	1870
35	2160
40	2470
45	2750
50	3020

Tabulka 4: Měření vzdálenosti odrazem

cas[us]	skutecna / zmerena vzdalenost [cm]	
1720	27	27,67
1360	21	21,88
2000	32	32,18
2230	36	35,88
2410	39	38,78
2640	43	42,48

Tabulka 5: Měření Dopplerova posuvu

$f_0 = 40,42[kHz]$	$v = 0,61[m/s]$	$f_0 = 40,39[kHz]$	$v = 0,46[m/s]$
40,48		40,45	
40,49		40,44	
40,48		40,45	
40,48		40,44	
40,49		40,44	
40,48		40,44	
$f_0 = 40,48[kHz]$	$v = 0,4[m/s]$	$f_0 = 40,47[kHz]$	$v = 0,5[m/s]$
40,53		40,53	
40,53		40,53	
40,53		40,53	
40,52		40,53	
40,52		40,53	
40,52		40,53	

Tabulka 6: Měření difrakce na mřížce $m=10\text{mm}$

Počet štěrbin $N=1$		Počet štěrbin $N=2$		Počet štěrbin $N=3$	
offset[mm]	Intenzita[1]	offset[mm]	Intenzita[1]	offset[mm]	Intenzita[1]
268	0,3	292	0,79	300	3,15
273	0,48	326	0,95	292	2,66
277	0,64	271	0,94	282	3,8
281	0,5	301	0,45	311	2,82
285	0,29	264	0,43	324	3,35
293	0,48	33,2	0,47	305	3,06
300	1,17			295	3,01
306	0,68				
322	0,19				
333	0,68				

3 Diskuse

Díky našim měřícím podmínkám bych výsledky měření hodnotil spíše, jako velice informativní, neboť například zvláště při měření difrakce se v datech uplatňovala jakákoli změna měřeného prostředí. (procházející kolegové, přesun přívodních vodičů, i samotný přesun měřícího mikrofону). Při ověřování zákona odrazu byla zase problematická neznalost vyzařivacích charakteristik reproduktoru. Navíc díky absenci jakéhokoli mechanického vedení docházelo k vyosení snímače z jeho původní pozice. Tento jev by sice bylo možné částečně eliminovat hledáním maxima signálu vždy pod zvoleným reflexním úhlem ale tato metoda by asi značně přesáhla měřící čas, který i tak byl velice napjatý.

Závěr

Měřením jsme ověřili platnost zákona odrazu z geometrické optiky i pro zvukové vlny. Dále jsme zjistili, že rychlosti zvuku v našich laboratorních podmínkách se nijak zásadně neliší od tabulkových hodnot a též Dopplerův efekt je reálnou vlastností vlnění.

Reference

- [1] *Zadání úlohy 9 - Základní experimenty akustiky.*
<http://fyzika.fjfi.cvut.cz/Praktika/Akustika/akustikaPRA.pdf>.

- [2]