

Fizikalna sestavljanika – vodoravni met

Nina Jereb

Gimnazija Koper

Povzetek

Predmete, ki so vsakomur dostopni (slamice, magneti, gumijaste cevi, kljukice za obešanje perila, plastenke ...), lahko sestavimo v preprost mehanizem za prikaz vodoravnega meta. Izstrelek v nekaj metrov dolgem letu zadene padajočo tarčo in v njej tudi obstane.

Ključne besede: vodoravni met, gibanje v ravnini, demonstracijski poskus

Physics Composition – Projectile Motion

Abstract

Easily available objects (straws, magnets, rubber hose, clothes pegs, plastic bottle, etc.) can be used to build a simple mechanism for demonstrating projectile motion. The projectile travels a few-metre distance, hits a falling target and comes to a halt.

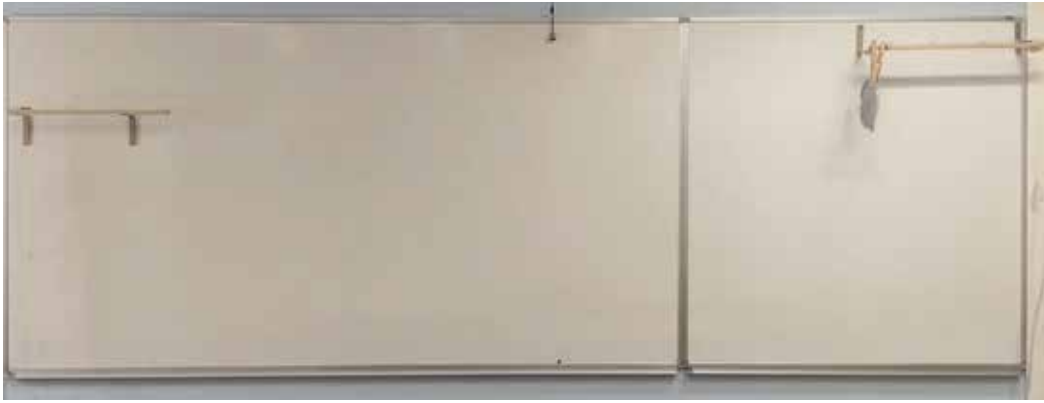
Keywords: projectile motion, motion in a plane, demonstration experiment

Svoj čar imajo velike stvari – veliki poskusi, velike konstrukcije, velike ideje ... a kaj, ko imamo natrpane prostore in natrpane urnike. Pa je vseeno mogoče narediti stvari na veliko, če se jih le da hitro sestaviti in potem prav tako hitro spet razstaviti, stlačiti v odrejeno škatlo, omaro ali predal. Razveseli me, ko odkrijem nov »nekaj«, ki ga je mogoče sestaviti z nekim novim »nečim« – ker vem, da se bo spet sestavljalo na čedalje večje in razstavljalo na čedalje manjše.

Mehanizem za prikaz vodoravnega meta v tej izvedbi je mogoče postaviti na skoraj katerokoli tablo. Ko je nameščen, je velik in viden, hkrati pa v razstavljeni obliki lahko domuje v navadni vrečki nekje na omari, pripravljen za naslednjo uporabo. Uporabimo ga, ko obravnavamo gibanje in želimo dijakom pokazati, da lahko vodoravni met razstavimo na prosto padanje v navpični in enakomerno gibanje v vodoravni smeri.

Prikaz vodoravnega meta

Na levi strani table je nameščena cev z izstrelkom, na desni pa tarča. Izstrelek poženemo po cevi. V trenutku, ko izstrelek izstopi iz izstrelitvene cevi, tarča začne prosto padati in ... izstrelek jo v letu zadene. [1]



Slika 1: Pogled na tablo – začetno stanje. Izstrelek je na začetku izstrelitvene cevi. Tarča je na višini izstrelka.

QR povezava do videa



Slika 2a: Izstrelek izstopi iz cevi, držalo spusti tarčo.



Slika 2b: V letu. Izstrelek in tarča sta na enaki višini.

