

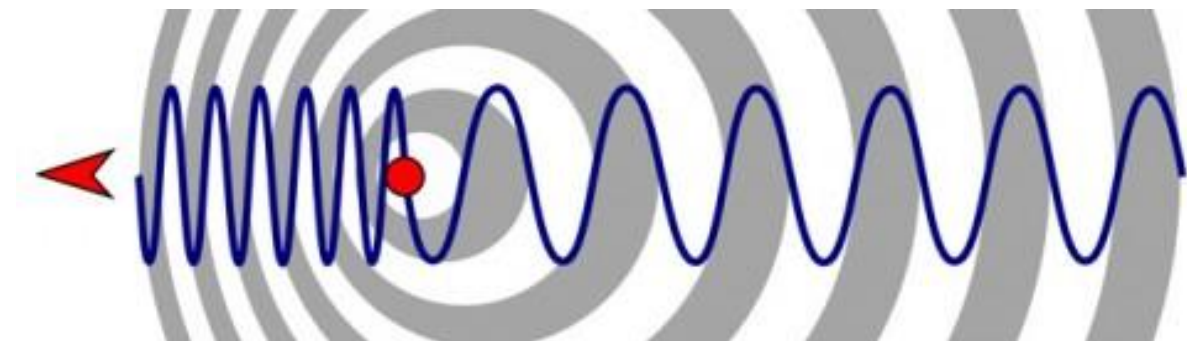
Dopplerův jev

Projekt na volitelnou fyziku

2015/2016

Gymnázium Trutnov

Tomáš Týfa



1. Úvod

Jako projekt na volitelnou fyziku jsem si vybral Dopplerův jev. Proč právě Dopplerův Jev? Nejdříve jsem vůbec nevěděl, na co projekt udělám, ale *Sheldon Cooper* z *The Big Bang Theory* mi díky svému převleku na Halloween pomohl a navíc jsme mechanické kmitání a vlnění dělali v minulém školním roce.



2. Dopplerův jev

V roce 1842 mladý profesor pražského Polytechnického institutu Christian Doppler přednesl referát, který začal touto větou: „*Ze všeobecné zkušenosti víme, že loď pohybující se proti mořským vlnám se musí při plavbě setkat s větším počtem vln než loď, která se pohybuje ve směru šíření vln*“. Chtěl tím říci, že frekvence vlnění (například zvuku) vysílaného zdrojem, závisí na rychlosti vzájemného pohybu zdroje a pozorovatele.

Využití: Dopplerovské radary pro měření rychlosti aut na silnicích.

Vzorce pro výpočet výsledné frekvence:

$$F = f * \left(1 - \frac{v}{c}\right) \text{ - zdroj oddaluje}$$

$$F = f * \left(1 + \frac{v}{c}\right) \text{ - zdroj přibližuje}$$

3. Měření

Výslednou frekvenci jsem měřil při různých teplotách vzduchu, čímž se změnila rychlost šíření zvuku, a při různých rychlostech zdroje (auta). K měření frekvence byla potřeba spolupráce mého otce, který byl řidičem auta, a mého kamaráda souseda, který z auta pouštěl 3 dané zvukové frekvence, které jsem si stáhnul z internetu. Já jsem se stal pozorovatelem a pomocí softwaru Winscope (Oscilloscope 2.51) jsem zachytával přijímanou frekvenci zvuku. Naměřené hodnoty jsem poté porovnal s teoretickými hodnotami spočítanými ze vzorců pro Dopplerův jev. Všechno měření probíhalo pozdě v noci, abychom měli volnou silnici.

Použité hodnoty:

$c = (331,57 + 0,607 \cdot t)$ m/s – rychlost zvuku

$t_1 = -11,7^\circ\text{C} \rightarrow c_1 = 324,5$ m/s

$t_2 = 1,1^\circ\text{C} \rightarrow c_2 = 332,2$ m/s

$t_3 = 8,4^\circ\text{C} \rightarrow c_3 = 336,7$ m/s

v – rychlost zdroje vůči pozorovateli (rychlost auta)

