

# Vzduchová dráha a Dopplerův jev

Jan Tomášek – [tomasek.jan@ssakhk.cz](mailto:tomasek.jan@ssakhk.cz)  
Střeni škola aplikované kybernetiky Hradec Kralové  
Jan Bednařík – [Yanxn@seznam.cz](mailto:Yanxn@seznam.cz)  
Gymnázium Šternberk

## Vzduchová dráha

### **Abstrakt:**

Cílem našeho bádání bylo ověřit druhý Newtonův zákon a zákon zachování energie. Oba zákony jsme potvrdili: Zákon zachování energie za pomoci nakloněné vzduchové dráhy a druhý Newtonův zákon na základě urychlování vozíku na vzduchové dráze za pomoci závaží.

## **Úvod**

Cílem je ověřit platnost dvou základních fyzikálních zákonů: zákon zachování energie a 2. Newtonův zákon.

## **Popis pokusu na vzduchové dráze**

Vzduchová dráha nám umožňuje provádět pokus s minimálním třením a tím získat co nejpřesnější výsledky.

### **Zákon zachování energie**

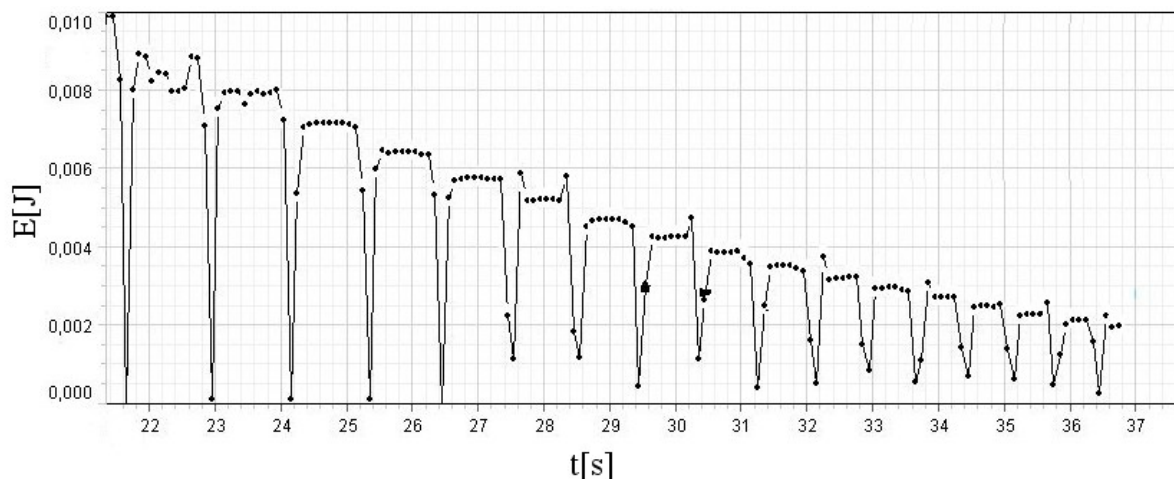
Náš vozík o hmotnosti  $m$  jsme spouštěli po dráze  $l$  nakloněné pod úhlem  $\alpha$ . K měření jsme použili ultrazvukovou sondu, která nám umožňovala zjistit průběžnou vzdálenost a program Datastudio nám pomohl následně vykreslit průběh vzdálenosti na čase. Dále jsme v programu nechali vykreslit energii polohovou  $E_p = m \cdot g \cdot \sin\alpha \cdot l$ , kinetickou  $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v$  a jejich výslednici.

Jak je vidět na Grafu 1, celková energie postupem času klesá vlivem nedokonalého odrazu na gumičce.