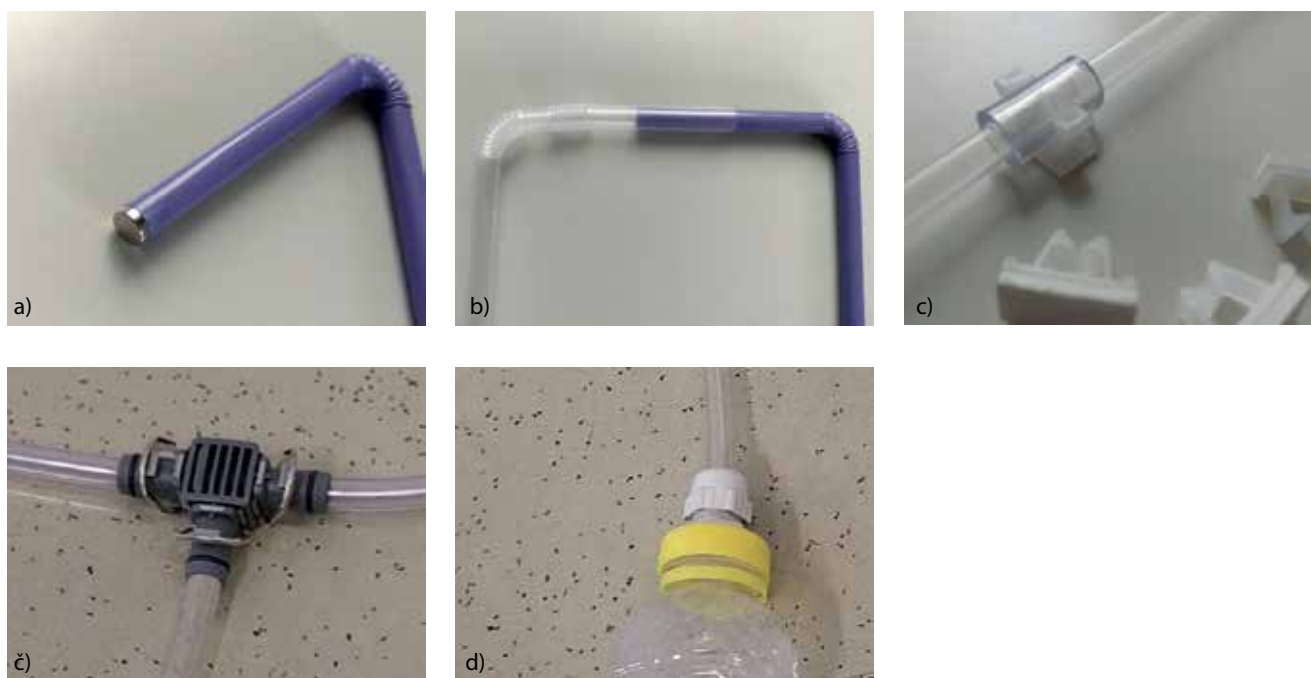




Slika 2c: Izstrelek zadane tarčo.

Elementi sestavljanke

Elemente sestavljanke najdemo v trgovinah z živili (slamice, plastenka ...), v hobi trgovinah (cevi, razdelivec za vrtno cevi, uvodnica, plastična držalca ...) in v spletnih trgovinah (magneti po meri).



Slika 3:

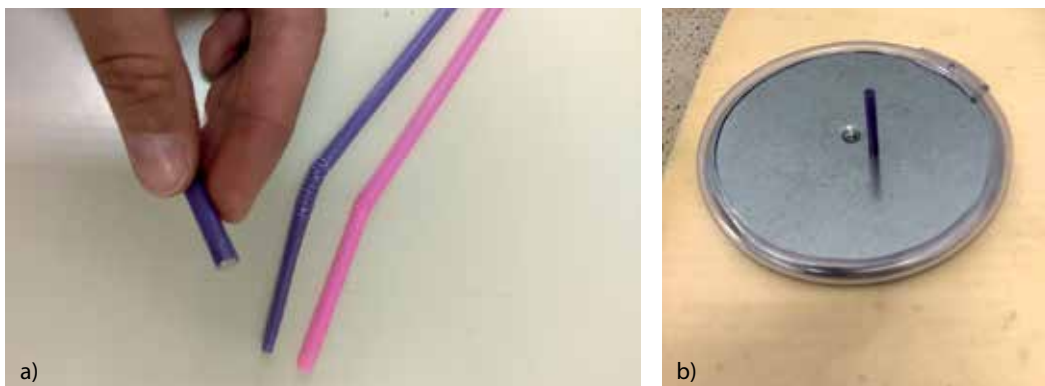
- Magnet premera 5 mm se prilega slamici premera 5 mm.
- Slamica premera 5 mm gre v slamico premera 6 mm.
- Slamica premera 6 mm se sestavi s cevjo notranjega premera 6 mm in zunanje premera 10 mm. Ta cev se sklada z držali za električne kable.
- Cev se sklada tudi z razdelivcem za vrtno cevi in z uvodnico velikosti PG-11.

Izdelava

Kako naj izstrelek v tarči obstane?

