

# Vodoravni curek

mag. Jože Pernar

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

## Izvleček

Prispevek prikazuje praktični primer izbirne vsebine vodoravnega meta od avtentičnega timskega dela do sestave vsestransko uporabne eksperimentalne vaje, ki je svoje cilje dosegla tudi v času pouka na daljavo. V gimnazijskem programu je bila vaja preizkušena in evalvirana, za potrebe osnovne šole pa je bila prilagojena med pripravo tega prispevka.

**Glavne besede:** aktivno učenje, fizikalni eksperiment, vodoravni met, hidrostatični tlak, fizika.

## Horizontal Jet

### Abstract

This paper provides a practical example of the optional activity on the horizontal throw, ranging from authentic teamwork to the versatile experimental exercise development that met its objectives despite distance learning. While preparing the paper, the exercise was tested and evaluated in a secondary school curriculum and adapted to suit primary school students' needs.

**Keywords:** active learning, physics experiment, horizontal throw, hydrostatic pressure, physics.

## Uvod

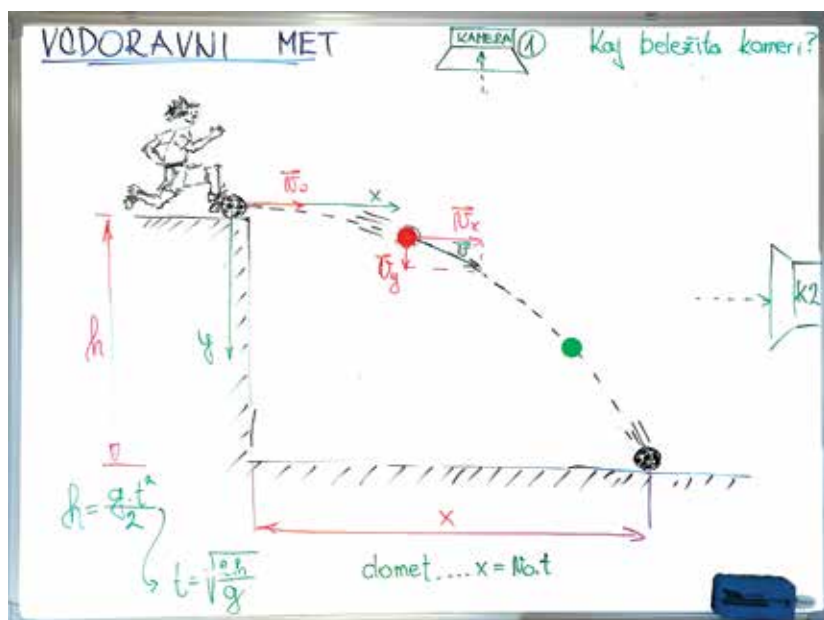
Zgodi se ura, ki si jo učitelj zapomni za vedno. Vse se je začelo pred približno sedmimi leti, v prvem letniku tehniške gimnazije, brez posebnih priprav in opreme. Skratka popolnoma normalna in vsakdanja ura. Ključna je bila risba oziroma tabelska slika. Ta je od dijakov zahtevala premislek in skupinsko (ekipe s po štirimi dijaki) ugotovitev, kaj bosta zabeležili kameri. Prva kamera (K1) je snemala tloris poskusa vodoravnega meta, druga (K2) pa stranski pogled v ravnini padanja. Virtualni poskus je spodbudil razmišljanje in razdelil dijake na dve skupini. Prvi izziv je bil abstraktno razmišljanje o tem, kaj bosta zabeležili kameri, drugi pa o posledici. Kakšno gibanje bo mogoče razbrati iz »posnete« sekvence? Potrebna je bila poenostavljena določitev, da se velikost žoge zaradi oddaljevanja ali približevanja kameri ne spreminja. Gibanje telesa je bilo treba opazovati zgolj kot gibanje točkastega telesa. Razprava in argumentacija stališč različno razmišljujočih skupin in postavljanje hipotez sta bili vrhunec te edinstvene učne ure. Pogovoru, razpravi in prepričevanju je sledilo risanje grafov odvisnosti hitrosti od časa. Malce presenetljivo je ravno ta aktivnost poenotila večino dijakov k pravilnim ugotovitvam.

Zgodila se je še ena zanimivost. Da ne bi vedno omenjali kroglice, topa in streljanja, smo izbrali nogometaša, ki brcne žogo. Ob omembi žoge in primerjavi s kroglico so ekipe spreminjale mnenja. Očitno so dijaki razmišljali o kroglici kot telesu, na katero okolica ne vpliva bistveno. Nogometna žoga pa je že obsežno telo, na katero okolica znatno vpliva (upor, sprememba velikosti kadra padanja, »felšanje« žoge – Magnusov pojav).

