

Smyčka nesená setrvačností

O. Bareš

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
bareson2@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Náplní tohoto příspěvku byl pokus o konstrukci, demonstraci a vysvětlení tzv. string launcher, provázku ve smyčce schopném udržet se ve vzduchu díky vlastní setrvačnosti. Ačkoliv se finální smyčku podařilo udržet jen po krátkou dobu, dílčí demonstrace proběhly úspěšně a umožnily předvést zajímavosti vrhů v silovém poli.

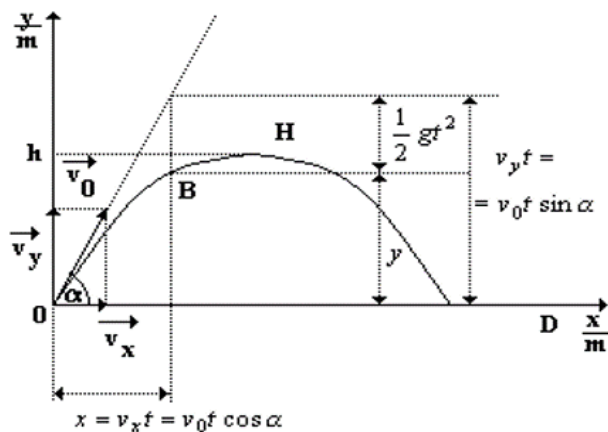
1 Úvod

Problematika vrhů v silovém (tíhovém) poli se může zdát jednoduchá, avšak i zde existují některé zvláštnosti. Tento příspěvek má za cíl demonstrovat některé vrhy v praxi a následně využít získané poznatky při demonstraci a vysvětlení tzv. string launcher.

2 Teorie

Základem této problematiky je vrh šikmý v tíhovém poli. Je-li předmět - projektil vržen rychlostí v_0 pod úhlem α , opíše v prostředí bez odporu parabolickou trajektorii [Obr. 1]. Pokud je započten odpor prostředí, trajektorií je balistická křivka [Obr. 2].

Počáteční rychlost v_0 je v tomto případě udělena rotujícími koly s úhlovou rychlostí ω (popř. frekvencí f) a poloměrem r . Počáteční rychlost lze spočítat dle vzorce $v_0 = r\omega = 2\pi rf$.

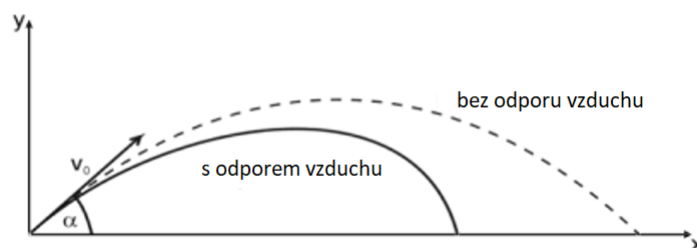


Obr. 1: Vrh šikmý v tíhovém poli bez odporu prostředí [1].

3 Demonstrace

3.1 Přístroj

Veškeré vrhy byly provedeny přístrojem [Obr. 3] na principu "metač tenisových míčků". Základem jeho konstrukce jsou dvě proti sobě rotující kola, která zacycený předmět vymrští danou rychlostí. Na obrázku je zachycen zepředu.



Obr. 2: Vrh šikmý v tíhovém poli s odporem prostředí [1].

3.2 Vrh jednoduchého tělesa

První demonstrace se týkala jednoduchého vrhu šikmého. Byl zvolen dlouhý plochý předmět - dřevěné míchátko od kávy, aby byl ideálně nabrán vystřelovacím mechanismem. Vystřelené dřívko se vždy z počátku pohybovalo po trajektorii připomínající parabolu, avšak za vrcholem se díky nízké váze a protáhlému plochému tvaru začalo chovat jako křídlo a mělo tendenci odplachtit v různých směrech.