Ker želimo vedeti, kako uspešen je strel, poskus zasnujemo tako, da se izstrelek s tarčo sprime. Izstrelek zato naredimo iz majhnega magneta, za tarčo pa uporabimo predmet primerne oblike iz feromagnetnega materiala, kot je pločevinast pokrov, železna plošča, lonček ali podobno.

Zelo primeren je valjast neodimski magnet premera 5 mm in dolžine okoli 5 mm, ker ga lahko vtaknemo v košček slamicice premera 5 mm. Magnet je snemljiv, hkrati pa je dovolj trdno nameščen v slamici. Slamica služi predvsem temu, da je izstrelek boljše viden. Na temnih tablah raje uporabimo košček slamicice svetle barve.



Slika 4:

- a) Izstrelek – neodimski magnet v slamicici.
- b) Po izstrelitvi tarča obleži na tleh. Zaradi magnetka izstrelek ostane v točki, kjer zadene tarčo.

Kako pognati izdelek?

Kot vodilo uporabimo slamicice premera 6 mm. Da je izstrelek viden tudi znotraj take izstrelitvene cevi, so slamicice prozorne, a če teh nimamo, se lahko zadovoljimo tudi z barvnimi. Iz slamic sestavimo cev dolžine okoli 0,5 m (lahko tudi krajšo), tako da izstrelek v njej drsi brez zatikanja.

Robustnejšo različico vodila, kjer ni treba paziti, da se pri pospravljanju ne zmečka ali kako drugače poškoduje, lahko naredimo iz cevi iz pleksistekla (dolžina 0,5 m, notranji premer 6 mm, zunanji premer vsaj 10 mm).

Izstrelitvena cev je pritrjena na leseno palico, ki je položena na jeklene kotnike. Ti so na tablo pritrjeni z magneti.

Izstrelek poženemo s pomočjo zračnega tlaka, ki ga povečamo tako, da v izstrelitveno cev vpihnemo zrak.

Idejo za pihanje izstrelkov po slamici sem dobila v knjigi *Didaktika fizike: aktivno učenje ob poskusih* (poglavje o gibalni količini in kinetični energiji), le da so tam za izstrelke uporabljene vatirane palčke. [2]



Slika 5:

- a) Izstrelek znotraj prozorne slamicice. Ravni odseki prozorne slamicice so sestavljeni skupaj tako, da so vtaknjeni v košček gumijaste cevi. Ta je nameščen v plastično držalo, ki je pritrjeno na leseno podlogo.
- b) Izstrelitvena cev je na tablo pritrjena z magneti.

Kako spustiti tarčo?

Sočasno z izstrelkom na levi poženemo še enak izstrelak v enaki cevi na desni. V trenutku, ko levi izstopi iz cevi, desni trči ob vzvod mehanizma s kljukico in povzroči, da se palčka (oz. vijak), na katerem visi tarča, spodmakne. Tarča pade.



Slika 6:

- a) Tarča s sprožilnim mehanizmom.
- b) in c) Mehanizem za spodmikanje držala tarče.
- č) in d) Namestitev tarče.
- e) Detajl – luknja skozi palico, vijak – držalo za tarčo.
- f) Skica sprožilnega mehanizma.

Mehanizem s kljukico je narejen na naslednji način: Kljukica je privijačena na palico (slika 6), tako da je en krak gibljiv. Skozi spodnji konec pritrjenega kraka in skozi palico je zvrtna luknja, na gibljiv krak pa je pritrjen vijak za obešanje tarče tako, da poteka skozi to luknjo (slika 6 e). Kljukico razpnemo in vanjo na zgornjem koncu vtaknemo paličico/vzvod (slika 6 b in f). Vijak v tej legi »kuka« iz luknje v palici, zato lahko nanj obesimo tarčo. Ko izstrelak trči ob vzvod, se gibljivi krak kljukice premakne v prvotni položaj in ob tem potegne vijak nazaj. Tarča pade.

Kako doseči sočasnost?

Na vsako izstrelitveno/sprožilno cev nataknejo PVC-cev, ki naj bo dovolj dolga, da jo lahko napeljemo do plastenke (okoli 5 m). Cevi združimo s pomočjo razdelivca za vrtno cev in ju napeljemo do plastenke. Uvodnica za električno napeljavo na pokrovčku služi tesnjenju med cevjo in platenko.

S stiskom plastenke potisnemo zrak v obe sprožilni cevi in tako sočasno poženemo izstrelka.

Pri tem mehanizmu so uporabljene cevi z notranjim premerom 6 mm in zunanjim premerom 10 mm, ker se dobro prilegajo tako šestmilimetrskim slamicam kot tudi vrtnemu razdelivcu in uvodnici velikosti PG11. Elemente lahko enostavno sestavimo – brez uporabe lepil, tesnil itd.