Celotna debata in razprava sta se končali z dokaj poenotenim mnenjem: telo pada po načelu prostega pada in se vodoravno giblje enakomerno. Nekaj dijakov pa je še vedno vztrajalo pri svojih hipotezah, da enakomerno gibanje ne more biti prisotno pri padajočem telesu. Dogovorili smo se, da vsebino poglobljeno raziščemo in nadaljujemo pri eksperimentalnih vajah. Pri tem smo se preizkusili z malo drugačno izvedbo poskusa. Vodni curek z vodoravno postavlje-

Virtualni poskus je spodbudil razmišljanje in razdelil dijake na dve skupini.

Gibanje telesa je bilo treba opazovati zgolj kot gibanje točkastega telesa.



Slika 1: Tabelska slika obravnave vodoravnega meta.

nim iztokom (odprtina s slamico) zagotavlja kontinuiteto eksperimenta in hkrati ponazarja princip vodoravnega meta. Tega met kroglice ne omogoča.

## Primerjava klasične vaje vodoravnega meta z vajo z vodoravnim curkom

Večina, ki izvaja vajo vodoravnega meta, to stori s prirejenim vzmetnim topom ali z ukrivljeno cevjo. Značilnosti in prednosti posameznih izvedb so različne.

**EKSPERIMENTALNE VAJE - FIZIKA**

**VAJA: Vodoravni met - krivo padanje**

Kakšen je tip pri krivem padanju?  
 Kaj vpliva na padajoče telo?  
 Od česa je odvisen čas padanja telesa pri krivem padanju?  
 Zakaj telo pada?  
 Kaj mora imeti telo, da lahko pada pojevno?

Sestavi vajo kot je prikazano na sliki 1.

Na stojalo pritrdi katapult-vzmetni top.

Vzmetni top je potrebno napeš in z varovalko zaskočiti, da ostane vzmet napeta.

Ko je top "napeš" vstavimo v cev kroglice.

V cev jo potisnemo s svinčnikom.

Odmaknemo se od strani, kamor je usmerjena cev vzmetnega topa.

Izstrelimo s puščanjem varovala.

**NE POSTAVLJAJ GLAVE PRED VZMETNO NAPRAVO!**

**Naloge:**

- 1.) Opravi meritve vodoravnega meta na različnih višinah.  $H=40\text{cm}$ ,  $h=30\text{cm}$ ,  $h=20\text{cm}$ . Za vsako višino opravi več metov. Meri dolžino pada kroglice v smeri  $x$ .
- 2.) Izračunaj za poljubne višine strelcev začetne hitrosti vodoravnega meta. Kaj je pomembno pri lovrstnem poskusu?
- 3.) Podatke zapiši v tabelarni obliki in jih analiziraj in komentiraj!
- 3.) Poskusa ponovi s kroglico, ki jo lahko izdelaj iz krede.

**PRIPOMOČKI:**

- Stojalo (stativ);
- Vzmetni top;
- Jeklena kroglica;
- Kreda;
- Jekleni meter;
- Stoparica

Slika 2: Primer vaje z vzmetnim topom.

**EKSPERIMENTALNE VAJE - FIZIKA**

**VAJA: Vodoravni met s cevjo**

Sestavimo vajo!

Sestavimo vajo, kot prikazuje slika 1. Vpeto cev postavimo na šolsko klopo.

Konec cevi naj bo v vodoravni legi. Moči naj ost rob mize, da se krogla pri izstrelu ne dotakne mize.

Z zatiči omejimo padanje kroglice skozi cev.

**NE SPUŠČAJMO NAUŽEŽJE KROGLICE IZ VRHA CEVI DO NAJNŽEŽJEGA ZATIČA.**

Vstavimo več zatičev in spustimo kroglo do izbrane višine.

Na ta postavimo plutovinsko podlago.

Namerno jo na mesto, kamor padajo kroglice.

Za boljši odčit si lahko pomagamo s kopirnim papirjem ali posipom.

