



Osnovna šola Hudinja

VODORAVNI MET PRI VODNEM CURKU

avtorji:

Neža Đorđić, 8. r.
Žan Žurič, 8. r
Juš Kustec, 8. r

mentor:

Jože Berk
prof. mat. in fiz

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2008

KAZALO

KAZALO	2
POVZETEK	4
1. UVOD	5
1.1 <i>Opis raziskovalnega problema</i>	5
1.2 <i>Teoretske osnove</i>	8
1.3 <i>Hipoteze</i>	15
1.4 <i>Raziskovalne metode</i>	13
2. OSREDNJI DEL	16
2.1 <i>Izvedba eksperimenta</i>	16
2.2 <i>Izračuni</i>	22
2.3 <i>Razprava</i>	25
3. ZAKLJUČEK	29
4. LITERATURA	31

Slika 1 (na naslovnici): Znameniti Robbov vodnjak v Ljubljani (1751)

KAZALO SLIK

- Slika 1 (na naslovnici): Znameniti Robbov vodnjak v Ljubljani (1751)*
- Slika 2: Hidrostatični tlak narašča z globino*
- Slika 3: Deček, ki lula (Manekin Pis, Bruselj v Belgiji)*
- Slika 4: Poskus z vodnim curkom iz lijaka in visečimi kroglicami*
- Slika 5: Vodravni met (topovski izstrelek) je sestavljeno gibanje*
- Slika 6: Čas vodoravnega meta je enak času prostega padanja telesa*
- Slika 7: Energijske pretvorbe pri iztekanju vodnega curka*
- Slika 8: Uporaba vodne tehtnice pri vrtanju luknjice v stekleno cev*
- Slika 9: Uporaba tračne žage pri izrezovanju dna za stekleno cev*
- Slika 10: Izdelava lesenega nosilca za namestitev vertikalnih obročev*
- Slika 11: Preizkus iztekanja vodnega curka iz navpične steklene cevi*
- Slika 12: Namestitev vertikalnih nosilcev obročev*
- Slika 13: Postavitev konstrukcije v vodoravni položaj*
- Slika 14: Merjenje dometa vodnega curka*
- Slika 15: Končni preizkus gibanja vodnega curka skozi obroč – parabola*
- Slika 16: Vodravni vodni curek iz gasilke cevi ima obliko parabole*
- Slika 17: Vodnjak na Ribjem trgu v Ljubljani*

POVZETEK

Iz vodnega rezervoarja izteka vodoravni curek vode. Ali lahko tir gibanja vodnega curka napovemo z znanimi enačbami gibanja? Izkaže se, da je to povsem mogoče. Gibanje vodoravnega vodnega curka je ravninsko gibanje v navpični ravnini, sestavljeno iz enakomernega gibanja v vodoravni smeri in iz prostega pada. Dokazali smo, da se vodoravni curek iztekajoče vode giblje po navzdol ukrivljeni paraboli, saj se navpična koordinata vodnega curka v enakih časovnih intervalih spreminja v razmerju $1 : 4 : 9 : 16$.

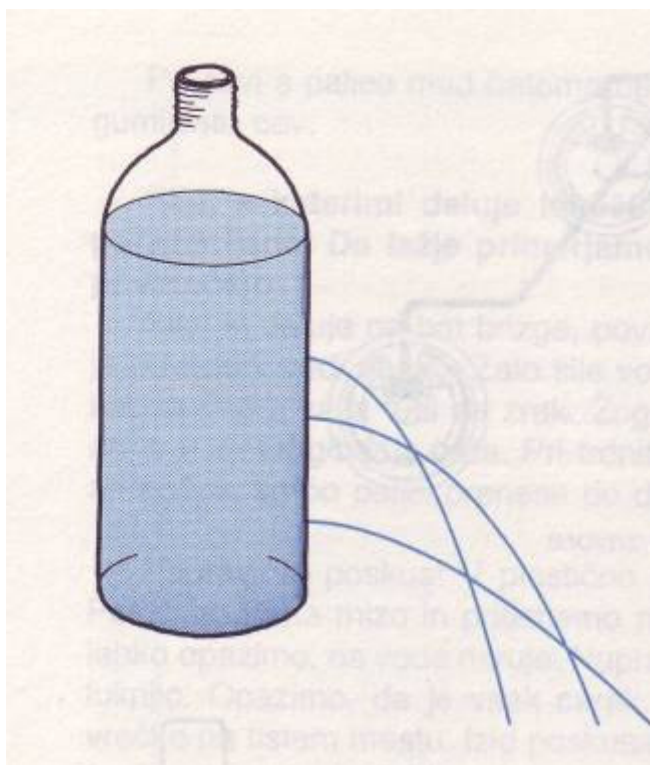
Izdelali smo didaktični eksperimentalni model za prikaz gibanja vodoravnega vodnega curka, ki omogoča nazoren prikaz gibanja vodoravnega curka kot posebnega primera vodoravnega meta. Prednost izdelanega modela je v tem, da lahko s spreminjanjem višine vode v navpični cevi, spreminjamo hitrost iztekajočega vodnega curka in s tem njegov domet – to pa vpliva tudi na tir gibanja oziroma na obliko parabole. Obliko parabole lahko nastavimo z vertikalnim pomikanjem kovinskih obročkov skozi katere nato teče vodni curek. Zaradi stalnega dotoka vode, lahko gibanje vodnega curka po paraboli opazujemo dlje časa in brez težav izmerimo potrebne podatke.

Ugotovili smo, da izdelani model, razen preverjanja enačb gibanja, omogoča prikaz še številnih drugih fizikalnih zakonitosti, kot so energijske pretvorbe, vpliv zračnega upora, prostorninski pretok in hidrostatični tlak. Menimo, da bi naš model lahko koristno uporabili pri pouku fizike v osnovni in srednji šoli.

UVOD

1.1. Opis raziskovalnega problema

Pri obravnavi hidrostatičnega tlaka smo pokazali poskus z iztekajočimi curki vode iz navpične posode. V steni navpičnega valja so bile v treh različnih višinah izvrtane luknjice iz katerih je v curku iztekala voda.: curek pri dnu posode je bil najdaljši, curek pri vrhu posode pa najkrajši. Poskus nazorno kaže, da hidrostatični tlak raste z globino oziroma še točneje: hidrostatični tlak je premosorazmeren z globino.



