

Dopplerův jev + vzduchová dráha

A. Čechová*, D. Vendel**, J. Horčíčka***

Gymnázium Jiřího Gutha – Jarkovského, Praha*, Gymnázium Poštová,

Košice**, Gymnázium Komenského, Jeseník***

anina.cech@seznam.cz*, justdvl@gmail.com***, chorchix@seznam.cz***

Abstrakt:

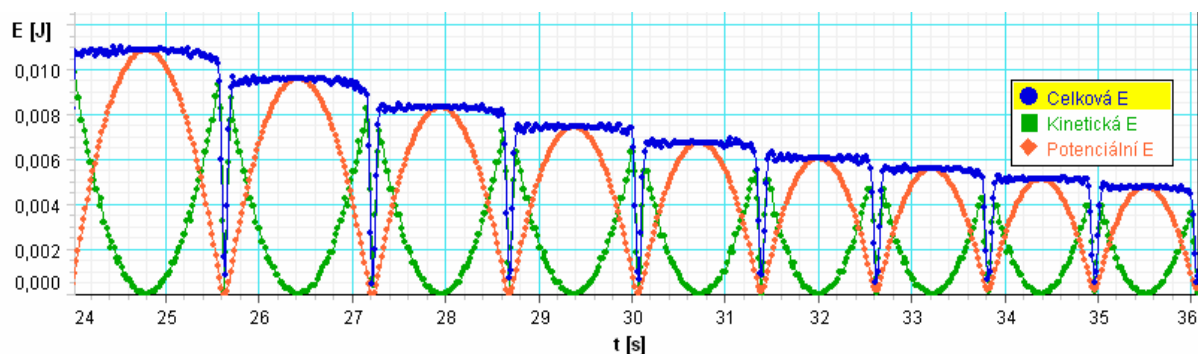
Na vzduchové dráze jsme experimentálně dokazovali zákon zachování energie a zákon zachování hybnosti. Taktéž jsme určovali rychlost vozíku na dráze pomocí dopplerova jevu.

1. Úvod

V našem miniprojektu jsme prováděli tři různé experimenty pomocí vozíků na vzduchové dráze. Vzduchová dráha je zařízení, po kterém jezdí vozíky na vzduchovém polštáři a tím se minimalizuje tření a tedy i ztráty energie. V prvním pokuse jsme ověřovali zákon zachování energie, podle kterého se celková energie izolované soustavy nemění. V druhém pokuse jsme ověřovali zákon zachování hybnosti, který říká, že se celková hybnost izolované soustavy nemění. Ve třetím pokuse jsme aplikovali dopplerův jev na změření rychlosti vozíku.

2. Popisy pokusů

Cílem prvním pokusu bylo ověření zákona zachování energie. Byl proveden pomocí nakloněné roviny na vzduchové dráze. Na jedné straně vzduchové dráhy byl umístěn senzor, který snímal pozici vozíku v daném čase s frekvencí 50 Hz. Vozík jsme spouštěli po nakloněné dráze. Jeho potenciální energie se postupně měnila na kinetickou. Po odrazu na gumičce v dolní části dráhy vozík vykonával pohyb opačný a kinetická energie se zpátky měnila na potenciální. Celková mechanická energie klesala v důsledku ztrát energie během nedokonalé pružného odrazu na gumičce a vlivem tření. Část pokusu je vidět na obrázku níže.



Při druhém pokusu, který byl zaměřen na ověření zákona zachování hybnosti, jsme používali dva vozíky o různých hmotnostech znovu na vzduchové dráze. Mezi vozíky jsme umístili stlačenou pružinu a svázali je k sobě nití. Po přepálení nitě došlo k rozpadu soustavy vozíků, kterou způsobilo uvolnění energie pružiny. Vozíky se rozjely od sebe, jejich pozici jsme zaznamenávali senzory. Hybnosti vozíků byly přibližně stejné, ale opačného znaménka. Část hybnosti nesla vylétající pružina. Celková hybnost soustavy se tedy nezměnila, zůstala nulová.

Ke třetímu pokusu jsme použili zdroj mikrovln a jejich snímač umístěný tak, že přijímal mikrovlny ze zdroje i odražené od vozíku. Jak se vozík po dráze od zdroje vzdaloval a přibližoval, na snímač dopadaly kromě vln ze zdroje s frekvencí f_0 i vlny odražené od vozíku s frekvencí

$$f = f_0 \frac{v}{v - v_{s,r}}$$

kde v je rychlost vln v dané látce a $v_{s,r}$

relativní rychlost zdroje vůči pozorovateli (kladná rychlost znamená přibližování, záporná vzdalování). Protože přijímané frekvence byly velice podobné, přístroj zobrazoval pouze rázové vlny. Víme že, poměr vzdáleností dvou amplitud rázových vln se přibližně rovná poměru odpovídajících rychlostí. Nejdříve jsme změřili referenční rychlost pomocí senzoru v_1 a jí odpovídající periodu T_1 . Pro získání jakékoli další rychlosti stejného směru v_2 nám stačilo zjistit její periodu T_2 .