Vsako od daljših cevi lahko povežemo s sprožilnima cevema tako, da kot vezni člen uporabimo slamico s pregibnim delom (slika 5 b) ali, še bolje, PVC-cevčico zunanjega premera 6 mm.



Slika 7:

- a) Plastenka za vpihovanje zraka.
- b) Enaki cevi vodita do cevi za izstrelitev izstrelka in do cevi za sprožitev tarče.

Potrebščine

Izstrelak:

- 2x neodimski magnetek: premer 5 mm, dolžina okoli 5 mm;
- ožje slamice: premer 5 mm – dva koščka dolžine pribl. 4 cm.

Izstrelitvena in sprožilna cev:

- 6x širša slamica – ravni del: premer 6 mm (ali 2x cev iz pleksistekla, notranji premer 6 mm, dolžina 0,5 m);
- 2x širša slamica – pregibni del: premer 6 mm (ali 2x PVC-cevčica: zunanji premer 6 mm);
- 2x lesena palica za podlogo: dolžina 0,5 m;
- plastična držala (slika 3 c) ali vezice za pritrditev izstrelitvene/sprožilne cevi na leseno podlogo;
- 4x železni/jekleni kotniki: dolžina vsaj 10 cm, 4x neodimski magnet za pritrditev kotnika na tablo.

Sprožilni mehanizem:

- kljukica, vijaki, lesene palice, vrvica ... (slika 6);
- 2x daljša PVC-cev: notranji premer 6 mm, zunanji premer 10 mm, dolžina 5 m;
- razdelivec za vrtno cev, uvodnica, plastenka.

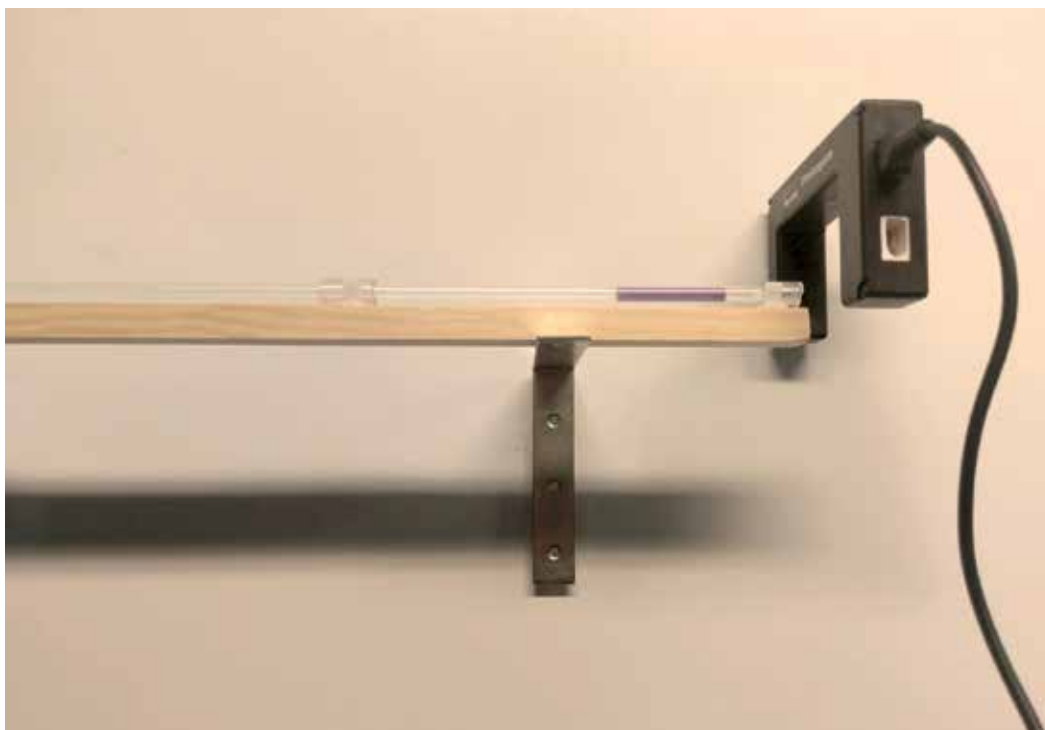
Tarča:

- pločevinast pokrov ali podoben predmet iz feromagnetnega materiala;
- penasta guma za ublažitev padca na tla.

Uporaba

Mehanizem lahko pokažemo v razredu pri obravnavi vodoravnega meta ali ga uporabimo kot temo za projektno nalogo, ki si jo dijaki (pa tudi nadarjeni učenci) lahko izberejo in podoben sprožilec izdelajo sami ter raziščejo fizikalno ozadje njegovega delovanja.