**Naloge:**

- 1.) S poskusom izmerimo domete največje kroglice (26 mm) pri spuščanju iz različnih višin skozi ukrivljeno, plastično cev. Vsak met ponovimo vsaj trikrat iz iste višine. Iz podatkov narišemo diagram odvisnosti višine in dometa ( $h \cdot x$ ). **Pozor: gledaj navodila za niske višine!**
- 2.) Iz podatkov merjenja izračunajmo začetne hitrosti posameznih vodoravnih metov.
- 3.) Izračunajmo še možno hitrost iz energijskih deležev ( $W_k$  in  $W_p$ ).
- 4.) Kaj predstavljajo razlike med izračunanimi vrednostmi?
- 5.) Na osnovi izmerjenih podatkov skujajmo ugotoviti silo trenja kroglice pri gibanju skozi cev.
- 6.) Meritev ponovimo s srednjo (20 mm) kroglico.
- 7.) Meritev ponovimo vsaj za nekaj skrajnih vrednosti tudi za najmanjšo kroglico.

**PRIPOMOČKI:**

- plastična cev 32 mm,
- stojalo,
- plastični čepki,
- prižame križne (2 kos.),
- kroglice (Fe 26 mm, 20 mm, 14 mm),
- pluta,
- letirnica,
- kljunasto merilo,
- vodna letirnica,
- tračni meter.

Slika 3: Primer vaje z ukrivljeno cevjo.

## Prednosti in slabosti

Naloga z vzmetnim topom je v stalnem naboru vaj večine učiteljev. Verjetno se na vsaki šoli najde neka oblika katapulte oziroma naprave, ki s pomočjo vzmeti potisne predmet – kroglico v želeni smeri.

- Prva slabost te izvedbe se pojavi v primeru močne vzmeti in kovinske kroglice. Ta v skrajnem položaju postane izstrelek in je lahko nevarna za dijaka, ki beleži pristanek telesa. Velja poudariti dejavnik varnosti pri izvajanju vaje z več dijaki. Nevarnost nastopi, če prvi dijak nižje na tleh beleži domet predmeta, drugi pa že pripravlja novo izstrelitev. Samo sprožitev v takšni situaciji ni zaželen. Težnja tovrstnih vzmetnih topov pa je prav pogosto proženje brez nadzora.
- Prednost te vaje je možnost večstopenjskih nastavitev proženja. Če imamo opravka s topom, ki ima več zatičev, lahko spreminjamo začetno hitrost izstrelka. Napetost vzmeti nam tako omogoča različne domete.
- Omenjeni sistem je tudi zelo prilagodljiv in nezahteven za merjenje. Hitra namestitve na stativ nam omogoča takojšnje delo.
- Vodoravni met z ukrivljeno cevjo potrebuje podobno varnostno komponento kot prvi primer. Treba je paziti, kdaj se kroglica spušča po cevi. Večje krogle lahko dosežejo znatno gibalno količino. Primer: Jeklena kroglica premera 2 cm in mase 40 g lahko pri spustu z višine enega metra na koncu ukrivljene cevi doseže gibalno količino, ki ob udarcu resno poškoduje glavo.

Prednost te vaje je možnost večstopenjskih nastavitev proženja.

**FIZIKA - EKSPERIMENTALNE VAJE**

**2-9V-16 Vodoravni curek**

**Oprema in pripomočki:**

- Plasterke (različne velikosti)
- Slamice
- Posoda (korito)
- Ravnilo
- Trodni meter
- Menzura
- Dvžna mizica

**Slika 1**

**Slika 2**

**Praktični nasveti:**

- Izberite plasterko (slika 1), s katero boste opazovali in merili vodni curek.
- Slamico vstavite v objemko z matico. Privijajte jo samo toliko, da iztok ne bo puščal (slika 2).
- Dolžina slamice od plasterke naj bo 1 cm.
- Plasterko postavite na rob mize ali na dvžno mizico (slika 3).
- Na tla pred plasterko postavite korito, kamor se bo iztekala voda.
- Curek vode usmerite v posodo. Posodo najprej dvignite, da "ujamete" curek.

