

Proč nelze zakřivit dráhu střely máchnutím zbraně a jak to tedy udělat.

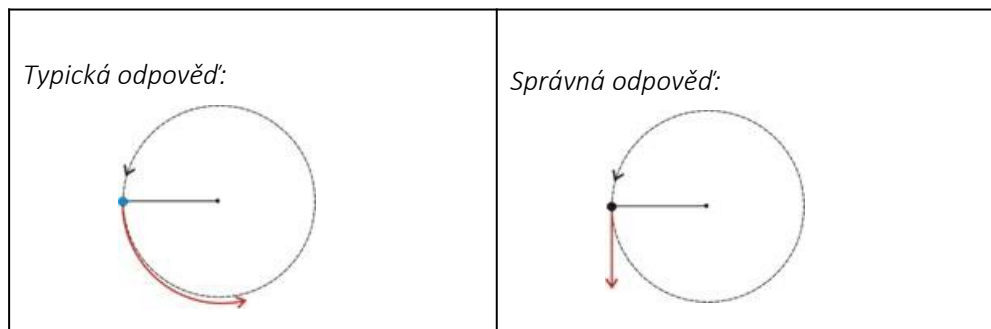
Úvod

V akčním filmu Wanted z roku 2008 protagonisté střílí z pistolí za roh nebo okolo překážek. Docilují toho pomocí máchnutí zbraně. V tomto textu bych rád osvětlil, že tímto způsobem není možné trajektorii střel zakřivovat a následně uvedu příklady, jak toho dosáhnout lze.

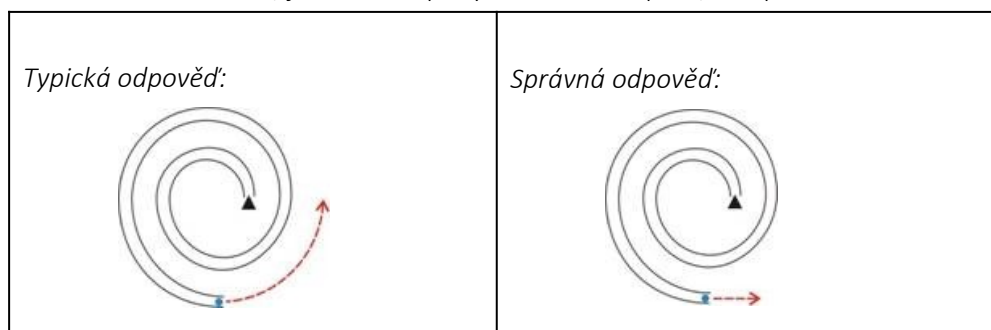
Miskoncepce

Samotné zakřivování trajektorií jako extrapolace původní trajektorie je součástí významné fyzikální miskoncepce. O jakou miskonceptci jde? Mandíková uvádí: "Pohybující se tělesa mají tendenci zachovávat původní tvar trajektorie i poté, co přestanou působit vazbové síly." [1] Dále uvádí dva příklady miskonceptcí spjatých se zkoumaným tématem:

13. Nakreslete, jak se bude pohybovat míček, který máme uvázaný na provázku a točíme s ním na stole, poté, co se provázek přetrhne.



14. Nakreslete, jak se bude pohybovat kulička poté, co opustí konec trubice ležící na stole.



Jak je vidno, představy o zakřivených trajektoriích jako důsledek předchozí křivé trajektorie jsou přirozené a byly nejspíš zakořeněné i v každém z nás.

Rozbor situace

Zakřivené trajektorie pohybujících se těles pozorujeme každý den: míč vržený do dálky poletí po parabolické trajektorii; planety obíhají po eliptických drahách kolem Slunce; fotbalisté umí správným nakopnutím zahnout trajektorii míče doleva nebo doprava, stejně tak baseballloví nadhazovači udílí míčům faleš. Proč by to tedy nešlo i se střelami?