Slika 2

Hidrostatični tlak narašča z globino

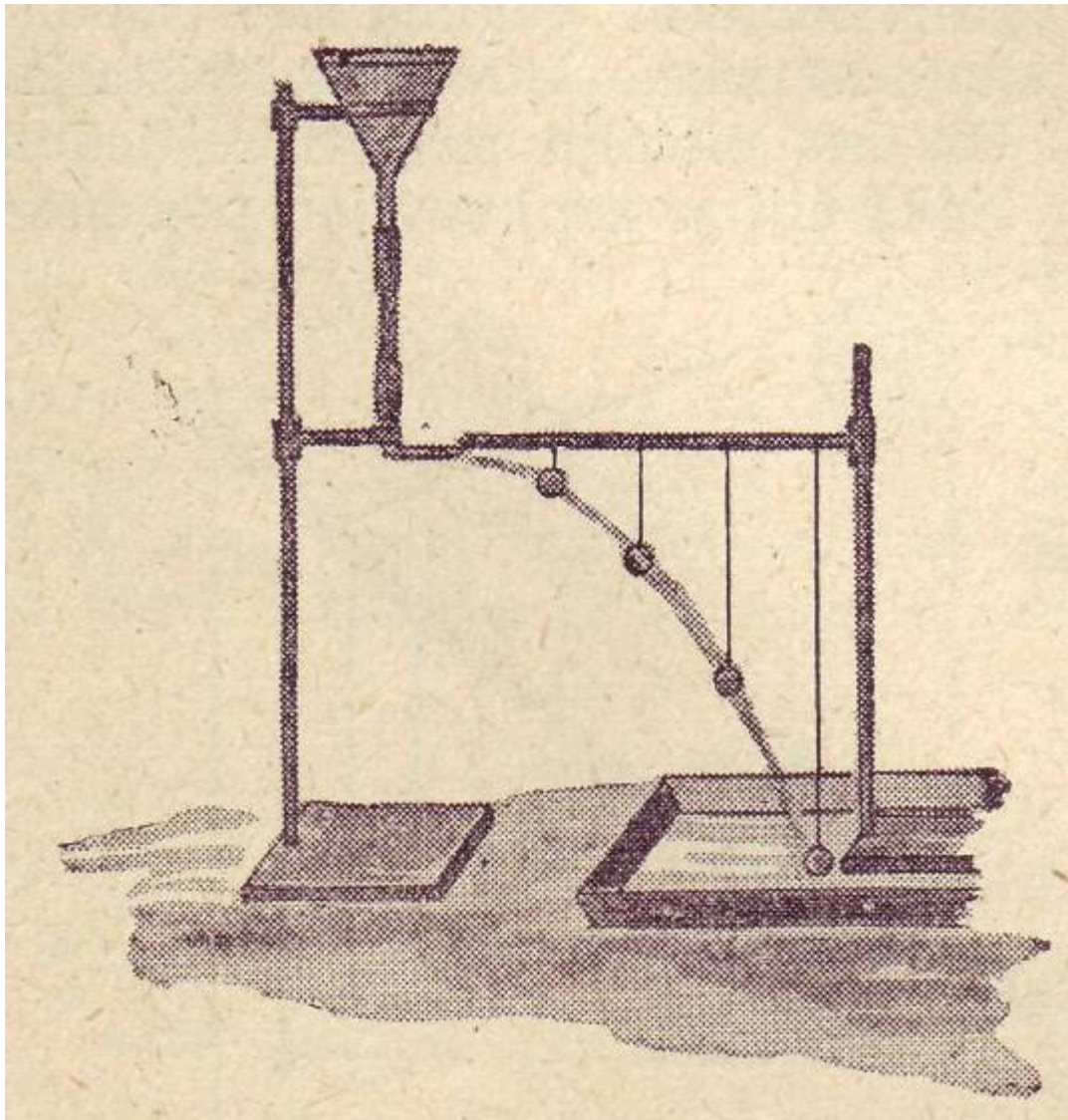
Zanimiva je oblika curkov. Vsi trije curki imajo enako obliko, kljub temu, da imajo različen domet. Tudi, ko se gladina vode niža in je domet curkov vedno manjši, imajo iztekajoči curki značilno obliko parabole. To je oblika gibanja, ki jo opazimo pri vodoravnem metu – npr. pri topovskem izstrelku.

Zanimalo nas je, ali zakonitosti vodoravnega meta veljajo tudi za gibanje vodnega curka in kako bi lahko to nazorno prikazali.



*Slika 3
Deček, ki lula (Manekin Pis, Bruselj v Belgiji)*

Idejo za izdelavo našega eksperimenta smo dobili v starem srbskem učbeniku za praktični pouk fizike. V tem poskusu, ki je prikazan na sliki 4, se vodoravni vodni curek dotakne kroglic, ki visijo na vrvicah ustrezne dolžine.



