



Měření rychlosti projektilu pomocí sensorového vozíku

Pomůcky

Vozík GDX-CART (*experiment byl proveden se žlutým vozíkem, proto je za některými popisky zkratka ŽLU*), dětská pistolka (např. NERF), nádoba či kelímek jako lapač projektilů (*my jsme použili nádobu dodávanou s čidly koncentrace O_2 a CO_2*), gumička pro připevnění lapače k vozíku, váhy s citlivostí 0,1 g. Lze použít též vozíkovou dráhu TRACK, která je součástí sady DTS-GDX. Vozík nicméně může jezdit i po vodorovném stole.



Teorie

Projektil o hmotnosti m_1 a rychlosti v_1 má hybnost $p_1 = m_1 \cdot v_1$. Při zachycení projektilu v nádobce umístěné na vozíku se celá soustava (vozík + nádoba + projektil) dá do pohybu rychlostí v_2 s hybností $p_2 = (m_1 + m_2) \cdot v_2$, kde m_2 je hmotnost vozíku s nádobkou. Ze zákona zachování hybnosti plyne rovnost $p_1 = p_2$, odkud lze určit rychlost projektilu:

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2) \cdot v_2}{m_1}$$

K výpočtu je tedy potřeba znát rychlost vozíku těsně po výstřelu a také hmotnost projektilu a hmotnost vozíku s nádobkou/lapačem.


Příprava vozíku

Nádobku, která bude sloužit jako lapač projektilů, připevněte gumičkou k vozíku. Dejte pozor, aby gumička nebránila volnému točení žádného z koleček na spodku vozíku (páté kolečko slouží k přesnému měření změn polohy při pohybu vozíku – musí tedy také zůstat volné).



Pomocí nastavovacích šroubů vyrovnejte dráhu TRACK do vodorovné polohy tak, aby se na ní vozík samovolně nerozjížděl. Pokud místo dráhy použijete vodorovný stůl, vyjměte mírným tahem gumovou brzdu na spodní straně vozíku (zvýrazněno na obrázku výše) a po skončení experimentu ji zase vtláčte na původní místo.

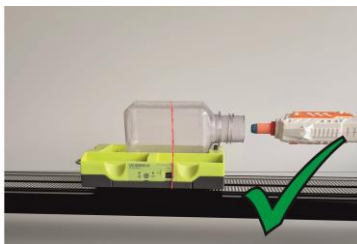
Příprava měření

1. Spustíte aplikaci Graphical Analysis a připojíte vozík ([návod](#)).
2. Klikněte na pole *Režim, Frekvence* v levém dolním rohu a zvolte *Zastavit měření: Ručně*. Potvrďte tlačítkem *HOTOVO*.
3. Klikněte na tlačítko  vpravo nahoře a vyberte *1 graf*.
4. Nakonec klikněte na popisek svislé osy, zrušte zaškrtnutí u položky *Poloha ŽLU* a zaškrtněte položku *Rychlost ŽLU*.



Provedení experimentu

1. Zvažte dohromady vozík s lapačem a zvlášť projektil. Obě hmotnosti si zapište.
2. Nabijte pistolku a tlačítkem *ZAHÁJIT MĚŘENÍ* spustíte záznam dat.
3. Zamiřte do lapače. Hlavěň přitom držte **rovnoběžně** s deskou stolu.



4. Zmáčkněte spoušť a následně tlačítkem *ZASTAVIT* ukončete probíhající měření.
5. Ze získaného grafu zjistíte a zapište maximální velikost rychlosti těsně po zásahu (po kliknutí do grafu se zobrazí hodnota naměřená v daném čase).
6. Měření (kroky 2 až 5) ještě několikrát zopakujte, výsledky si poznamenejte.
7. Pro každou naměřenou rychlost vozíku vypočítejte rychlost projektilu.

Ukázka naměřených dat

Hmotnost projektilu byla 1,0 g. Hmotnost vozíku s nádobkou a gumičkou byla 329,5 g.

Rychlost vozíku (m/s)	0,043	0,046	0,040	0,042	0,048	0,045	0,045	0,042	0,053	0,047
Rychlost projektilu (m/s)	14,4	15,4	13,4	14,0	16,0	15,0	15,0	14,0	17,7	15,7

Aritmetický průměr naměřených hodnot rychlostí projektilu je 15,1 m/s (tedy přes 50 km/h), směrodatná odchylka 1,2 m/s.

Poznámky

- Dětské pistolky by neměly být nebezpečné, přesto při střelbě buďte opatrní a dávejte pozor, aby projektil pokaždé bezpečně skončil v lapači.
- Rychlost projektilu můžete změřit také pomocí optické závory a výsledky obou měření porovnat: www.vernier.cz/305