1. Newtonův zákon praví, že pokud na tělesa nepůsobí žádné vnější síly, tak se pohybují po přímce. Jinými slovy, každý zakřivený pohyb musí mít svoji zakřivující sílu. Točíme-li nad hlavou závaží na provázku na stole, po přetržení provázku bude závaží pokračovat ve svém pohybu po přímce, nebude pokračovat v zakřivené trajektorii. Stejně tak máchneme-li pistolí ve vzduchu v době výstřelu, tak střela se sice bude pohybovat po křivé trajektorii v horizontální rovině po dobu, kdy je v hlavni, nicméně po opuštění zbraně již nebude stranově zatáčet, ale bude se pohybovat ve směru, kterou měla hlaveň v okamžiku, kdy ji střela opouštěla. Síla, která by měnila směr jejího pohybu v horizontální rovině, již přestala působit. O tom se přesvědčili i televizní diváci televizní show Bořiči mýtu [5], kde fenomén zatáčení střely zkoumali.

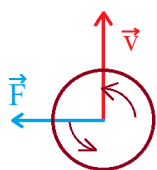
Pojďme tedy najít zatáčecí síly u nadnesených případů, a zkusme se zamyslet, zdali jdou použít u střely z pistole.

Tíhová síla

Tíhová síla přitahuje vše na zemském povrchu. Působí nám jako zakřivující síla. Tím si vysvětlujeme parabolickou trajektorii, po níž se pohybuje vržený míč. Touto cestou by šlo zatáčet i střely, touto cestou dokonce střely zatáčeny jsou! Vždyť lovci i vojáci mají stavitelná hledí na větší vzdálenosti, řádově na stovky metrů, aby vyrovnali pokles střely. Nicméně jsme omezeni na zatáčení v jediné rovině, rovině svislé, navíc tyto zatáčky jsou velmi mírné a tedy velmi vzdálené kýženému zahnutí střely okolo nějaké překážky přímo do cíle, jak to pozorujeme ve filmu Wanted.

Magnusův jev

Fotbalisté, baseballisté, hráči kriketu a další umí zatáčet své míče v libovolné rovině. Docilují toho pomocí rotace míče a tzv. Magnusova jevu. Ten v kostce říká, že rotující projektil v plynném prostředí bude zatáčet ve směru, v kterém rotuje, v důsledku rozdílů tlaků na protilehlých stranách. Jeden povrch se točí po směru pohybu a druhý se točí proti směru pohybu míče.

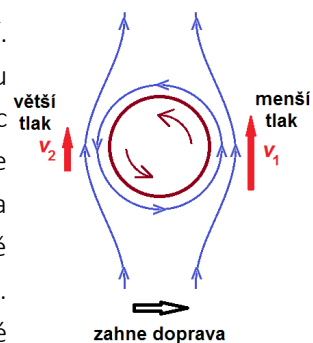


O Magnusově jevu se můžeme přesvědčit jednoduchým pokusem: z archu kancelářského papíru slepíme ruličku a necháme ji volně skutálet po nakloněné desce. Po opuštění desky nebude rulička pokračovat po očekávané parabolické trajektorii, nýbrž zatočí pod desku. [2]



Magnusův jev - jak to vlastně funguje?