*Slika 4
Poskus z vodnim curkom iz lijaka in visečimi kroglicami*

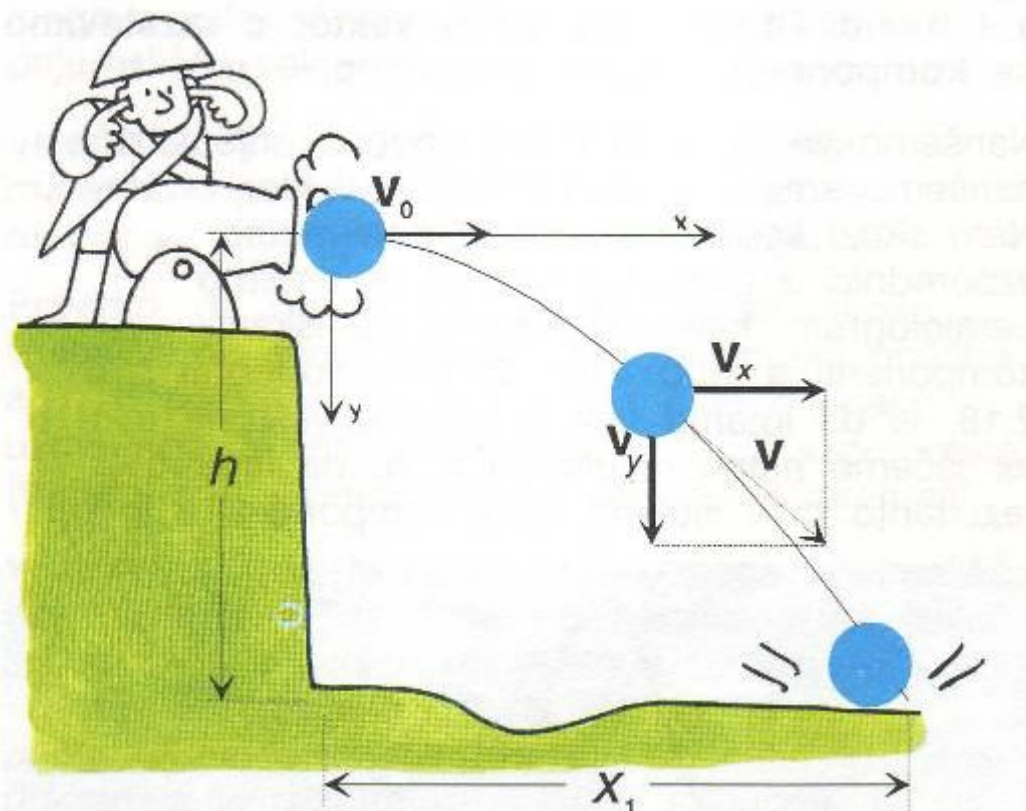
Izvedbo prikazanega eksperimenta smo v okviru naše naloge v veliki meri tehnično spremenili oziroma izboljšali in nastalo je zanimivo učilo za prikaz vodoravnega meta na primeru vodnega curka.

1.2. Teoretske osnove

Vodoravni met

To je gibanje v navpični ravnini, ki je sestavljeno iz enakomerno pospešenega gibanja v smeri navzdol (prostega padanja) in iz enakomernega gibanja v vodoravni smeri. Poleg tega, da telo prosto pada, se še giblje enakomerno v vodoravni smeri, Tako se giblje na primer krogla, ki jo metalec krogla zaluča ali pa tista, ki je izstreljena iz topa. Telo se giblje po navzdol ukrivljeni paraboli.

Pri vodoravnem metu v navpični smeri veljajo enačbe za navpični met, v vodoravni smeri pa tiste za enakomerno gibanje.



Slika 5

Vodoravni met (topovski izstrellek) je sestavljeno gibanje

Premo enakomerno gibanje

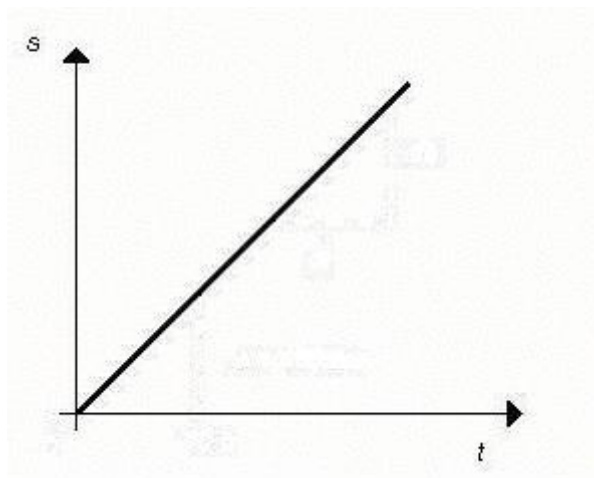
Vlak, ki vozi po ravnem tiru, se giblje enakomerno, če naredi v enakih časih enako dolge poti. Pot je pri takem gibanju sorazmerna s časom. V diagramu prikažemo to s premico, ki gre skozi izhodišče (graf 1). Pri tem merimo pot od mesta, kjer je bil vlak v trenutku $t = 0$.

Z enačbo opišemo enakomerno gibanje takole:

$$x = v \cdot t$$

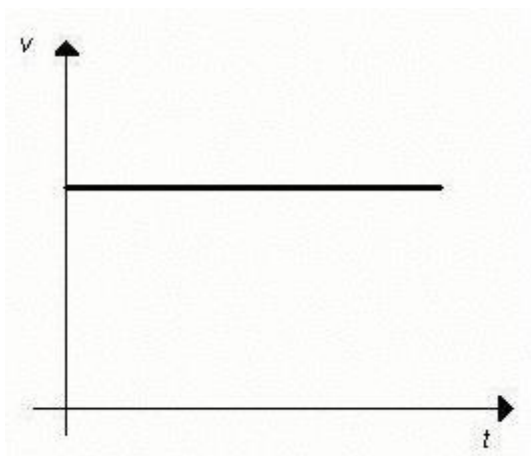
Koeficient v se imenuje hitrost in pove, kolikšno pot prepotuje telo v časovni enoti.

Iz enačbe sledi, da je hitrost enaka kvocientu poti in časa.



Graf 1
Odvisnost poti od časa pri enakomernem gibanju

Na zgornjem grafu vidimo, kako se pot spreminja pri premem enakomernem gibanju, vidimo, da enakomerno narašča.

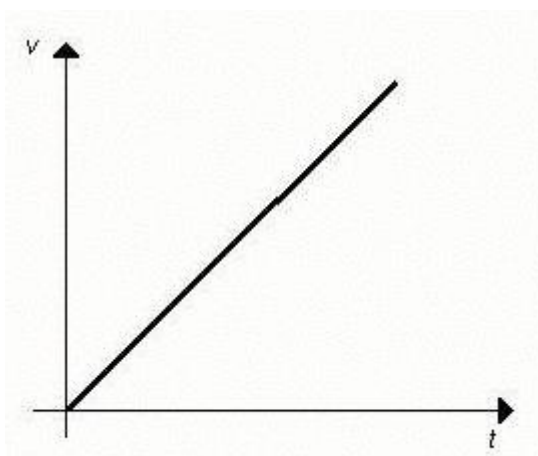


Graf 2
Odvisnost hitrosti od časa pri enakomernem gibanju

Na tem diagramu vidimo, da je hitrost skozi celotno pot enakomerna oziroma stalna. Torej se hitrost s časom ne spreminja.

Prosti pad

Prosto padanje je pospešeno gibanje v smeri navzdol, k središču Zemlje. Če zanemarimo zračni upor, narašča hitrost padanja premo sorazmerno s časom, pospešek se med padanjem ne spreminja.