**Naloga:**

- 1.) Opazujte curek med iztekanjem vode iz plasterke v poskusu, ki je na sliki 3. Predlagajte in zapišite čim več fizikalnih količin, ki po vašem mnenju vplivajo na domet curka.
- 2.) Raziščite, kako vplivata na domet curka navpična razdalja od odprtine v posodi do tal ( $H$ ) in razdalja od gladine vode v posodi do odprtine ( $h$ ) iz katere voda izteka. Kaj pomeni »raziščite, kako neka količina "A" vpliva na domet curka«? To pomeni: sestavite poskus, pri katerem boste lahko spreminjali količino "A" in merili domet.
- 3.) Narišite risbo poskusa in kotirajte ključne količine za ta poskus. V literaturi ste našli naslednji matematični izraz, ki opisuje domet curka v poskusu in je podoben vašemu:  $x = 2\sqrt{hH}$ . Prebrali ste tudi, da izraz velja le v primerih, ko lahko zanemarimo zračni upor in upor pri iztekanju vode iz posode.
- 4.) Z uporabo prej omenjenega izraza izračunajte domete za podatke v vaših poskusi. Primerjajte izračunane in izmerjene vrednosti in pojasnite možne razloge za odstopanja med izračunanimi in izmerjenimi vrednostmi.
- 5.) Sodeč po omenjenem izrazu, domet curka ni odvisen od površine preseka posode. Pojasnite, zakaj presek posode ne vpliva na domet curka.
- 6.) Vaš sošolec je na podlagi meritev, ki ste jih opravili, podal naslednjo trditev: »Domet vodnega curka je sorazmeren s količino vode v posodi.« Dopolnite ali popravite njegovo trditev, tako da bo pravilna.
- 7.) Dodatno vprašanje: Sodeč po prej omenjenem izrazu, domet curka ni odvisen niti od gravitacijskega pospeška. Pojasnite, kako to, da velikost gravitacijskega pospeška ne vpliva na domet curka.
- 8.) Primerjajte vaše rezultate in ugotovitve z drugimi skupinami, ki so merili z različnimi plasterkami.

Slika 4: Eksperimentalna vaja: Vodoravni curek za srednjo šolo in gimnazijo.

Avtor: J. Pernar

- Spuščanje kroglic po cevi omogoča poljubno število hitrosti na izteku iz cevi glede na to, koliko prožilnih luknjic si pripravimo (višine proženja navpičnega dela cevi).
- Ukrivljena cev nam nudi spuščanje različno velikih kroglic.
- Dobro ukrivljene cevi z velikim polmerom ni enostavno izdelati. Odvodne plastične cevi so primerne tako zaradi trpežnosti kot cene. Serijska kolena pa žal nimajo dovolj velikega polmera, da se krogla ne bi pretirano ustavljala. Zato je treba ravno cev zviti v čim daljšem loku. Praktični pristop k temu je zelo zahteven. Pri segrevanju pogosto nastanejo nezaželene grbine in rebra. Polnjenje z mivko in krivljenje z vročim sušilnikom pa je že mojstrski podvig.

### Vodoravni curek – samostojna vaja

Vaja je bila poleg rednega pouka in pouka na daljavo predstavljena v sklopu stalnega strokovnega spopolnjevanja za učitelje fizike na Oddelku za fiziko FMF, UL (2016/17) [1].

Delovni list vsebuje poleg nalog tudi kratka navodila, ki služijo kot praktični nasveti. To ni navodilo v obliki recepta. So le namigi, ki premostijo začetne dvome pri izbiri in postavitvi opreme. Poudarjeni so krajši čas učenja učnih vsebin, povečana motivacija, vključenost in uživanje v učnem procesu.

### Prednosti vodoravnega curka

Varnost je pri tej izvedbi vaje največja. Razen morebitnih mokrih nogavic in copatov ni drugih nezaželenih učinkov.

- Vodoravno tirnico lahko zabeležimo ali fotografiramo na več načinov.
- S spreminjanjem višine kapljevine v posodi lahko zagotovimo različne parabole curka.
- Voda v prostoru (učilnici ali laboratoriju) lahko predstavlja nezaželene »poplave«.
- Vaja nakazuje na različne možnosti razvoja in usmerjanja (zaprta posoda, različne iztočne odprtine, oblike presekov curka ...)

### Analiza po opravljenih vajah v šoli

V šoli so vajo izvajali dijaki v skupinah po tri in štiri. Zanimiva je bila že začetna razprava o izbiri plastenke. Izbira je bila mogoča med posodami z različno prostornino in velikostjo. Najmanjša je vsebovala 0,5 litra in največja 5 litrov. Vse so imele vgrajen čep z iztokom.

Nekatere skupine so že po začetnih poskusih ugotovile, da njihova izbira plastenke ni bila najustrežnejša. Manjše posode ne omogočajo daljšega opazovanja in merjenja. Največje posode so pokazale pomanjkljivosti



**Slika 5:** Različne plastične posode, med katerimi lahko izbirajo učenci.



**Sliki 6 in 7:** Načini merjenja s pomočjo svinčnice.



**Slika 8:** Pomoč s kovinsko palico.

prelivanja in oskrbovanja z zadostno količino vode. Pogoj za zamenjavo plastenk je bila ustrezno zapisana obrazložitev v poročilu izdelane vaje.