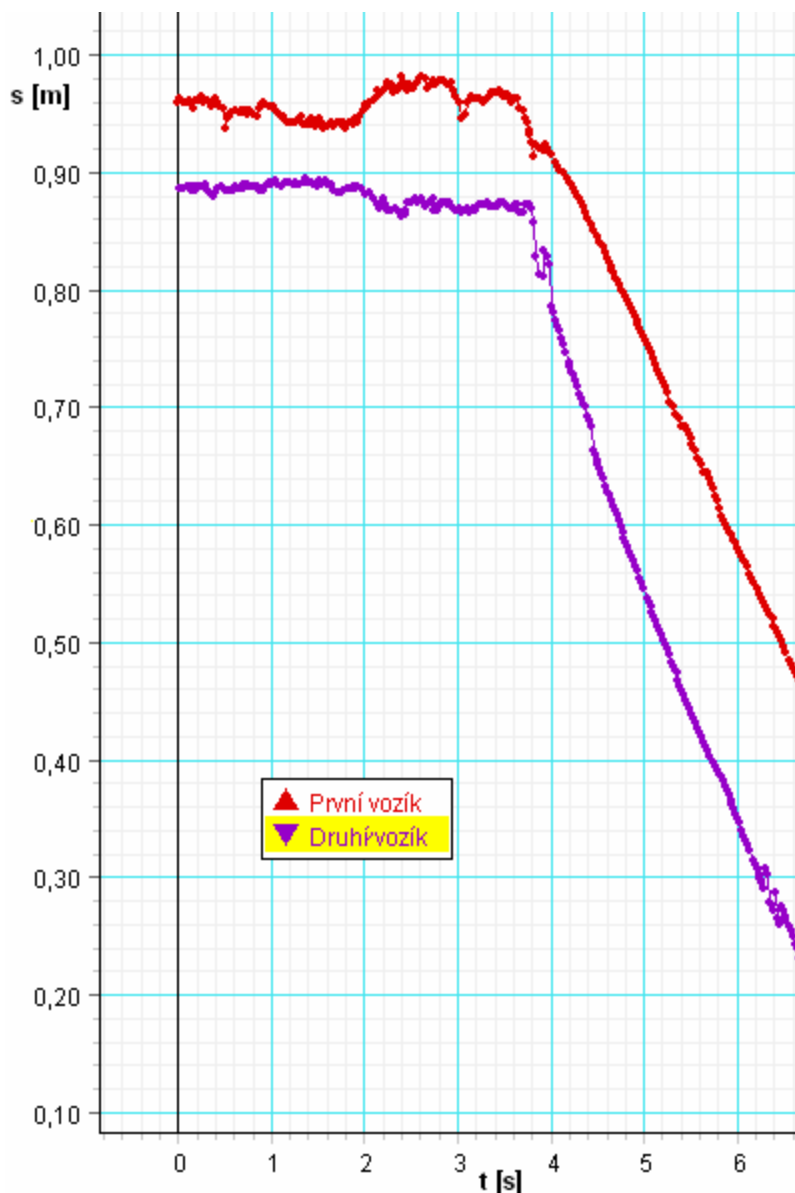
$$v_1 = -0,431 \text{ m/s} \quad T_1 = 17,5 \text{ ms}$$

$$T_2 = 18,5 \text{ ms} \quad v_2 = ?$$

$$\text{Platí } T_1/T_2 \approx v_1/v_2 \Rightarrow$$

$$v_2 \approx v_1 * T_2 / T_1$$

$$v_2 \approx -0,46 \text{ m/s}$$



Nejdříve jsou vozíky v klidu. V čase 4 s se utrhne nit a vozíky se pohybují od sebe.

3. Shrnutí

V našich experimentech jsme ověřili ZZE a ZZH. Vyzkoušeli jsme si aplikaci dopplerova jevu, který je využíván v policejních radarech. Nepřesnosti vznikly kvůli nepřesnému změření pozice vozíku senzorem.

Poděkování

Chceme velice poděkovat KF FJFI ČVUT za možnost účasti na FT a nejvíce našemu supervizorovi Petrovi Gallusovi.

Reference:

[1] http://cs.wikipedia.org/wiki/Doppler%C5%AFv_jev

[2] FEYNMAN, R. : Feynmanovy přednášky z fyziky1/3, Fragment 2000, Praha