Graf 3
Odvisnost hitrosti od časa pri prostem padu

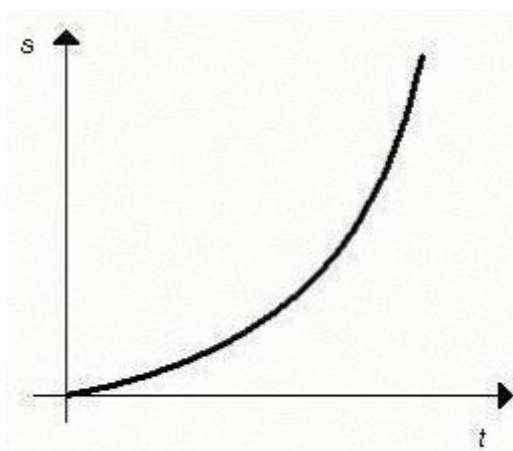
To velja kolikor toliko dobro za neposredno bližino zemeljskega površja (do nekaj kilometrov). Prosto padanje povzroča teža telesa, to je gravitacijska privlačnost Zemlje, zato pospešek prostega padanja imenujemo tudi težni (gravitacijski) pospešek; označimo ga s črko g .

V vakuumu je pospešek prostega padanja neodvisen od mase, oblike in velikosti telesa. Vsa telesa padajo z enakim pospeškom. Natančno merjenje prostega padanja teles pokaže, da je težni pospešek odvisen od zemljepisne širine: narašča, če se oddaljujemo od ekvatorja k polu (severnemu ali južnemu). Na naši zemljepisni širini (približno 46°) znaša $9,81 \text{ m/s}^2$. Dokler smo v neposredni bližini površja Zemlje (do nekaj kilometri nad tlemi), je težni pospešek približno neodvisen od višine. V velikih višinah pa se težni pospešek med oddaljevanjem od Zemlje zmanjšuje.

Prosti pad je enakomerno pospešeno gibanje s pospeškom $a = g$ in veljajo enačbe:

$$\boxed{v = g \cdot t} \quad \text{in} \quad \boxed{h = \frac{g \cdot t^2}{2}}$$

Pot telesa pri prostem padu je premosorazmerna s kvadratom časa, kar pomeni, da telo v 2 – krat, 3 – krat oziroma n – krat daljšem času, opravi 4 – krat, 9 – krat oziroma n^2 daljšo pot in graf odvisnosti poti od časa je navzgor ukrivljena parabola.

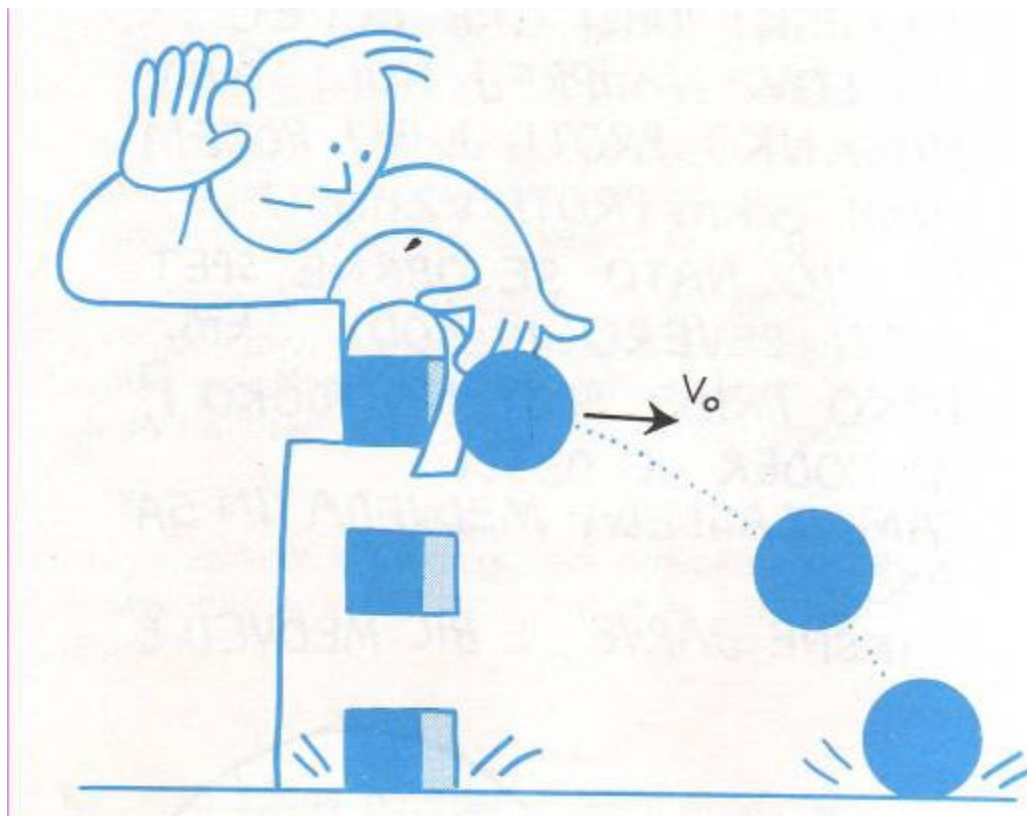


Graf 5

Odvisnost poti od časa pri prostem padu

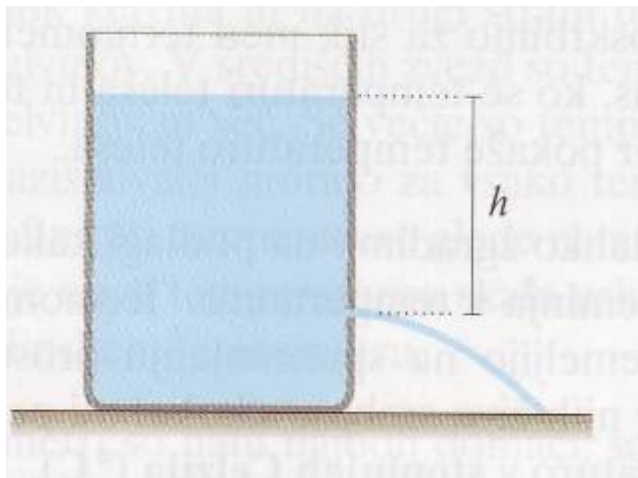
Čas padanja telesa izračunamo: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Pomembno je, da se med vodoravnim metom višina telesa spreminja s časom enako kot pri prostem padanju. Če z roba mize spustimo kocko (brez začetne hitrosti) in sočasno sunemo še kroglico v vodoravni smeri z neko hitrostjo, padeta kroglica in kocka na tla sočasno. Res se kroglica giblje po daljši tirnici, ki ima obliko parabole, zato pa se giblje z večjo hitrostjo kot kocka, ki le pada.