V ekipah se naloge običajno razdelijo. Pri tej vaji je to pomembno. Dijaki so izbirali različne metode in načine merjenja. Pri tem so izkazali svojo iznajdljivost z uporabo zelo različnih meril, njihove postavitve (nad posodo, pod prozorno posodo, v posodo – plastična merila) in dodatne opreme (palice, vrvice, svinčnice).

Pri določanju dometa curka so nekatere skupine ubirale zanimive načine merjenja. Zaradi iztekanja vode iz posode se domet spreminja. Nekateri so privzeli idejo, da ohranijo domet z dviganjem posode in spreminjanjem višine  $H$  (navpična razdalja od odprtine do tal). Drugi so sproti dolivali izteklo količino vode. Nekateri so celo pihali v posodo in ohranjali domet s spremembo zračnega tlaka v posodi. Različni pristopi so pri končnih predstavitvah izvedb izzvali razpravo, ki se je končala z enakimi rezultati in ugotovitvami. Ta način dela lahko poimenujemo avtentičen znanstveni pristop. Na to je treba dijake tudi opozoriti in to pomembno dejstvo poudariti.

**Različni pristopi so pri končnih predstavitvah izvedb izzvali razpravo, ki se je končala z enakimi rezultati in ugotovitvami.**



**Slika 9:** Primer dviganja curka.

## Samoevalvacija in tabele ISLE

Pri eksperimentalni vaji je bila uporabljena metoda samoevalvacije s pomočjo tabele [2]. Aktivnosti so bile zasnovane po načelu ciklov ISLE [3]. Dijaki so bili seznanjeni z vsebino in pomenom tabele že pred pričetkom izvajanja vaj. Med izvajanjem in pripravo poročila so lahko sledili rubrikam sposobnosti, ki so predvidene za uspešno opravljeno delo. Delo po korakih se prične z izbiro opreme, bazičnim opazovalnim poskusom, napovedmi in ponovitvijo vsebin, ponovitvami opazovalnih poskusov, oblikovanjem razlag in izvedbo testnih ter praktičnih poskusov. V nadaljevanju metoda vodi do izdelave diagramov, sistemskih risb in obdelave izmerjenih količin oziroma opaženih značilnosti poskusa. Cikel se konča z reševanjem realnih problemov v slogu razmišljanja kot »pravi« fizik. Pri tem je pomembno, da skupine svoje ugotovitve in predvsem rezultate med sabo primerjajo. To je osnova znanstvenega pristopa, ki ga pri tej vaji lahko spodbudimo. Začetni pogoji z izbiro različnih plastenk (različna izhodišča) in različni poskusi ter pristopi nudijo primerjavo (enakih ali podobnih) rezultatov. Kriteriji v tabeli omogočajo dijaku, da svoje izdelke – poročila vseskozi vrednoti in jih dopolnjuje ter posodablja do največje mogoče mere in zelenih ciljev. Cikli se lahko nadaljujejo do končnega izdelka.