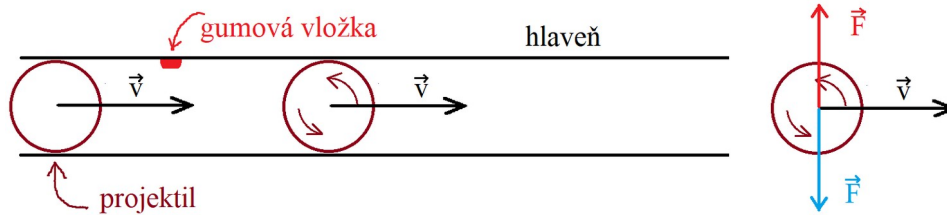
Válec, který se kutálí po prkně, strhává vzduch ve svém okolí. Vzduch má tu vlastnost, že se „lepí“ na předměty, které se jím pohybují. Když válec padá dolů po opuštění prkna, stále strhává vrstvičku vzduchu okolo sebe. Tato vrstva vzduchu se tedy točí spolu s válcem. Když válec padá, pohybuje se vůči okolnímu vzduchu. Z hlediska válce si to můžeme představit tak, že proti němu zdola fouká vzduch. Rotující vrstvička vzduchu brzdí „foukající“ vzduch na jedné straně a urychluje ho na straně opačné (tyto dva proudy vzduchu se k sobě totiž také trochu lepí). Výsledkem je to, že na jedné straně padajícího válce (a k němu nalepené vrstvičce vzduchu) je menší tlak než na straně druhé. Vzduch odtlačuje válec z místa, kde je větší tlak do místa, kde je tlak menší.



Aplikace

Šel by využít Magnusův jev pro zatáčení střel? Využívá se u airsoftových hraček, které střílí 6mm plastové kuličky o hmotnostech několika desetin gramu. Magnusova jevu využívají ke kompenzaci poklesu. V hlavni je umístěná gumová vložka (tzv. hop up), která kuličku navrchu zbrzdí a tím jí udělí

zpětnou rotaci. Správně seřízená dokáže airsoftová puška či pistole střílet po ploché dráze bez viditelného poklesu. (Na obrázku níže je modře tíhová síla a červeně Magnusova síla.)



Pokud je gumová vložka příliš utažená, potom je magnusova síla větší než tíhová síla a plastové kuličky po opuštění hlavně stoupají vzhůru. Poté stačí pušku či pistolí natočit na bok a máme projektily, které ve vzduchu zatáčí, a to bez nutnosti jakéhokoliv máchání.

Lze to však implementovat do skutečných zbraní? Problém se zakřivenými trajektoriemi je ten, že výrobci zbraní se je snaží všemožnými způsoby odstranit. Rovná trajektorie znamená přesnější a dalekonosnější střelbu. Dnes se střely stabilizují rotací kolem osy rovnoběžné se směrem letu a také tím, že již dávno nejsou kulové ale mají tvar válečku, který je na jednom konci zašpičatělý. Museli bychom si tedy pořídit historickou pistolí na kulové střely, a poté jí upravit přidáním vložky na tu stranu hlavně, na kterou bychom chtěli střelu zatočit.



[3]

Závěrem

Střely z pistole zahrnout lze, rozhodně ale ne mácháním pistolí. Navíc, proč by to kdo dělal, když by se tím připravil o možnost střílet rovně. Rovná střelba má tu výhodu, že nám nezáleží, jak daleko cíl je, budeme stále mířit stejným směrem. Pro různě vzdálené cíle bychom však potřebovali různé poloměry zakřivené trajektorie. Zakřivenou střelbu bych tedy s poklidem zanechal v říši filmů, a nevzrušoval bych se ani, kdyby na nás občas vyskočila při historickém bádání.



[4]

Zdroje

[1] Mandíková, Dana. *Výuka Newtonových zákonů I - intuitivní představy žáků*. dostupné online [4. 7. 2020]

<https://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/212/VYUKA-NEWTONOVYCH-ZAKONU-I---INTUITIVNI-PREDSTAVY-ZAKU.html/>

[2] Muller, Derek. *Videoesej What Is The Magnus Force?* dostupné online [4. 7. 2020]

<https://youtu.be/23f1jvGUWJs>

[3] *pistole královny anny*. dostupné online [4. 7. 2020]

https://en.wikipedia.org/wiki/Queen_Anne_pistol

[4] *Krummlauf*. Pinterest, dostupné online [4. 7. 2020]

<https://www.pinterest.ch/pin/400046379393648961/>

[5] *Is it Possible to Curve a Bullet? | MythBusters*. Dostupné online [4. 7. 2020]

<https://youtu.be/5vZ4lCKv1ik>