



Určení rychlosti diabolky ze zákona zachování hybnosti

Pomůcky

Sonar Vernier MD-BTD, vzduchová puška nebo vzduchová pistole na diabolky, plastový kelímeček, modelína, autíčko nebo vozík, váhy.

Teorie

Pokud vystřelíme diabolku o hmotnosti m_1 rychlostí v_1 , její hybnost bude $p_1 = m_1 \cdot v_1$. Při zachycení diabolky do modelíny na korbě automobilu dojde k tzv. nepružné srážce (diabolka se neodrazí) a naložené autíčko

o hmotnosti m_2 se dá do pohybu rychlostí v_2 a s hybností $p_2 = (m_1 + m_2) \cdot v_2$.

Ze zákona zachování hybnosti plyne rovnost $p_1 = p_2$, odkud lze určit rychlost diabolky $v_1 = \frac{(m_1 + m_2) \cdot v_2}{m_1}$. K výpočtu je tedy potřeba znát hmotnost diabolky i naloženého autíčka a také rychlost autíčka těsně po výstřelu.



Příprava lapače diabolek


Při experimentu je třeba dbát na bezpečnost. Se zbraní vždy zacházejte tak, jako kdyby byla nabitá a nikdy nemiřte do prostoru, kde jsou lidé! K zachycení diabolky použijte plastový kelímeček naplněný modelínou – vrstva modelíny by měla mít tloušťku alespoň 5 cm. Tento lapač diabolku spolehlivě zastaví a je možné využívat jej opakovaně.

Příprava měření

1. Pomocí USB kabelu připojte k počítači rozhraní LabQuest Mini.
2. Zapojte čidlo pohybu (sonar) MD-BTD do jednoho z digitálních vstupů LabQuestu Mini označených DIG1 nebo DIG2.
3. Hlavu pohybového čidla vyklopte do svislé polohy jako na obrázku.
4. Spustíte program Logger Lite a otevřete soubor **rychlost-projektivu.gmbl**, který můžete stáhnout z www.vernier.cz/kucharka.
5. Lapač diabolek připevněte (např. izolepou) k autíčku tak, aby se nemohl hýbat.




Provedení experimentu

1. Zvažte autíčko s lapačem a také diabolku. Obě hmotnosti si zapište.
2. Postavte autíčko 30 cm před hlavu sonaru tak, aby mířilo směrem k čidlu.
3. Nabijte zbraň a tlačítkem  spustíte měření.

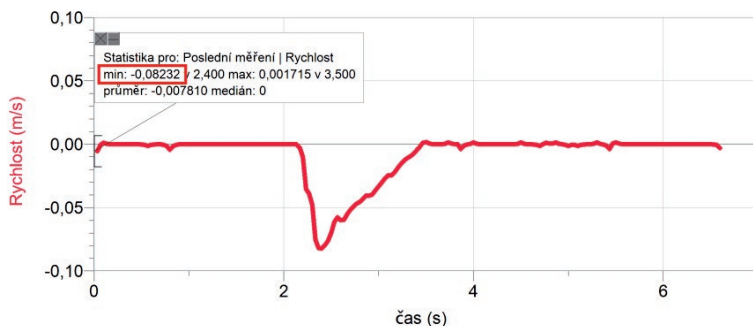
- Zamiřte z bezprostřední blízkosti do lapače. Hlaveň přitom držte **rovnoběžně** s deskou stolu (jako na obrázku).



- Zmáčkněte spoušť a následně tlačítkem  ukončete probíhající měření.
- Po zásahu se autíčko rozjede směrem k čidlu, což se v grafu projeví náhlou změnou rychlosti (záporné hodnoty značí směr k sonaru). Maximální velikost rychlosti lze vyčíst z připraveného okénka se statistickými údaji (obrázek níže).

Ukázka naměřených dat

Tvar a hladkost křivky výrazně závisí na typu autíčka, ložisek kol a povrchu.



Závěr

Ve vzorovém experimentu byly naměřeny následující hodnoty: $m_1 = 1 \text{ g}$, $m_2 = 725 \text{ g}$, $v_2 = 0,082 \text{ m/s}$. Odtud lze rychlost diabolky spočítat jako:

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2) \cdot v_2}{m_1} = \frac{(1 + 725) \cdot 0,082 \text{ m}}{1 \text{ s}} \doteq 60 \frac{\text{m}}{\text{s}} \doteq 220 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Poznámky

- Při práci se zbraní nikdy nemiřte na nikoho ve vašem okolí. Nedotýkejte se spouště, dokud není zbraň namířena proti lapači!
- Pro různé typy zbraní a různé diabolky můžete naměřit značně rozdílné rychlosti, běžně se pohybují zhruba mezi 50 m/s a 150 m/s.