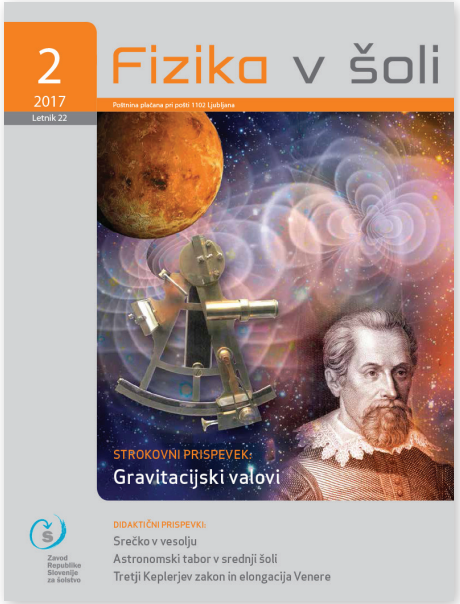
Naslov članka/Article: **IZOBRAŽEVALNI LISTIČI SCIENTIX NA-MA 2**

Avtor/Author: **Milenko Stiplovšek in mag. Andreja Bačnik**

CC licenca

Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav



Fizika v šoli št. 2/2017, letnik 22
ISSN 1318-6388
Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo
Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2017

Spletna stran revije:
https://www.zrss.si/strokovne-revije/fizika-v-soli/

Izobraževalni lističi Scientix NA-MA 2

Milenko Stiplovšek in mag. Andreja Bačnik
Zavod RS za šolstvo

Kaj so oz. kakšen je namen Izobraževalnih lističev Scientix NA-MA 2

Druga serija Izobraževalnih lističev Scientix NA--MA (Scientix Activity Sheets – SAS 2) je nastala v okviru projekta Scientix 3. V njej nadaljujemo z idejami in dejavnostmi, ki pomagajo popularizirati ter izpostaviti možnost in priložnost za aktivno učenje naravoslovja in matematike ter usmerjajo k samostojnemu učenju in sodelovanju vseh otrok/učencev/dijakov.

Skupnost za naravoslovno-matematično (NA-MA) izobraževanje v Evropi Scientix (www.scientix.com) je v našem prostoru razmeroma dobro poznana. »Science« v Scientix predstavlja celotno področje STEM (science, technology, engineering and mathematics), ki spodbuja in podpira vseevropsko sodelovanje med učitelji (učencev od 4 do 21 let), pedagoškimi raziskovalci, snovalci politik, drugimi pedagoškimi delavci in vsemi, ki jih zanima področje naravoslovnega izobraževanja, naravoslovnih znanosti, tehnike in matematike. Nekaj je k prepoznavnosti skupnosti Scientix prispevala tudi prva serija Izobraževalnih lističev Scientix NA-MA, ki je nastala v okviru projekta Scientix 2 na Zavodu RS za šolstvo.

Vsebina izobraževalnih lističev (IL)

Izobraževalni lističi Scientix NA-MA 2 so tako kot v prvi seriji razvrščeni v tri večje sklope:

1. NA-MA EKSPERIMENTI
2. NA-MA DEJAVNOSTI
3. NA-MA RAZVIJA PISMENOST

Le da je **poudarek** druge serije IL samo **na sklopih NA--MA eksperimenti in NA-MA dejavnosti.**

Druga serija izobraževalnih lističev NA-MA tako prinaša naslednje naslove:

NA-MA eksperimenti:

- IL Razlikujmo čiste snovi in zmesi (mag. Andreja Bačnik)
- IL Raziskujmo vpliv taljenja ledu na velikost sile vzgona (Jaka Banko)
- IL Preučimo premo enakomerno gibanje (Milenko Stiplovšek)
- IL Z mobilnim telefonom raziskujmo zvok (Goran Bezjak)

NA-MA dejavnosti:

- IL Kamnine in minerali – Katere lastnosti skrivajo? (Bernarda Moravec)
- IL Izdelajmo modelni prikaz zgradbe in podvojevanja DNA (Simona Slavič Kumer in Saša Kregar)
- IL Preučimo označevanje živil (Irena Simčič)
- IL Primerjajmo dve športni dejavnosti glede na hitrost in agilnost (Nives Markun Puhan)
- IL Raziskujmo zvok steklenic (dr. Leonida Novak in dr. Sandra Mršnik)
- IL Raziskujmo zvok trobente (dr. Leonida Novak in dr. Sandra Mršnik)
- IL Pretvarjajmo merske enote (Vesna Vršič)
- IL Primerjajmo in razvrstimo štirikotnike (mag. Melita Gorše Pihler)
- IL Preiskujmo v Pascalovem trikotniku (mag. Sonja Rajh)
- IL Preiskujmo v Leibnizevem trikotniku (mag. Sonja Rajh)
- Priloga za IL Preiskovanje v Pascalovem in Leibnizevem trikotniku (mag. Sonja Rajh)
- IL Premikanje mravlje z algoritmom (mag. Radovan Krajnc in dr. Matej Črepinšek)

Zasnova in didaktična uporaba IL

Vsak izobraževalni listič na prvi strani predstavlja teoretska izhodišča in kontekst aktivnosti, prikazanih na drugi strani IL. Druga stran IL je neposredno namenjena aktivnostim otrok/učencev/dijakov tako pri pouku kot tudi pri zunajšolskih dejavnostih. IL so uporabni samostojno in kot zbirka.

Vsi IL v formatu pdf, dodatni didaktični napotki in informacije so objavljeni v prosto dostopni spletni učilnici (SU) na portalu SiO: v Sodelov@lnici NA-MA, https://skupnost.sio.si/course/view.php?id=9357 oz. krajše http://url.sio.si/nN7. Dostopni so tudi v Digitalni bralnici ZRSŠ.