Slika 6

Čas vodoravnega meta je enak času prostega padanja telesa

Energijske pretvorbe pri iztekanju vodnega curka

Slika 7

Energijske pretvorbe pri iztekanju vodnega curka

Delo, ki ga opravi tekočina zaradi svoje teže (hidrostatični tlak), se porabi za povečanje kinetične energije vode:

$$\Delta p \cdot \Delta V = \Delta W$$

$$p \cdot \frac{m}{\rho} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot p}{\rho}}$$

Zapisana enačba daje povezavo med hidrostatičnim tlakom in hitrostjo vode v curku.

Če upoštevamo, da je hidrostatični tlak

$$p = \rho \cdot g \cdot h, \text{ sledi:}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}.$$

Do iste enačbe pridemo, če predpostavimo, da se potencialna energija vode v navpični cevi, pretvarja v kinetično energijo vode v iztekajočem curku:

$$\begin{aligned}\Delta W_k &= \Delta W_p \\ \frac{m \cdot v^2}{2} &= m \cdot g \cdot h \\ v &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h}\end{aligned}$$

Zračni upor

Mirujoča tekočina (voda, zrak, ...) zavira gibanje telesa (avto, smučar, ladja, ...) s silo, ki jo imenujemo upor. Upor ima nasprotno smer kot hitrost telesa.

V vsakem primeru velja, da je upor na telo odvisen od hitrosti gibanja telesa (ali tekočine), od gostote tekočine in od prečnega preseka telesa. Zaobljena telesa (osebni avtomobil, krogla, trupa letala, ladja) imajo manjši koeficient upora kot oglata telesa (kombi, kocka, zgradba). Najmanjši koeficient upora ima telo z ribjo obliko.

V našem eksperimentu je zračni upor pomemben zaradi vpliva na hitrost iztekajočega curka, ki je realno manjša, kot bi bila, če bi poskus izvajali v brezračnem prostoru. Vpliv zračnega upora je opazen že s prostim očesom, saj vpliva tudi na razpršenost vodnega curka.

1.3. Hipoteze

V okviru naloge smo si zastavili tri hipoteze:

- 1. Gibanje vodnega curka ima lastnosti vodoravnega meta.*
- 2. Vpliv zračnega upora na gibanje vodnega curka ni zanemarljiv.*
- 3. Vodni curek je dober didaktični model za prikaz vodoravnega meta.*

Naloge, ki so izhajale iz postavljenih hipotez so bile:

- 1. Izračun hitrosti iztekajoče vode iz posode s pomočjo zakona o ohranitvi energije in s pomočjo izmerjenega dometa vodnega curka.*
- 2. Izračun koordinat gibanja vodnega curka v navpični ravnini s pomočjo enačb, ki veljajo za vodoravni met.*
- 3. Izdelava didaktičnega modela za prikaz zakonitosti vodoravnega meta, kot sestavljenega gibanja pri vodnem curku.*

1. 4. Raziskovalne metode

V okviru naše raziskovalne naloge smo morali najprej proučiti teoretične osnove o enakomernem gibanju, prostem padu, vodoravnem metu, energijskih pretvorbah in zračnem uporu. Informacije smo poiskali predvsem v osnovnošolskih in srednješolskih učbenikih za fiziko. Kot vir smo uporabljali tudi spletne strani, kjer smo poiskali nekaj zanimivih fotografij.

Glavna metoda v naši nalogi je bila eksperimentalna metoda, saj je celotna naloga vezana na izdelavo in izvedbo eksperimenta z iztekajočim vodnim curkom. Vzporedno z izvedbo eksperimenta smo napravili številne izračune ter narisali graf, kar pomeni uporabo računske in grafične metode z analizo dobljenih rezultatov.

V okviru naloge smo posneli tudi več fotografij z digitalnim fotoaparatom, ki dokumentirajo postavitev in izvedbo celotnega eksperimenta.

Na koncu smo izdelali še pisno poročilo s programom MS WordXP.

OSREDNJI DEL

2. 1. Izvedba eksperimenta

V navpični valj smo nalili vodo do višine 0,8 m. Valj smo postavili tako visoko, da je bila luknjica v steni valja iz katere izteka voda, 0,5 metra visoko nad tlemi, kamor pada curek. Vodni curek je bil konstanten, saj smo z sprotnim dovajanjem vode v valj zagotavljali enako gladino vode v valju.

Vzporedno z luknjico iz katere teče vodni curek, smo postavili stojalo na katerega smo v enakih razmikih, na vsakih 20 cm, namestili lesene letvice z okroglimi kovinskimi obroči. Lego letvic in s tem okroglih obročkov lahko nastavljamo po višini.

Potrebščine:

a) Merilne naprave:

- meter,*
- vodna tehtnica.*

b) Material:

- 2 stojali,*
- steklena cev z dnom,*
- lesene letvice,*
- bakrena žica za obročke,*
- lepilo, žebli in ostali potrošni material.*

c) Orodja:

- žaga,*
- tračni brusilnik,*
- vrtni stroj,*
- klešča,*
- kladivo.*

2.2. Opis tehnoloških postopkov pri izdelavi eksperimenta

Pri postavitvi našega eksperimenta smo morali izdelati nekaj sestavnih elementov, ki so zahtevali uporabo nekaterih tehnoloških postopkov:

a) Rezanje:

- štiri palice iz bukovega lesa smo odmerili na dolžino 400 mm in odrezali z ročno žago,*
- letvico iz smrekovega lesa smo odmerili na dolžino 1000 mm in jo odrezali s tračno žago,*
- štiri pravokotne ploščice iz pleksi stekla (40 mm x 30 mm x 4 mm) in okroglo dno valja s premerom 40 mm smo izrezali s tračno žago.*

b) Vrtanje:

- izvrtali smo luknjico v valj iz pleksi stekla z vrtalnim strojem s svedrom premera 2 mm in luknjice za vijake v ploščice iz enakega materiala,*
- luknjice v bukove palice smo izvrtali z vrtalnim strojem s svedrom premera 2 mm,*

c) Brušenje:

- zbrusili smo odrezane robovi bukovih palic in odrezane robove pleksi stekla (pravokotne ploščice, okroglo dno).*

č) Lepljenje:

- na navpično cev smo s silikonom nalepili okroglo dno,*
- na bukove palice smo nalepili plastificirane merilne trakove.*

d) Ukrivljanje:

- bakreno žico smo navili na palico s premerom 50 mm, s čimer smo dobili okrogle obroče, skozi katere teče curek vode.*

Vse tehnološke postopke smo naredili sami, pri izvedbi pa nam je svetoval in pomagal g. Aleš Knafelc, hišnik na naši šoli. Celoten potek izdelave oziroma postavitve eksperimenta je prikazan na slikah od 8 do 15.