## Druhý Newtonův zákon

Vozík o hmotnosti  $m$  je položen na vodorovné dráze a přes kladku je k němu připevněno závaží o hmotnosti  $M$ . Podle 2. Newtonova zákona by závaží mělo udělit zrychlení vozíčku přímo úměrné součtu obou hmotností. K pozorování jsme opět použili program Datastudio. Naměřená data závislosti vzdálenosti na čase jsme proložili kvadratickou funkcí a odečetli její kvadratický koeficient ( $A$ ), který se rovná jedné polovině zrychlení.

Jak je vidět v tabulce1, odchylka vypočteného a změřeného zrychlení je  $(0.05 \pm 0.02) \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$



Graf 1 – znázorňuje závislost výslednice Energie E[J] na čase t [s]

hmotnost vozíku m[g]	hmotnost závaží m[g]	změřené zrychlení a[m/s <sup>2</sup> ]	vypočtené zrychlení a[m/s <sup>2</sup> ]	odchylka $\Delta$ [1]
208.100	6.500	0.206	0.297	0.091
208.100	2.000	0.058	0.093	0.035
208.100	31.400	1.174	1.286	0.112
208.100	21.600	0.920	0.922	0.002
307.700	2.000	0.057	0.063	0.006
307.700	6.500	0.200	0.203	0.003
307.700	21.600	0.470	0.643	0.173
307.700	31.400	0.918	0.908	-0.010

tabulka 1 – Naměřené hodnoty pro ověření 2. Newtonova zákona

## Shrnutí

Během našeho pokusu se nám podařilo prokázat jak zákon zachování energie, tak 2. Newtonův zákon.

# Dopplerův jev

## Abstrakt:

Naším měřením jsme se snažili prokázat pravdivost Dopplerova jevu a zjistit, zda je měřitelný v laboratorních podmínkách.

## Úvod

Dopplerův jev popisuje změnu frekvence přijímaného signálu vůči vysílanému signálu. Jev byl poprvé popsán Christianem A. Dopplerem v roce 1842 v monografii „Über das farbige Licht der Doppelsterne und einige andere Gestirne des Himmels“. Tento jev se využívá při určování rychlosti a směru vesmírných těles.

## Popis pokusu

K ověření pokusu jsme použili: vysokofrekvenční vysílač, který byl připevněn na pohybující se vozítku, a vysokofrekvenční přijímač, který byl upevněn proti vysílači a zapojen do digitalního multimetru, který nám zjišťoval přijímanou frekvenci.

Nejprve bylo potřeba zjistit, jakou rychlostí se vozíček s vysílačem pohybuje, což jsme provedli pomocí stopek a znalosti délky dráhy. Pak jsme zjistili klidovou frekvenci vysílaného signálu. Následně jsme uvedli vozíček do rovnoměrného přímočarého pohybu a pozorovali jsme změnu frekvence, nejprve při pohybu směrem od přijímače a následně při pohybu směrem k přijímači.

Změřený výsledek jsme porovnávali s hodnotou vypočtenou podle vzorce:

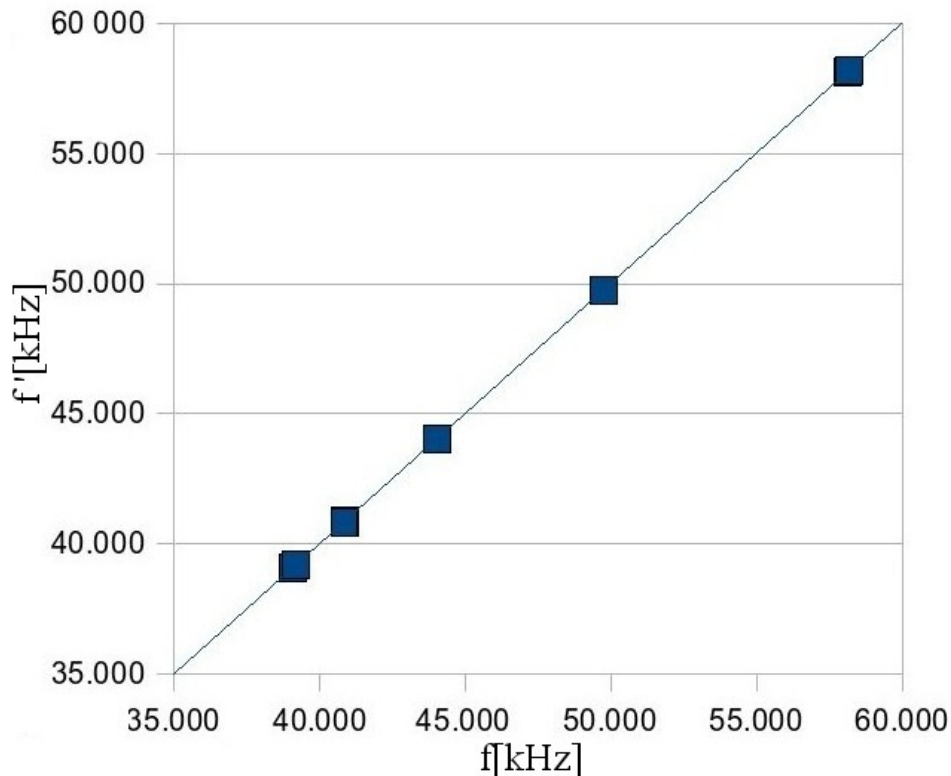
$$f = f_0 \frac{v}{v - v_{s,r}} \quad (1)$$

kde  $f$  je přijímaná frekvence,  $f_0$  je frekvence vysílaná,  $v$  je rychlost šíření vln v dané látce (zvuku) a  $v_{s,r}$  je rychlost vysílače vůči přijímači (přibližování => kladná, oddalování => záporná).

Výsledky tohoto experimentu potvrzují teorii, jak je vidět z grafu 2 a tabulky 2. Nejlepších výsledků jsme dosahovali u klidové frekvence 40kHz.

Rychlost [m/s]	Klidová frek. [kHz]	vzdalování vysílače		přibližování vysílače	
		Měření [kHz]	Výpočet [kHz]	Měření [kHz]	Výpočet [kHz]
0.451	58.230	58.140	58.154	58.300	58.306
0.451	49.830	49.770	49.765	49.900	49.895
0.451	40.915	40.870	40.862	40.970	40.968
0.626	40.920	40.850	40.846	41.010	40.994
0.626	58.230	58.140	58.125	58.340	58.335
0.626	39.175	39.110	39.104	39.240	39.246
0.220	39.230	39.210	39.205	39.260	39.255
0.220	44.070	44.040	44.042	44.090	44.098
0.220	58.240	58.190	58.203	58.275	58.277

Tabulka 2 – změna frekvence v tabulce



graf 2 – závislost námi naměřených hodnot  $f'$  na teoretických hodnotách  $f$

## Shrnutí

Námi naměřené hodnoty byly velmi blízké hodnotám vypočteným, tudíž jsme Dopplerův jev potvrdili v plném znění. Překvapilo nás, jak přesných výsledků se nám dostalo. Kromě výměny baterií jsme se nesetkali s žádným problémem.

## Poděkování

Chtěli bychom poděkovat našim rodičům za zaplacení fyzikálního týdne, Ing. Marii Svobodné a Ing. Zuzaně Sekerešové za psychickou podporu a pomoc v laboratoři a v neposlední řadě panu Dopplerovi a panu Newtonovi za teorie, které jsme mohli ověřovat.

## Reference:

- [1] Wikipedia – [http://cs.wikipedia.org/wiki/Dopplerův\\_jev](http://cs.wikipedia.org/wiki/Dopplerův_jev)
- [2] Strýček google – <http://www.google.com>  
– <http://images.google.com>
- [3] Fyzikální týden na FJFI ČVUT Praha 2004 : Zborník příspěvků
- [4] <http://www.quido.cz/fyzika/103fyzika.htm>