**Aktivnosti so bile zasnovane po načelu ciklov ISLE.**

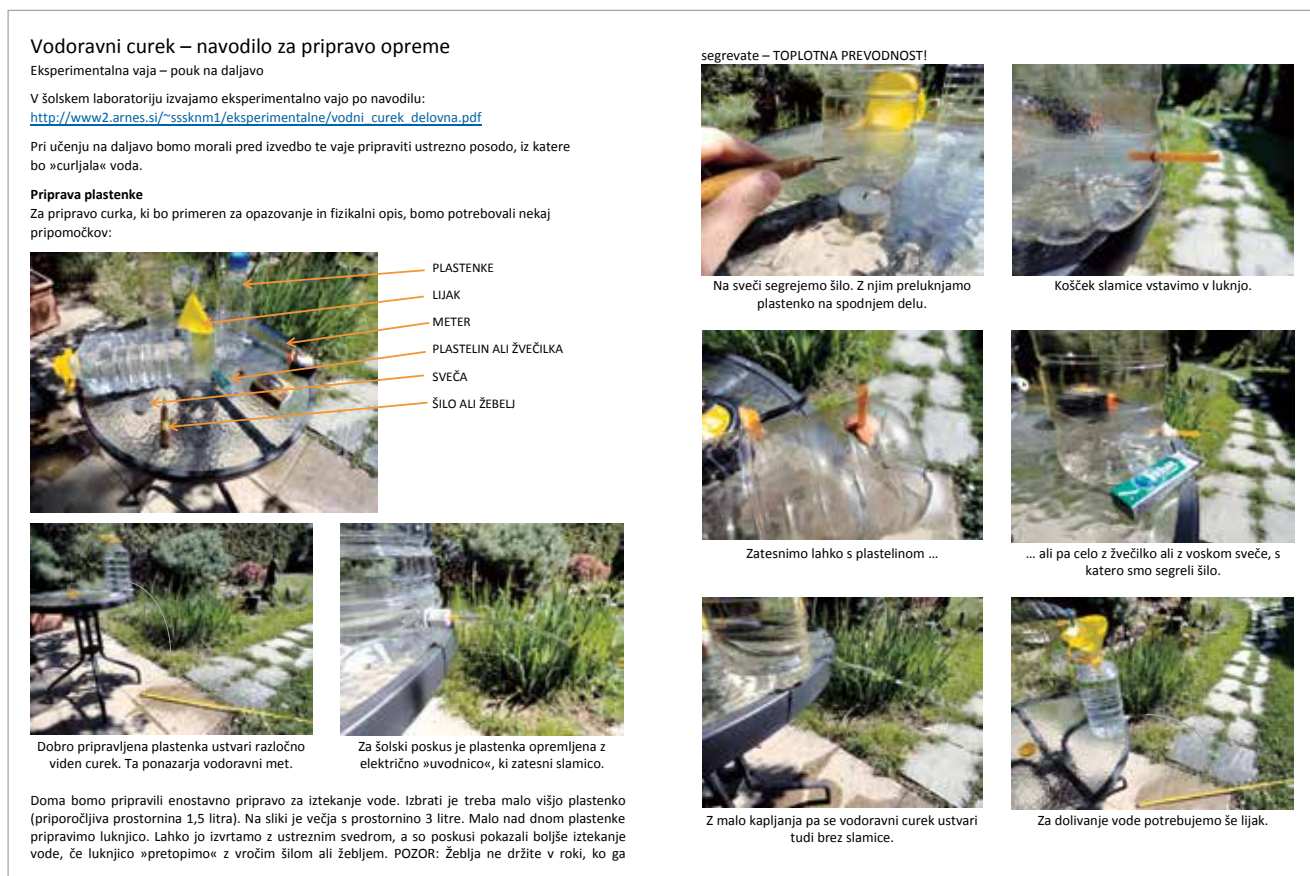
## Vaja na daljavo

Vaja na daljavo zahteva poleg delovnega lista dodatno navodilo o izdelavi pripomočkov in nujne opreme, ki je potrebna za uspešno izvedbo. Skoraj vsa oprema je enostavna in dosegljiva.

va vsakomur. Pri izvedbi doma so dijaki podobno kot v šoli sami izbirali, kakšno plastenko bodo uporabili. Tokrat verjetno niso imeli na voljo šestih različnih prostornin, temveč so vzeli to, kar so našli doma.

Navodilo je stripovske narave (slika za sliko). Omogoča postopno pripravo in natančna navodila z vsemi poudarki in opozorili za izbor ter pripravo gradiva.

Rezultati meritev in poročila vaje, izvedene doma in v šoli, so bili različni. Jasno je bila vidna individualna izvedba, ki v večini poročil ni dosegala šolskih rezultatov. Vaje doma so bile obremenjene z izzivom, da se opravijo. Vzrok za to je verjetno tudi individualni pristop. Snovanje in dogovarjanje v skupinah se je izkazalo za uspešnejše. Samostojno delo doma je bilo v več primerih tudi pomanjkljivo, še posebej, če niso imeli pomoči (»več rok«). Kljub omenjenim in pričakovanim pomanjkljivostim so vajo pozitivno ocenili tako dijaki kot učitelj. V izrednih razmerah pouka na daljavo je dosegla svoj namen.



**Slika 10:** Navodilo za pripravo opreme.

Avtor: J. Pernar

## Vaja, prilagojena za osnovno šolo

Z nekaj spremembami in drugačnimi vprašanji lahko vajo opravijo tudi osnovnošolci. Delovni list je prilagojen in prav tako lahko služi pri izvedbi na šoli ali za samostojno delo doma. Spremenjen in prilagojen delovni list temelji bolj na opazovanju in manj na empiričnih zaključkih ter poglobljenih fizikalnih vsebinah. Poudarek je na učni vsebini tlaka v tekočinah. Po veljavnem učnem načrtu [4] naj učenci dosežejo naslednje operativne cilje:

- raziščejo, kako se prenaša povečanje tlaka v tekočini v zaprti posodi,
- ugotovijo smer sil zaradi tlaka tekočine na ploskev telesa in na steno posode,
- ugotovijo, od česa je odvisen tlak v mirujoči tekočini,
- uporabijo enačbo za računanje spremembe tlaka v tekočini,
- razložijo, da teža zraka povzroča tlak, in poznajo normalni zračni tlak,

Delovni list je prilagojen in prav tako lahko služi pri izvedbi na šoli ali za samostojno delo doma.