3.3 Vrh provázku

Druhá část demonstrace představovala pokus o vizualizaci balistické křivky. Do přístroje byl vložen provázek, který byl tímto postupně vržen. Vznikl tak oblouk z provázku, který skutečně odpovídal tvaru balistické křivky. Provázek se zde choval jako série pružně spojených bodů, které byly postupně vystřeleny přístrojem. Kvůli nedokonalostem v konstrukci přístroje i konečnosti provázku se však oblouk podařilo vytvořit pouze krátce.

3.4 Kontinuální vrh smyčky

Třetí a finální částí demonstrace bylo samotné vytvoření smyčky nesené setrvačností. Staví na druhé části demonstrace, tentokrát je však provázek zacyklen do smyčky a tudíž nemůže nikdy "dojít".

Tím ovšem vznikají podivnosti string launcheru - provázek, nyní v pohybu, se drží ve vzduchu, i když normálně by jen zplihle visel. Navíc, pokud je obvod smyčky menší, než součet parabolické (balistické) dráhy a vzálenosti místa dopadu od místa výstřelu, je provázek strháván směrem zpět k přístroji dříve než dokončí celý parabolický oblouk.

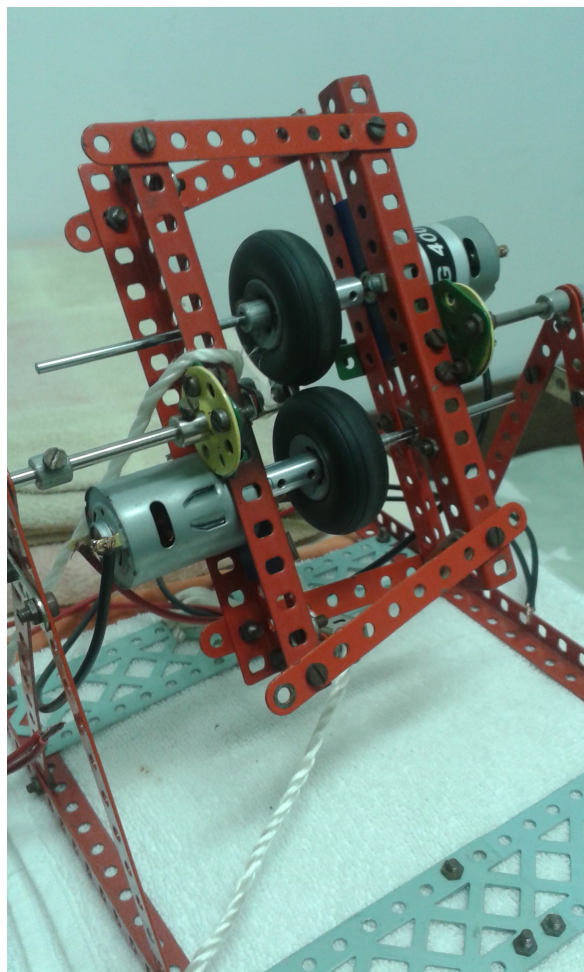
Ačkoliv z prezentace není žádné video, jev je dobře vidět na videu [2], které bylo původní inspirací pro tento projekt.

4 Závěr

Demonstrace principů vrhů v tíhovém poli proběhla úspěšně, avšak kvůli nedokonalostem v konstrukci přístroje měl provázek tendenci vypadávat z oblasti mezi koly. Důsledkem bylo, že se nepodařilo udržet smyčku v oběhu po dobu delší než několik sekund, což pro úplné demonstrování vlastností string launcheru nestačilo, avšak společně s doprovodným videem [2] alespoň nastínilo některé podivnosti této části mechaniky.

Reference

- [1] J. Reichl, Vrh šikmý. <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/68-vrh-sikmy>
- [2] B. Yeany, String shooter-String launcher- physics of toys //// Homemade Science with Bruce Yeany <https://www.youtube.com/watch?v=rffAjZPmkuU&t=>



Obr. 3: Přístroj na vrhání předmětů.