Slika 8

Uporaba vodne tehtnice pri vrtanju luknjice v stekleno cev



Slika 9

Uporaba tračne žage pri izrezovanju dna za stekleno cev



Slika 10

Izdelava lesenega nosilca za namestitvev vertikalnih obročev



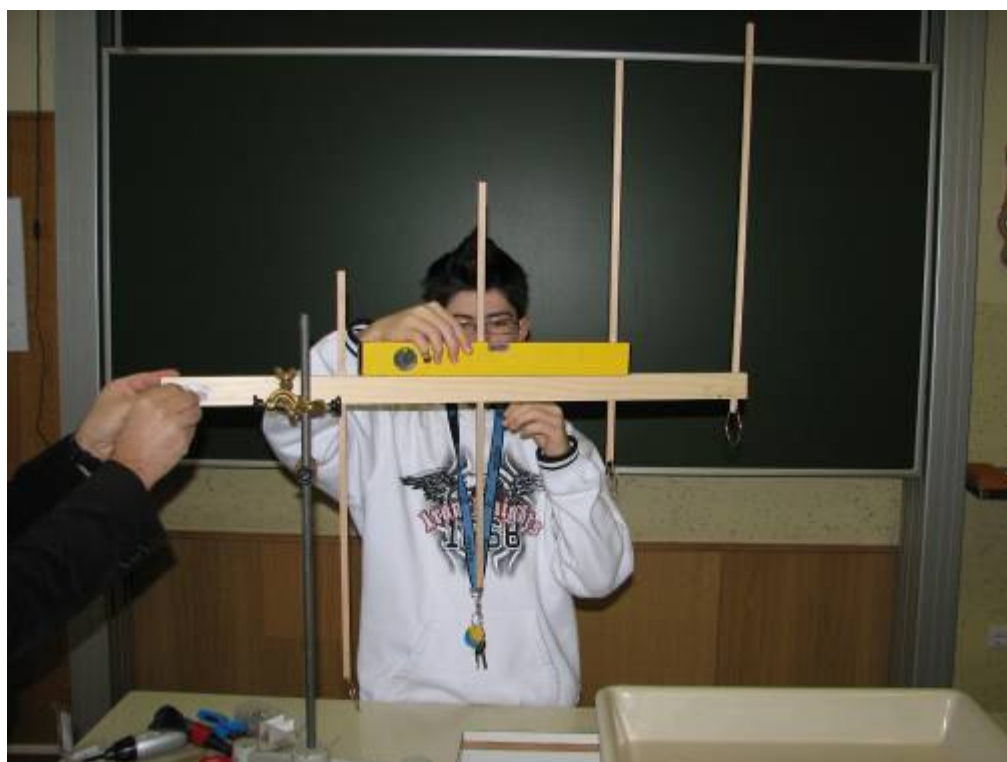
Slika 11

Preizkus iztekanja vodnega curka iz navpične steklene cevi



Sika 12

Namestitev vertikalnih nosilcev obročev



Slika 13

Postavitev konstrukcije v vodoravni položaj



Slika 14
Merjenje dometa vodnega curka



Slika 15
Končni preizkus gibanja vodnega curka skozi obroče – parabola

2. 3. Izračuni

Hitrost padanja curka izračunamo s pomočjo formule za prosti pad, če privzamemo, da ta enačba velja povsem natančno le v brezračnem prostoru:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5m}{9,8 \frac{m}{s^2}}}$$

$$t = 0,319 s$$

Hitrost vodnega curka v vodoravni smeri izračunamo s pomočjo izmerjenega dometa curka, ki je vodoravna razdalja od navpičnice točke, kjer je odprtina v cevi do točke, kjer curek pade na tla. Meritev pokaže, da je domet iztekajočega curka pri našem poskusu 0,90 m. Hitrost vodnega curka v vodoravni smeri:

$$v = \frac{D}{T}$$

$$v = \frac{0,90 m}{0,319 s}$$

$$v = 2,82 \frac{m}{s}$$

S pomočjo meritve dobljeni podatki pokažejo, da je dejanska hitrost iztekajočega vodnega curka pri našem eksperimentu $2,82 \frac{m}{s}$.

a))vodoravna oddaljenost 20 cm od odprtine iztekajočega curka:

VODORAVNI MET	PROSTI PAD
$t = \frac{x_1}{v}$ $t = \frac{0,20\text{ m}}{2,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$ $t = 0,071\text{ s}$	$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$ $h = \frac{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,071\text{ s})^2}{2}$ $h = 0,0247\text{ m}$ $h = 2,5\text{ cm}$

Vodni curek se na razdalji 20 cm odkloni od vodoravne smeri proti Zemlji za 2,5 cm.

b) vodoravna oddaljenost 40 cm od odprtine iztekajočega curka:

VODORAVNI MET	PROSTI PAD
$t = \frac{x_1}{v}$ $t = \frac{0,40\text{ m}}{2,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$ $t = 0,142\text{ s}$	$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$ $h = \frac{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,142\text{ s})^2}{2}$ $h = 0,0988\text{ m}$ $h = 9,9\text{ cm}$

Vodni curek se na razdalji 40 cm odkloni od vodoravne smeri proti Zemlji za 9,9 cm.

c) vodoravna oddaljenost 60 cm od odprtine iztekajočega curka:

VODORAVNI MET	PROSTI PAD
$t = \frac{x_1}{v}$ $t = \frac{0,60 \text{ m}}{2,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$ $t = 0,213 \text{ s}$	$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$ $h = \frac{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,213 \text{ s})^2}{2}$ $h = 0,0223 \text{ m}$ $h = 22,2 \text{ cm}$

Vodni curek se na razdalji 20 cm odkloni od vodoravne smeri proti Zemlji za 22,2 cm.