$v_1 = 50$ km/h = 13,9 m/s

$v_2 = 70$ km/h = 19,4 m/s

$v_3 = 90$ km/h = 25 m/s

f – použité frekvence zdroje

$f_1 = 2000$ Hz

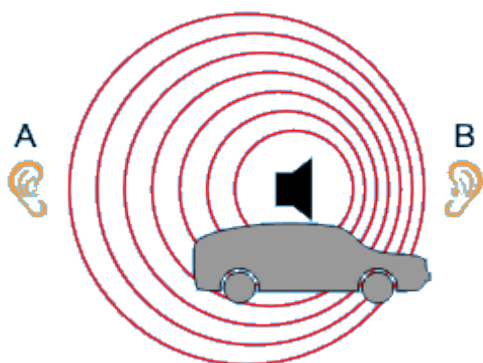
$f_2 = 5000$ Hz

$f_3 = 8000$ Hz

F - frekvence, kterou zjistí pozorovatel, vůči kterému se zdroj pohybuje

F_1, F_2, F_3

-při různých teplotách vzduchu a při různé rychlosti zdroje



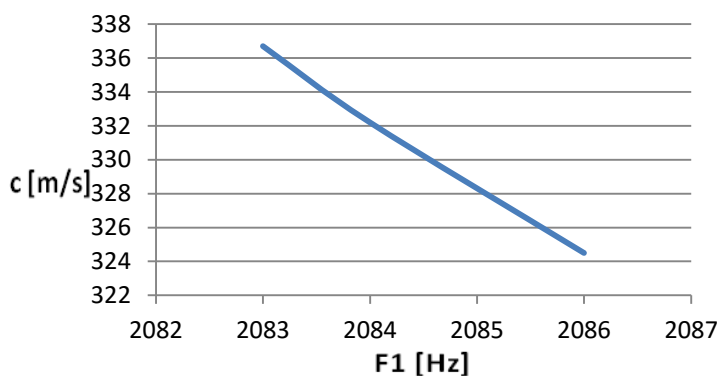
Zdroj se přibližuje

		naměřená h.		teoretická h.		naměřená h.		teoretická h.		naměřená h.		teoretická h.
c												
v [m/s]	[m/s]	f1 [Hz]	F1 [Hz]	F1 [Hz]	f2 [Hz]	F2 [Hz]	F2 [Hz]	f3 [Hz]	F3 [Hz]	F3 [Hz]		
13,9	324,5	2000	2085	2086	5000	5213	5214	8000	8340	8343		
13,9	332,2	2000	2083	2084	5000	5207	5209	8000	8333	8335		
13,9	336,7	2000	2080	2083	5000	5205	5206	8000	8329	8330		

		naměřená h.		teoretická h.		naměřená h.		teoretická h.		naměřená h.		teoretická h.
c												
v [m/s]	[m/s]	f1 [Hz]	F1 [Hz]	F1 [Hz]	f2 [Hz]	F2 [Hz]	F2 [Hz]	f3 [Hz]	F3 [Hz]	F3 [Hz]		
19,4	324,5	2000	2118	2120	5000	5296	5299	8000	8477	8478		
19,4	332,2	2000	2116	2117	5000	5290	5292	8000	8465	8467		
19,4	336,7	2000	2115	2115	5000	5287	5288	8000	8458	8461		

		naměřená h.		teoretická h.		naměřená h.		teoretická h.		naměřená h.		teoretická h.
c												
v [m/s]	[m/s]	f1 [Hz]	F1 [Hz]	F1 [Hz]	f2 [Hz]	F2 [Hz]	F2 [Hz]	f3 [Hz]	F3 [Hz]	F3 [Hz]		
25	324,5	2000	2153	2154	5000	5384	5385	8000	8615	8616		
25	332,2	2000	2148	2151	5000	5375	5376	8000	8600	8602		
25	336,7	2000	2187	2149	5000	5369	5371	8000	8593	8594		

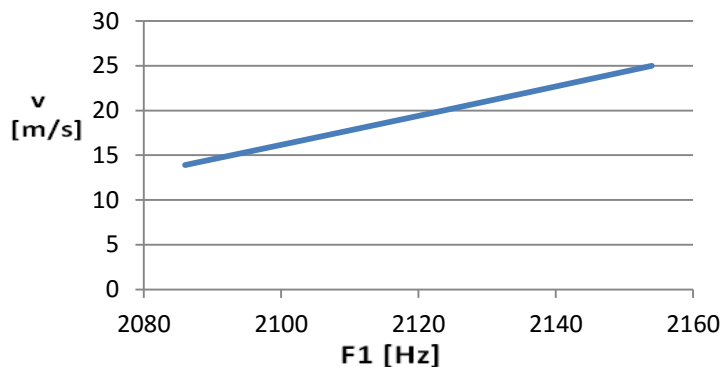
Grafy: 1) Závislost rychlosti šíření zvuku na přijímané frekvenci



Graf se shoduje s teoretickým rozbořem, kdy při nižší teplotě, tudíž menší rychlosti zvuku, se zvětšuje přijímaná frekvence.

F1 [Hz]	c [m/s]
2086	324,5
2084	332,2
2083	336,7

2) Závislost rychlosti zdroje na přijímané frekvenci



Čím větší rychlost zdroje, tím větší přijímaná frekvence.

