

Poloha, rychlost, zrychlení

TOMÁŠ NEČAS

Gymnázium Brno

Abstrakt

V příspěvku stručně předvedu postup, jak výklad uvedených pojmů postavit na měření polohy pomocí sonaru. Představím několik nápadů na využití programu Geogebra v kinematice a doplním jeden námět na studentský projekt s akcelerometrem.

Motivace

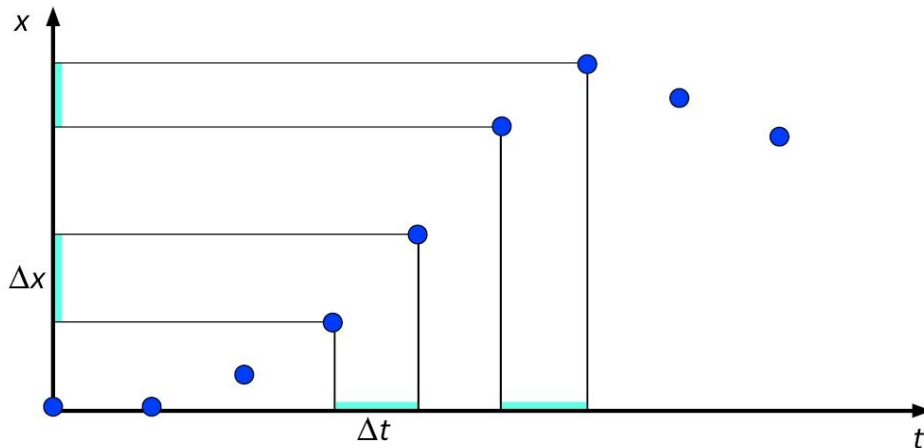
Kinematika na střední škole nabízí hodně možností, jak přispět k budování stěžejních matematických konceptů ve fyzice (souřadnice, funkce, vektory, diferenciální počet, numerické metody). Následující text nabízí několik nápadů, jak toho dosáhnout a neztratit přitom příliš mnoho času. V první řadě považuji za nezbytné rozdělit pohyb po přímce a pohyb ve více dimenzích, podobně jako je tomu např. ve známé učebnici [1]. Pokud toto neučiníme, bude výklad buď špatný nebo příliš složitý. Logika našeho postupu pak přibližně sleduje následující schéma:

- 1) Určování polohy pomocí souřadnic.
- 2) Jak popsat, pochopit a změřit přímočarý pohyb (definice veličin, grafy, měření).
- 3) Jednoduché druhy pohybu a jejich matematický popis.
- 4) Přejít do prostoru (může být jen kvalitativně).

Dále se budu věnovat už jen vybraným nápadům.

Měření

K zavedení kinematických veličin nám významně pomůže senzor polohy (sonar) a počítač ke zpracování dat. Dál stačí obyčejný vozík nebo autíčko, stůl a dlouhá deska. Sonar měří polohu v závislosti na čase danou vzorkovací frekvencí. To je pro náš postup ideální, můžeme zaznamenávat různé druhy pohybu vozíku a analyzovat získané grafy. Studenti pak mohou celkem přirozeně dojít k definici rychlosti $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ a to včetně znaménka a úvahy o tom, že pohyb vozíčku je ve skutečnosti spojitý (viz obrázek 1).



Ovládací program pak umí zobrazit i dopočítávaný graf $v(t)$, který lze využít k definici zrychlení. Rovnoměrný pohyb můžeme zrealizovat pomocí vozíčku s pohonem a pohyb rovnoměrně zrychlený pomocí mírně nakloněné roviny.

Geogebra

K vizualizaci pohybu, kreslení grafů či numerickému řešení úloh lze velmi snadno vytvořit aplikace v programu Geogebra, který je volně šiřitelný [2]. Na webové stránce autora [3] lze stáhnout několik ukázkových aplikací s tématy

1) Pohyb po přímce – srážka vlaků

Animace pohybu bodu a kreslení grafu $x(t)$ je předvedena na úloze rychlík dohání osobní vlak. Úlohu můžeme řešit graficky a měnit parametry zadání.

2) Šikmý vrh

Animace klasického šikmého vrhu s možností volby parametrů – dva různé způsoby řešení.

3) Pohyb s odporem vzduchu

Ukázka numerického řešení úlohy pomocí Newtonovy metody, aneb jak se vyhnout diferenciálním rovnicím.

Výhodou je, že na rozdíl například od appletů dostupných na síti nejde o „černou skříňku“. Tvorbu aplikací v Geogebře zvládnou i šikovnější studenti.

Zrychlení auta při rozjezdu

Kinematika by se mohla zdát poměrně teoretická, avšak opak je pravdou, neboť v dnešní době je například akcelerometry vybavena většina aut a mají je i studenti v chytrých telefonech. Můžeme jim pak zadat jako samostatný úkol nebo projekt měření zrychlení v různých situacích. Že to opravdu může být zajímavé vás snad přesvědčí následující příklad. Studenti porovnávali zrychlení dvou různých aut při akceleraci z 0 na 100 km/h. společně jsme se pak pokusili o některé výpočty a jejich porovnání s nameřenými daty (to však vyžaduje i znalosti z dynamiky). Zde jsou výsledky:

Renault Megane Grand Tour

Motor: 1,5dCi, výkon 81 kW

Poháněná náprava: přední

Hmotnost 1400 kg

Převodovka: manuální

Udávané zrychlení (0-100): 11s

Výpočty

$$a_{\text{prům}} = \Delta v / \Delta t = 28 / 11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$a_{100} = P / mv = 81000 / 1550 \cdot 28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 1,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$a_0 = 0,6 \cdot g f = 0,36 g = 3,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