č) vodoravna oddaljenost 80 cm od odprtine iztekajočega curka:

VODORAVNI MET	PROSTI PAD
$t = \frac{x_1}{v}$ $t = \frac{0,80 \text{ m}}{2,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$ $t = 0,284 \text{ s}$	$h = \frac{g \cdot t^2}{2}$ $h = \frac{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,284 \text{ s})^2}{2}$ $h = 0,3952 \text{ m}$ $h = 39,5 \text{ cm}$

Vodni curek se na razdalji 20 cm odkloni od vodoravne smeri proti Zemlji za 39,5 cm.

2. 3. Razprava o rezultatih

V naši raziskovalni nalogi smo si zastavili tri hipoteze:

- 1. Gibanje vodnega curka ima lastnosti vodoravnega meta.*
- 2. Vpliv zračnega upora na gibanje vodnega curka ni zanemarljiv.*
- 3. Vodni curek je dober didaktični model za prikaz vodoravnega meta.*

Vse tri postavljene hipoteze so se v rezultatih oziroma skozi delo v nalogi potrdile.

Hipoteza št. 1:

Izračuni pokažejo, da je razmerje odklonov tira vodnega curka v navpični smeri (navpična koordinata parabole) v enakih časovnih intervalih vodoravni smeri v okviru dane natančnosti pri meritvah:

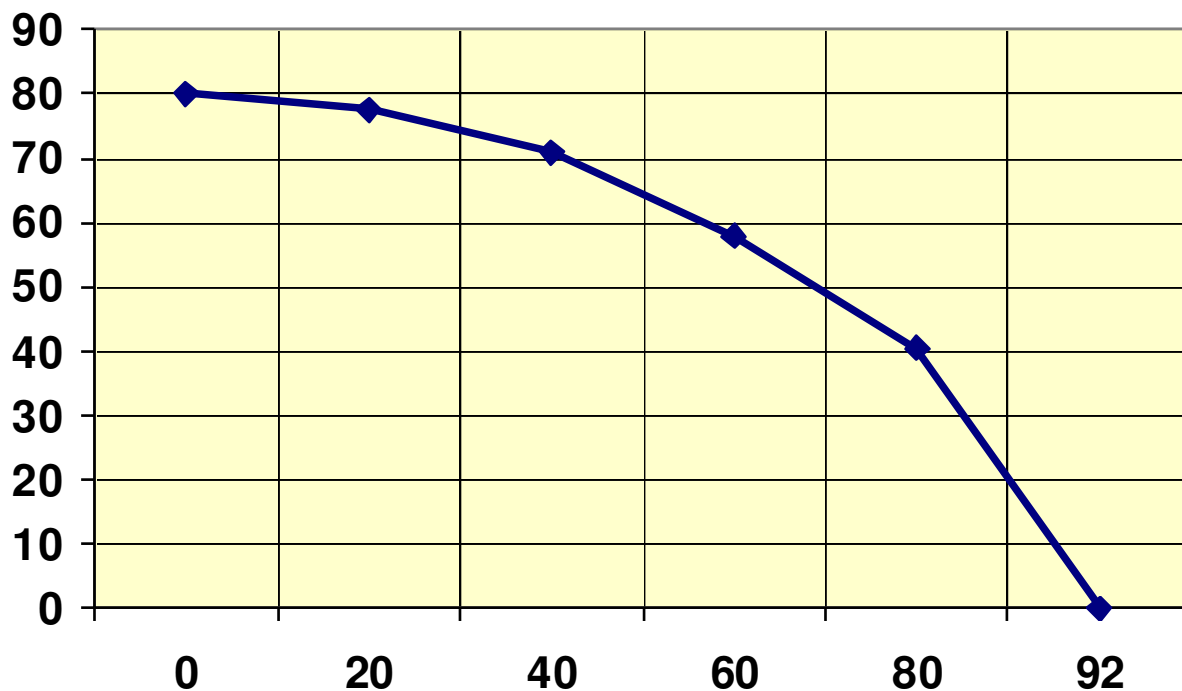
$$2,5 \text{ cm} : 9,9 \text{ cm} : 22,2 \text{ cm} : 39,5 \text{ cm} \cong \\ 1 : 4 : 9 : 16.$$

Dobljeno razmerje potrjuje hipotezo, da se vodoravni vodni curek, ki izteka iz navpične cevi giblje po zakonitostih vodoravnega meta, saj je dobljeno razmerje značilno za tir gibanja, ki ga imenujemo parabola.

To tudi pomeni, da je gibanje vodoravnega vodnega curka sestavljeno gibanje v navpični ravnini, ki je v vodoravni smeri sestavljeno iz enakomernega gibanja in v navpični smeri iz prostega pada.

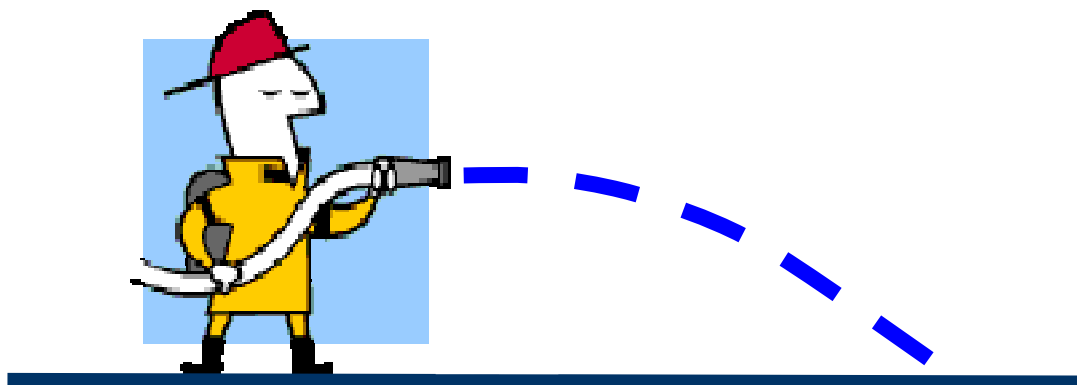
Vodni curek pri takšni postavitvi teče skozi vse odprtine nosilcev, kar dokazuje, da se vodni curek zares giblje po navzdol ukrivljeni paraboli.

Tir vodnega curka - spreminjanje lege v koordinatnem sistemu v našem eksperimentu je prikazan na grafu 5.



