

Dopplerův jev

E. Fialová, V.T. Nguyen*

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1

fialovae.99@gmail.com, *nguyevi9@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

V našem experimentu jsme se zabývali Dopplerovým jevem, konkrétně šířením zvukových vln. Naším experimentem jsme chtěli jednoduše ukázat podstatu Dopplerova jevu. Provedli jsme měření a zkoumali, zda odpovídá teorii.

1 Úvod

V každodenním životě se setkáváme s Dopplerovým jevem, např. projíždí-li kolem nás houkající sanitka. Tento jev poprvé popsal pan Doppler, nejen pro zvuk, ale i pro ostatní druhy vlnění. My jsme se zabývali Dopplerovým jevem týkajícím se zvuku. Jednoduchým experimentem, chceme popsat a ukázat tento jev.

2 Teorie

2.1 Christian Andreas Doppler

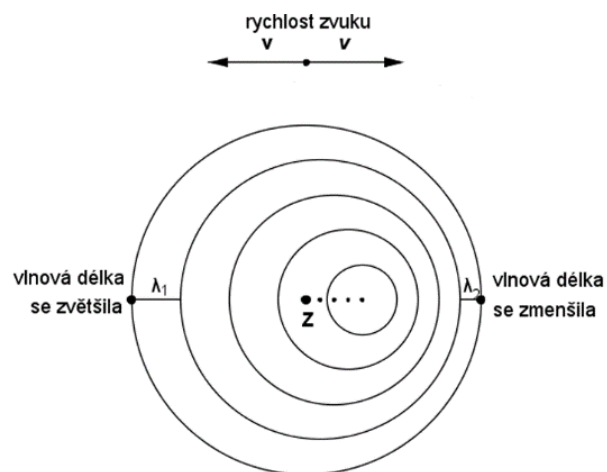
Christian A. Doppler se narodil 29.11. 1803 v Salzburku v Rakousku. Po svém otci měl převzít kamenictví, ale kvůli chatrnému zdraví se tak nestalo. V roce 1822 začal studovat na vídeňské polytechnice a od roku 1825 studoval na vídeňské univerzitě. Po ukončení studií se stal asistentem matematika A. Burga. V roce 1835 se přestěhoval do Prahy a stal se zde profesorem matematiky. V roce 1843 publikoval Doppler v Praze článek *Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels*, kde se poprvé objevuje Dopplerův jev. Doppler využil tohoto jevu pro měření vzdálenosti a pohybu hvězd. Zemřel 17.3. 1853 v Benátkách na tuberkulózu.

2.2 Dopplerův jev (zvuk)

Jev spočívající ve změně frekvence pohybujícího se zvuku, oproti frekvenci téhož zdroje zvuku v klidu. Pro matematický popis toho jevu nám slouží vzorec:

$$f = \frac{v}{v \pm w} \cdot f_0 \quad (1),$$

kde f je výsledná frekvence zdroje zvuku, f_0 je frekvence zdroje zvuku v klidu, w je rychlost pohybu zdroje a v je rychlost zvuku ($w < v$). Máme tři situace, při nichž nastává Dopplerův jev: 1. pohybuje-li se zdroj, 2. pohybuje-li se pozorovatel a zdroj je v klidu, 3. pohybuje-li se zdroj i pozorovatel. Pro V našem experimentu jsme simulovali situaci, kdy se pohybuje zdroj. Zvuk se šíří ve vlnoplochách. Přibližuje-li se k nám zdroj zvuku, vzdálenosti mezi vlnoplochami se snižují a frekvence se zvyšuje (slyšíme vyšší tón), platí vztah (1) s mínusem ve jmenovateli. Oddaluje-li se zdroj, vzdálenosti mezi vlnoplochami se zvyšují a frekvence se snižuje (slyšíme nižší tón), platí vztah (1) s plusem ve jmenovateli.



Obr. 1: Dopplerův jev

3 Praktická část

3.1 Námi stanovený úkol

Ukázat změnu frekvencí zvuku přibližujícího se a oddalujícího se a poukázat na „slyšitelnost“ změny frekvence.

3.2 Sestrojení aparatury

K našemu experimentu, jsme potřebovali pouze lano, na které jsme uvázali menší reproduktor (viz obr.2) a aplikaci na měření změny frekvence. Pro měření jsme využili aplikaci Decibel X (viz. Obr.3), která je volně dostupná ke stažení na mobilní telefon.



Obr. 2: Použitá aparatura



Obr. 3: Aplikace Decibel X

3.3 Měření

K našemu měření jsme využili zvuku čtyř tónů, u nichž jsou známy frekvence, viz Tab.1. Do reproduktoru přivázaném na laně jsme pouštěli tyto tóny a točili jsme při tom lanem nad hlavou, tímto jsme simulovali situaci, kdy se pohybuje zdroj, a to jak zdroj přibližující se, tak i oddalující se. Jeden z nás točil lanem a druhý měřil hodnoty frekvencí na telefonu v aplikaci Decibel X. Jelikož se frekvence střídaly moc rychle a nebylo možno stíhat zapisovat měřené hodnoty, využili jsme další aplikace v telefonu, která pořizuje video obrazovky telefonu, video jsme následně zpomalili a již jsme si mohli naměřené hodnoty zapsat.

tóny	f /Hz
a1	440
c2	523
f2	698
a3	1760

Tab. 1: Zadaná frekvence tónů

4 Výsledky

Pro každý tón jsme provedli dvě měření a z hodnot měření jsme vyhodnotili odpovídající výsledky do tabulky, viz Tab.2.

tón	$f_{\text{přibližující}} / \text{Hz}$	$f_{\text{vzdalující}} / \text{Hz}$
a1	$443,8 \pm 0,7$	$438,1 \pm 0,4$
ac2	$526,2 \pm 0,6$	$520,8 \pm 0,3$
f2	$701,1 \pm 0,4$	$696,3 \pm 0,7$
a3	$1762,2 \pm 0,6$	$1757,1 \pm 0,5$

Tab. 2: Námi naměřené hodnoty

5 Shrnutí

Námi naměřené hodnoty se sice neliší nějak výrazně hodnotám frekvencí zdroje zvuku v klidu, ale i tyto malé rozdíly odpovídají teorii a při provádění pokusu byli změny frekvencí dobře slyšitelné.

Reference

- [1] J. Reichl, *Dopplerův jev*,
<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/175-doppleruv-jev-efekt>
- [2] kol. autorů, *Dopplerův jev*,
<http://www.fyzika007.cz/mechanicke-kmitani-a-vlneni/doppleruav-jev>
- [3] J. Bureš, *Doppler*, <http://www.converter.cz/fyzici/doppler.htm>
- [4] kol. autorů, *Dopplerův jev*, https://cs.wikipedia.org/wiki/Doppler%C5%AFv_jev