- uporabijo enačbo za računanje tlaka v kapljevinah z upoštevanjem normalnega zračnega tlaka.

**FIZIKA - EKSPERIMENTALNE VAJE**

**1-22V-OŠ Vodni curek**



**Oprema in pripomočki:**

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| -Plastenke (različne velikosti) | 1 |
| -Slamice                        | 1 |
| -Posoda (korito)                | 1 |
| -Kamilo                         | 1 |
| -Trčni meter                    | 1 |
| -Mencura                        | 1 |
| -Dvižna mizica                  | 1 |



**Praktični nasveti:**

- Izberite plastenko (slika 1), s katero boste opazovali in merili vodni curek.
- Slamico vstavite v objemko z matico. Privijajte jo samo toliko, da iztok ne bo puščal (slika 2).
- Dolžina slamice od plastenke naj bo 1 cm.
- Plastenko postavite na rob mize ali na dvižno mizico (slika 3).
- Na tla pred plastenko postavite korito, kamor se bo iztekala voda.
- Curek vode usmerite v posodo. Posodo najprej dvignite, da "ujamete" curek.



**Naloge:**

- Opazujte curek med iztekanjem vode iz plastenke v poskusu, kot je na prikazan na sliki 3.
- Predlagajte in zapišite čim več fizikalnih količin, ki po vašem mnenju vplivajo na domet curka. Kaj predstavlja domet curka?
- Narišite risbo poskusa in na njej označite glavne fizikalne količine ( $H$ ,  $h$ ,  $x$ , ...). Bodite pozorni pri risanju krivulje curka! Kako bi opisali krivuljo?
- Raziščite, kako vplivata na domet curka navpična razdalja od odprtine v posodi do tal ( $H$ )
- Ugotovite tudi kako vpliva na domet razdalja od gladine vode v posodi do odprtine ( $h$ ) iz katere voda izteka.
- Kako višina vode ( $h$ ) vpliva na tlak v posodi ob iztekanju? Izračunajte vsaj 4 tlake v točkah, ki označite na svoji risbi.
- Katera količina v poskusu dokazuje vašo napoved o različnih tlakih?
- Narišite diagram odvisnosti dveh količin za prejšnji poskus.
- Kaj se zgodi, če plastenko zaprete z zamaškom? Kaj vpliva na iztekanje vode? Kakšno vlogo ima pri tem zračni tlak?
- Ali na domet curka vpliva površina posode? Kako to lahko raziščete?
- Vaš sošolec je na podlagi meritev, ki ste jih opravili, podal naslednjo trditev: »Tlak ob odprtini curka je sorazmeren s količino vode v posodi.« Dopolnite ali popravite njegovo trditev, tako da bo pravilna.
- Primerjajte vaše rezultate in ugotovitve z drugimi skupinami, ki so merili z različnimi posodami (plastenkami).

**Slika 11:** Eksperimentalna vaja: Tlak v tekočinah za osnovno šolo.

Avtor: J. Pernar

Priloga za pripravo eksperimenta doma je enaka kot za srednješolce.

## Vsebine in kvalitativna vprašanja

Vsebina vodoravnega meta je v učnem načrtu za gimnazije [5] uvrščena med izbirne vsebine. Vodoravni met razstavimo na prosto padanje in enakomerno gibanje ter računamo domet in trenutno hitrost. Čeprav gre za ravninsko gibanje, del vsebin terja prostorsko predstavo. Kljub izbirnosti vsebine je mogoče z omenjeno vajo povezati kar nekaj zelo splošnih znanj. Povezave med prostim padom, enakomernim gibanjem, tlakom v tekočini (kapljevini in plinu) ter praktičnim merjenjem so dobrodošle in zanimive. Raziskovalskemu učitelju pa se vedno postavi vprašanje, ali so dijaki/učenci usvojili neko vsebino površinsko le zato, da zadostijo šolskim zahtevam, ali pa so vsebino dojeli poglobljeno in razumejo bistvo. S kvantitativnimi vprašanji bomo najverjetneje dosegli prvo. Kvalitativna vprašanja zagotovijo večjo aktivnost dijakov in višjo raven kognitivnega procesa. Predvsem pri takih vprašanjih pričakujemo izražanje z besedami. Opisi, izmenjava mnenj, postavljanje hipotez, konstruktivni »prepiri«,

Čeprav gre za ravninsko gibanje, del vsebin terja prostorsko predstavo.

pisanje besedil in poročil so prednost kvalitativnih vprašanj. Besedilno izražanje je tudi pri naravoslovnem predmetu, kot je fizika, vedno pomembnejše.