Graf 5

Spreminjanje navpične koordinate vodoravnega meta v odvisnosti od časa



Slika 16

Vodoravni vodni curek iz gasilke cevi ima obliko parabole

Hipoteza št. 2:

Vpliv zračnega upora na gibanje vodnega curka ni zanemarljiv. To preverimo tako, da izračunamo hitrost iztekajočega vodnega curka po energijskem zagonu, ob predpostavki, da se potencialna energija vode v navpični cevi, spremeni v kinetično energijo curka. Izračunano hitrost primerjamo s hitrostjo, ki jo dobimo na osnovi dometa vodnega curka in je dejanska hitrost – manjša, zaradi vpliva zračnega upora.

S pomočjo energijskega zakona najprej izračunamo hitrost iztekajočega vodnega curka:

$$\begin{aligned}W_p &= W_k \\m \cdot g \cdot h &= \frac{m \cdot v^2}{2} \\2 \cdot g \cdot h &= v^2 \\v &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h}\end{aligned}$$

V našem primeru je pri višini vodnega stolpca 0,8 m hitrost iztekajoče vode:

$$\begin{aligned}v &= \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2} \cdot 0,8m} \\v &= \sqrt{15,68 \frac{m^2}{s^2}} \\v &= 3,96 \frac{m}{s}\end{aligned}$$

Meritev dometa vodnega curka kaže, da je hitrost gibanja curka v vodoravni smeri zaradi vpliva zračnega upora znatno manjša in meri $2,82 \frac{m}{s}$. Relativno zmanjšanje hitrosti vodnega curka zaradi vpliva zračnega upora je 0,27 ali 27 %.

Naša domneva, da bo vpliv zračnega upora na gibanje vodnega curka znaten, se je izkazala kot pravilna, saj bi ob predpostavki, da bo hitrost vodnega curka med gibanjem enaka izhodni hitrosti curka iz posode, dobili povsem napačne rezultate.

Hipoteza št. 3:

Menimo, da je naš izdelani model gibanja vodoravnega vodnega curka zelo nazoren in da bi ga lahko koristno uporabili pri pouku fizike v osnovni šoli in še bolj v srednji šoli. Prednost uporabe vodnega curka za prikaz vodoravnega meta je v tem, da zaradi konstantnega vodnega toka lahko gibanje nemoteno opazujemo neomejen čas in brez težav izmerimo potrebne podatke: višina vode, domet vodnega curka, navpične koordinate parabole, vodoravni odmik posameznih točk parabole, ...

Model je primeren tudi za samostojno eksperimentalno delo dijakov v srednji šoli. Naloga, ki bi jo dijaki z znanjem o sestavljenem gibanju, ki ga imenujemo vodoravni met, lahko rešili je, da bi pravilno namestili kovinske obročke v vertikalni položaj. Potrditev njihovega znanja oziroma pravih izračunov bi dobili s tem, ko bi vodni curek tekel skozi vse štiri obročke.

Položaj navpičnih lesenih palic zelo enostavno odčitamo in zgornje konice palic neposredno kažejo obliko parabole, torej tir gibanja vodoravnega vodnega curka. Vseskozi imamo torej pred seboj štiri točke parabole, saj je vodni curek konstanten zaradi enakega pretoka vode v priključeni cevi.

ZAKLJUČEK

Motiv za izdelavo naše raziskovalne naloge je izhajal iz obravnave tlaka v tekočinah pri pouku fizike v 7. razredu. Naloga se nam je v začetku zdela dokaj enostavna, a se je hitro pokazalo, da se za na videz preprostim pojavom, kot je iztekanje vode iz navpične posode, skriva relativno zahtevna fizika. Relativno zahtevna zato, ker pri fiziki v 8. razredu še nismo obravnavali nekaterih pojmov oziroma fizikalnih količin. V okviru naloge smo se s pomočjo literature in razlage mentorja naučili veliko novih stvari, saj je obravnava gibanja snov fizike v 9. razredu. Ugotovili smo, da se pri fiziki snov zelo navezuje ena na drugo in da je pri izvedbi eksperimenta potrebno upoštevati veliko različnih dejavnikov, ki vplivajo na njegov izid.

Zanimivo nam je bilo, da lahko gibanje vodoravnega vodnega curka tako natančno opišemo. Ker je bila naša naloga eksperimentalna, se nam je že od začetka zdela zelo zanimiva in nestrpno smo pričakovali končni preizkus v nalogi, ko smo po naših izračunih nastavili kovinske obročke. Veliko zadovoljstvo smo doživeli, ko smo odprli vodni curek in se je le-ta gibal točno skozi postavljene štiri obročke. Prizor nas je spominjal na skok leva skozi obroč v cirkusu. Ja, tudi vodni curek lahko uspešno nastopa in zadene pravo pot – toda le, če znamo dovolj fizike in mu pomagamo pri pravilni postavitvi »ovir«. V okviru naše naloge smo potrdili vse tri, na začetku postavljene hipoteze. To smo naredili z uporabo fizikalnih zakonitosti in z praktično izdelanim eksperimentom.

Vodoravni vodni curek se tudi v naravi oziroma v vsakdanjem življenju pogosto pojavlja, saj ga lahko opazimo pri mnogih vodnih fontanah oziroma vodnjakih, pri brizganju vode iz gasilke cevi, iztekanju vode iz rezervoarja in drugje. V vseh teh primerih je tir gibanja parabola, ki jo je mogoče natančno matematično opisati, njena oblika oziroma ukrivljenost pa je odvisna od hitrosti iztekajočega curka. Po tem, ko smo izdelali nalogo, bomo gibanje na videz enostavnih vodnih curkov, videli drugače, kot doslej.



Slika 17

Vodnjak na Ribjem trgu v Ljubljani

VIRI in LITERATURA

1. *I. A. Pavlov, Ž. S. Grujić: Ogledi iz fizike za 7. razred osmogodišnje škole, Naučna knjiga, Beograd 1958*
2. *M. Hribar,: Mehanika in toplota, Modrijan, Ljubljana 2001*
3. *R. Kladnik: Gibanje, sila, snov – Fizika za srednješolce, DZS, Ljubljana 1996*
4. *M. Ambrožič,: Fizika 1, učbenik za pouk fizike v 9. razredu devetletne OŠ, DZS, Ljubljana 2005*