F1 [Hz]	v [m/s]
2086	13,9
2120	19,4
2154	25

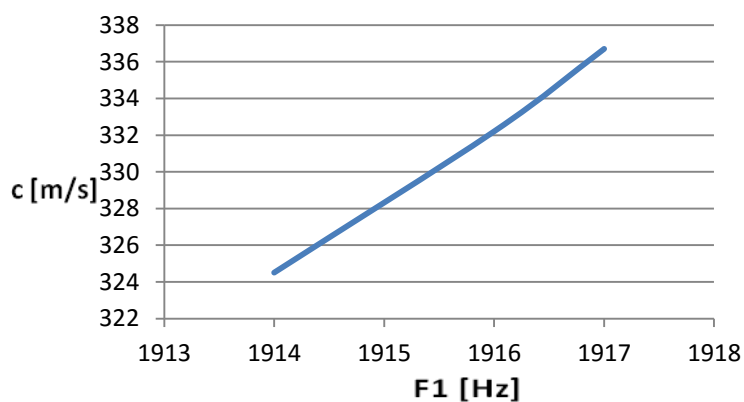
Zdroj se oddaluje

			naměřená h.	teoretická h.		naměřená h.	teoretická h.		naměřená h.	teoretická h.
	c									
v [m/s]	$[m/s]$	f_1 [Hz]	F_1 [Hz]	F_1 [Hz]	f_2 [Hz]	F_2 [Hz]	F_2 [Hz]	f_3 [Hz]	F_3 [Hz]	F_3 [Hz]
13,9	324,5	2000	1915	1914	5000	4787	4786	8000	7658	7657
13,9	332,2	2000	1918	1916	5000	4791	4791	8000	7667	7665
13,9	336,7	2000	1919	1917	5000	4795	4794	8000	7771	7670

	c									
v [m/s]	$[m/s]$	f_1 [Hz]	F_1 [Hz]	F_1 [Hz]	f_2 [Hz]	F_2 [Hz]	F_2 [Hz]	f_3 [Hz]	F_3 [Hz]	F_3 [Hz]
19,4	324,5	2000	1881	1880	5000	4702	4701	8000	7522	7522
19,4	332,2	2000	1884	1883	5000	4709	4708	8000	7534	7533
19,4	336,7	2000	1886	1885	5000	4713	4712	8000	7541	7539

	c									
v [m/s]	$[m/s]$	f_1 [Hz]	F_1 [Hz]	F_1 [Hz]	f_2 [Hz]	F_2 [Hz]	F_2 [Hz]	f_3 [Hz]	F_3 [Hz]	F_3 [Hz]
25	324,5	2000	1846	1846	5000	4616	4615	8000	7384	7384
25	332,2	2000	1851	1849	5000	4625	4624	8000	7399	7398
25	336,7	2000	1853	1851	5000	4630	4629	8000	7407	7406

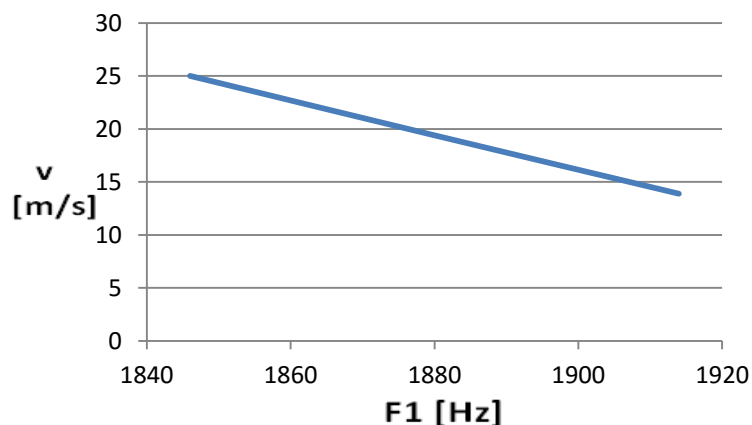
Grafy: 1) Závislost rychlosti šíření zvuku na přijímané frekvenci



Čím větší rychlost zvuku, tím větší přijímaná frekvence.

F_1 [Hz]	c [m/s]
1914	324,5
1916	332,2
1917	336,7

2) Závislost rychlosti zdroje na přijímané frekvenci



Čím větší rychlost zdroje, tím menší přijímaná frekvence.

F_1 [Hz]	v [m/s]
1914	13,9
1880	19,4
1846	25

4. Závěr

Nejdříve jsem měl problémy s programem Winscope (Oscilloscope 2.51), jelikož funguje jen na Windows 95 a Windows XP, takže jsem si nejdříve musel sehnat notebook s operačním systémem Windows XP, ten jsem tedy nakonec sehnal. Poté jsem se musel naučit se samotným programem, což nebylo tak těžké díky internetovým příručkám. Teoretické hodnoty a hodnoty naměřené (tučně zvýrazněné k porovnání) v softwaru Winscope (Oscilloscope 2.51) jsou téměř totožné a je zbytečné počítat odchylky měření, když není přesně stanovená přesnost softwaru použitého pro zjišťování naměřených hodnotami.