V nekoliko drugačni različici lahko mehanizem uporabimo tudi kot laboratorijsko vajo. Dijaki merijo doomet v odvisnosti od izstrelitvene hitrosti, ki jo izmerijo s pomočjo svetlobnih vrat.

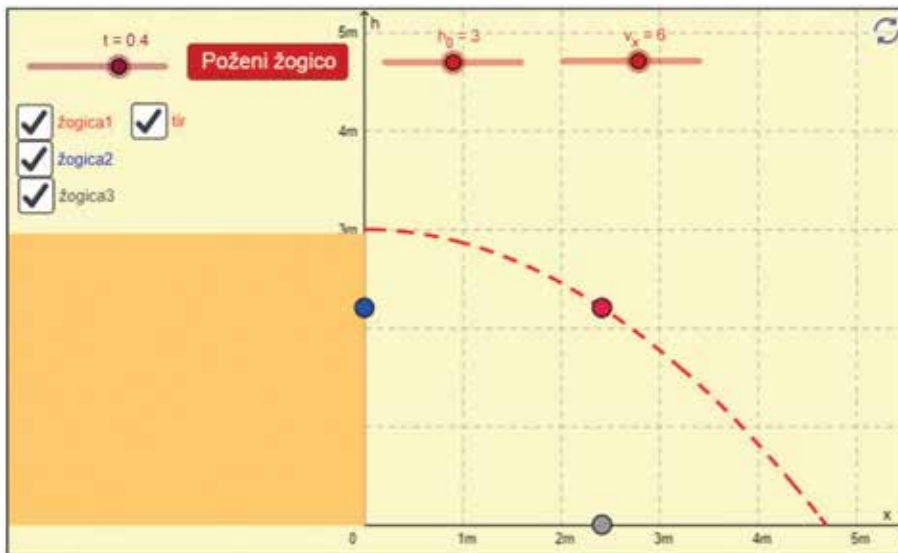


Slika 8: Nadgradnja z optičnimi vrati.

Kot uvod v poglavje o vodoravnem metu je zanimivo poskus vsaj enkrat pokazati v živo. Plastenko lahko stisne dijak, saj je tako bolj prepričljivo, da izid ni odvisen od tega, kako sunkovito stisnemo plastenko, torej ni odvisen od hitrosti ob izstrelitvi. Izstrelek zadene tarčo, če je le hitrost dovolj velika, da do nje dospe, preden padeta na tla, in seveda če je cev dobro usmerjena ter če se kje ne zatakne, npr. zaradi zvite, preluknjane slamice ali zaradi kakšnega drugega postavitvenega škrate.

Za tem je poučno pokazati počasni posnetek poskusa, ki je, zaradi logistike, lahko že vnaprej pripravljen. Pozornost usmerimo na to, ali sta izstrelek in tarča v vsakem trenutku na približno enaki višini.

K lažji predstavi in boljšemu razumevanju pojava pripomore tudi animacija, ki jo pripravimo npr. v Geogebri (Slika 9). Ob predvajanju animacije vodoravni met primerjamo z navpičnim metom in s premo enakomernim gibanjem v vodoravni smeri. Že pripravljena animacija je na spodnji povezavi. [3]



Slika 9: Animacija v Geogebri. Modra žogica prosto pada v navpični smeri, siva drsi s konstantno hitrostjo v vodoravni smeri, rdeča pa prosto pada s konstantno vodoravno komponento hitrosti.



QR povezava do animacije

Zaključek

V članku sem predstavila, kako lahko sami sestavimo mehanizem za prikaz vodoravnega meta. Toda pri sestavljanjih je najlepše to, da jih je mogoče sestaviti tudi drugače. Verjamem, da je veliko poskusov, pri katerih si na primer želimo, da gre cevka skozi plastenko in da ob luknji tesni ali da cev razdelimo, podaljšamo, slamice sestavimo ... Mogoče bo kaj od zgoraj napisanega koristilo. Mogoče v čisto drugačnih okoliščinah, z drugačnimi poskusi, laboratorijskimi vajami ali projekti.

Viri

- [1] Videoposnetek sprožitve mehanizma: <https://www.youtube.com/watch?v=iVgPNhmlm6l> (6. 11. 2018).
- [2] Planinšič G., (2010). *Didaktika fizike: aktivno učenje ob poskusih. 1, Mehanika in termodinamika*, 1. natis. Ljubljana: DMFA – založništvo.
- [3] Animacija v Geogebri: <https://www.geogebra.org/m/cfherfFx> (6. 11. 2018).