Škoda Octavia Combi

Motor: 1,8TSI, výkon 132kW

Poháněná náprava: 4x4, odpojitelná

Hmotnost: 1350 kg

Převodovka: automatická (DSG)

Udávané zrychlení (0-100): 7,5 s

Výpočty

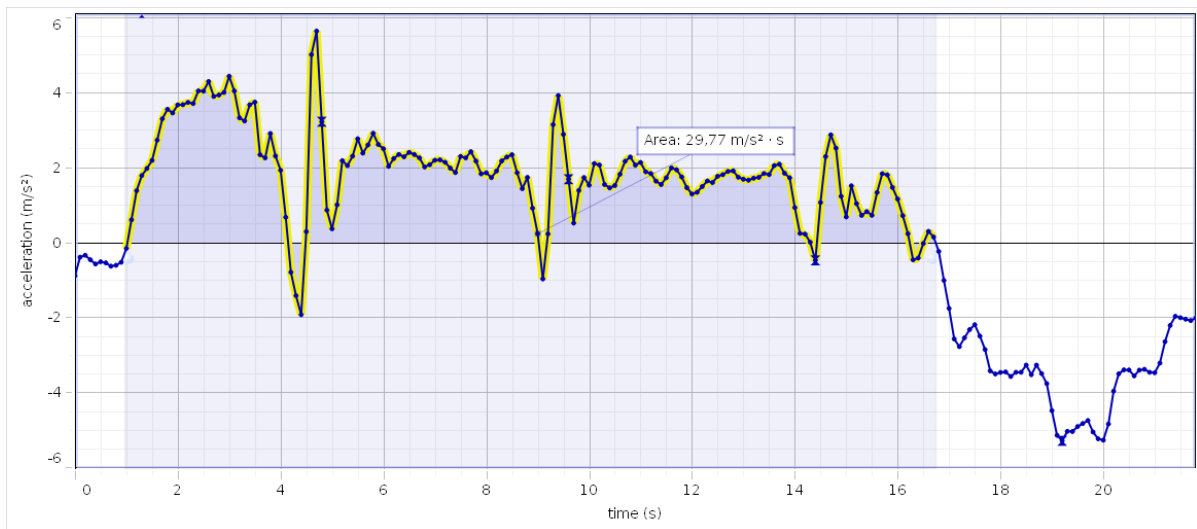
$$a_{\text{prům}} = \Delta v / \Delta t = 28 / 7,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 3,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

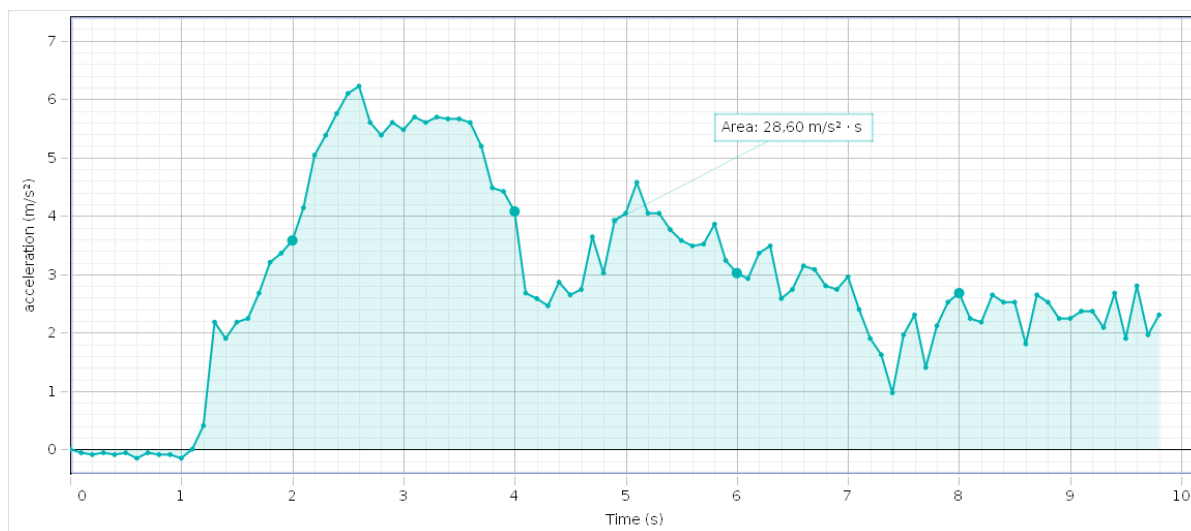
$$a_{100} = P / mv = 132000 / 1500 \cdot 28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 3,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$a_0 = g f = 0,6 g = 6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$a_{\text{prům}}$ je průměrné zrychlení na celém úseku, a_{100} je maximální teoretické zrychlení při rychlosti 100 km/h počítané z výkonu motoru (bez započítání odporových sil), a_0 je maximální možné zrychlení počítané z maximální třecí síly (u pohonu všech 4 kol počítáme s ideálním rozložením síly na nápravy, u pohonu přední nápravy počítáme s tím, že 60% hmotnosti auta zatěžuje přední nápravu), koeficient tření silnice – pneumatiky 0,6.

Změřené grafy najdete na obrázcích 2 a 3. V rámečku je vypočítaná plocha pod grafem odpovídající dosažené rychlosti (přibližně 100 km/h).





Literatura

- [1] Halliday D. a kol.: *Fyzika*. VUTIUM Brno, Prometheus Praha, 2000.
- [2] <http://www.geogebra.com/>
- [3] <https://sites.google.com/site/jaroska14>