## Zaključek

Cilj, pripraviti vajo, ki je primerna tako za delo v šolskem laboratoriju kot za samostojno eksperimentalno delo doma, je bil dosežen. Zelo tvegano bi bilo zapisati, da je vaja boljša od ustaljenih poskusov s kroglicami. Nimamo dovolj zanesljivih standardov in merskih metod, ki bi dokazale večji uspeh pri poučevanju določene aktivnosti. Je pa zaželeno, da učitelj razmišlja o svojem poučevalskem raziskovanju, kot ga navaja naš bivši profesor Strnad v svojem delu *O poučevanju fizike* [6].

Med prekinitvama rednega pouka zaradi epidemije so dijaki vajo izvajali tudi na daljavo. Tako izvedba v šoli kot kasneje doma se je izkazala za primerno in uporabno. Dijaki so izrazili pozitivno mnenje o zanimivosti vaje. Bilo je nekaj pripomb, da izvedba vaje zahteva veliko priprav. Žal v razmerah pouka na daljavo eksperimentalne vaje ni mogoče opraviti drugače, kot da si pripomočke pripravimo in prilagodimo z nekaj več truda in časa.

Pri drugem vprašanju vaje za srednjo šolo in gimnazijo so se pojavile določene težave. To vprašanje zahteva poleg znanja vsebin fizike tudi višjo raven kognitivnega razmišljanja in sklepanja. Pri delu v skupinah se je razvila konstruktivna debata, kaj vprašanje pravzaprav zahteva. Ravno to ekipno sklepanje in pojasnjevanje sta pomenila veliko prednost pred individualnim izvajanjem vaje pri pouku na daljavo. Tudi pri dodatnem osmem vprašanju je bilo potrebnega več abstraktnega razmišljanja, kar je bilo tudi pričakovati. Zato je bilo to označeno kot dodatna in neobvezna naloga.

Vaja v osnovni šoli še ni bila izvedena. Prilagojena je bila med pripravljanjem prispevka. Avtor pričakuje kakršne koli odzive in pripombe ob in po izvedbi vaje.

Kontinuiteta poskusa je največja pridobitev te vaje. Stalno obliko in domet curka lahko vzdržujemo s sprotnim dotakanjem. To je za zgodnje opazovanje in raziskovanje velika prednost v primerjavi s hitrimi »izmeti« ter tirnicami s kroglicami.

Cilj, pripraviti vajo, ki je primerna tako za delo v šolskem laboratoriju kot za samostojno eksperimentalno delo doma, je bil dosežen.

## Viri

- [1] Stalno strokovno spopolnjevanje za učitelje fizike, FMF, UL., 25. 3. 2017. [Elektronski]. <http://sss.fmf.uni-lj.si/index.php?mode=4>. [Poskus dostopa 28. 2. 2022].
- [2] B. Planinšič, SSS – stalno strokovno spopolnjevanje, FMF Ljubljana, 25. 3. 2017. [Elektronski]. <http://sss.fmf.uni-lj.si/data/288.pdf>. [Poskus dostopa 25. 3. 2022].
- [3] G. in E. E. Planinšič, Physics Experiment as an integral part, 24. 11. 2014. [Elektronski]. <http://sss.fmf.uni-lj.si/data/267.pdf>. [Poskus dostopa 25. 3. 2022].
- [4] Učni načrt za fiziko OŠ, MIZS, 22. 3. 2022. [Elektronski]. [https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN\\_fizika.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_fizika.pdf).
- [5] „Učni načrt za fiziko na gimnaziji,“ 22 3 2022. [Elektronski]. Available: [http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2018/programi/media/pdf/ucni\\_nacrti/UN\\_FIZIKA\\_gimn.pdf](http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2018/programi/media/pdf/ucni_nacrti/UN_FIZIKA_gimn.pdf).
- [6] J. Strnad. (2006). *O poučevanju fizike*. Ljubljana: DMFA - založništvo.