Primer izobraževalnega lističa, uporabnega pri pouku fizike

PREUČIMO PREMO ENAKOMERNO GIBANJE

Ciljna skupina

Izobraževalni listič je primarno namenjen uporabi pri pouku fizike v osnovni šoli.

Didaktični napotki

Namen

Izobraževalni listič je nastal predvsem z namenom, da bi učenci nekaj operativnih ciljev v sklopu ENAKOMERNO GIBANJE, za katere je priporočeno, da jih dosegajo z izvajanjem poskusov, lahko dosegli z uporabo enostavne in dostopne eksperimentalne opreme. V učnem načrtu je za dosego teh ciljev sicer priporočeno eksperimentiranje z avtomobilčkom na motorni pogon, vendar po informacijah, ki jih imamo svetovalci za fiziko na Zavodu RS za šolstvo, te opreme ni dovolj, da bi učenci lahko z njo delali samostojno, v parih ali v trojicah. Seveda pa s predlaganimi aktivnostmi dosegamo tudi cilje, ki se nanašajo na spretnost pri eksperimentiranju ter na razvijanje sposobnosti opazovanja, analiziranja in sklepanja.

Cilji iz učnega načrta za pouk fizike v osnovni šoli, ki jih lahko dosegamo z aktivnostmi, predlaganimi na izobraževalnem lističu:

Splošni cilji

Učenci:

- sistematično odkrivajo pomen eksperimenta pri spoznavanju in preverjanju fizikalnih zakonitosti,
- načrtujejo in izvajajo preproste poskuse in raziskave, obdelujejo podatke, analizirajo rezultate poskusov in oblikujejo sklepe,
- preverjajo izide preprostih napovedi,
- spoznavajo pomembnost povezovanja eksperimentalnega znanja s teoretičnim, analitičnim in sintetičnim razmišljanjem,
- predstavijo odvisnost količin z grafi, berejo grafe in razumejo odvisnosti.

SCIENTIX
The community for science education in Europe

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

NA-MA

NA-MA EKSPERIMENT

PREUČIMO PREMO ENAKOMERNO GIBANJE

Gibanje je spreminjanje lege opazovanega telesa glede na izbrano okolico. Pojav opisuje kinematika (veja mehanike), ki se ukvarja le z zakonitostmi, ki povezujejo čas, lego, pot, premik, hitrost in pospešek za različne vrste gibanj, ne obravnava pa razlogov za gibanje. Kinematika razdeli vrste gibanj glede na tir in glede na spreminjanje hitrosti. **Za premo enakomerno gibanje velja, da leži tir na premici, hitrost pa se ne spreminja.** Širše področje mehanike, ki obravnava vpliv sil na gibanje in vključuje kinematiko, je dinamika.

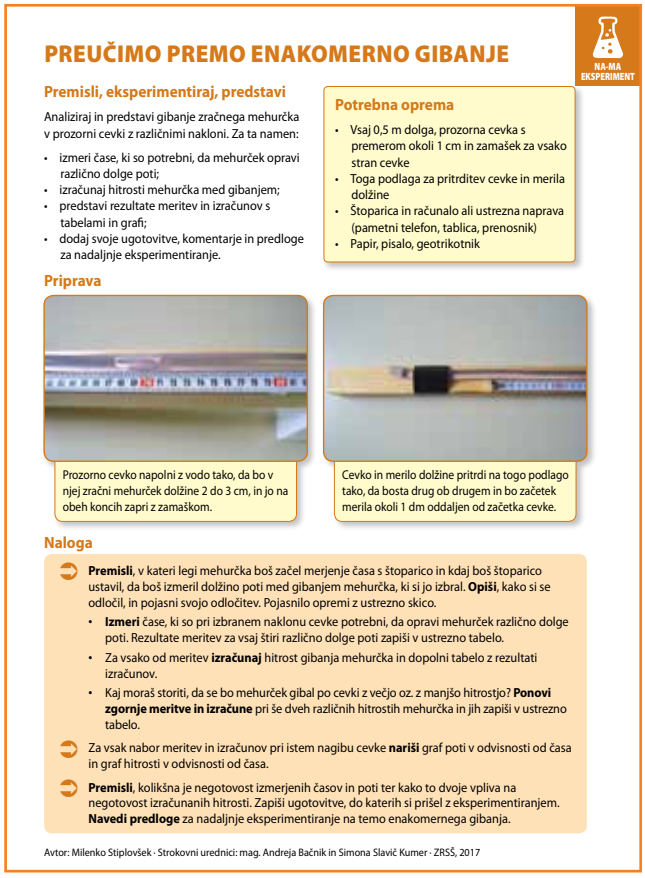
Zračni mehurček v cevki, napolnjeni z vodo, se bo gibal po cevki s stalnim naklonom navzgor s stalno hitrostjo. Izjema je kratek del na začetku njegove poti, ko pospeši iz mirovanja do stalne hitrosti.

Poznavanje fizikalnih zakonov in matematičnih orodij – modelov, ki opisujejo gibanje ter znajo predvideti in upoštevati vpliv sil na gibanje, je omogočilo potovanja ljudi po kopnem, vodi, zraku in vesolju. S pomočjo tega znanja so potovali do Lune in nazaj in poslali sonde na Mars, na komet 67P/Čurjumov-Gerasimenko (v nekaterih primerih so se učili na napakah) ter na druga mesta v vesolju, kjer so želeli zbirati informacije. Danes lahko gibanje po kopnem, vodi in zraku spremljamo z GPS (Globalni sistem pozicioniranja, angl. Global Positioning System).

Tudi znanstveniki, ki so v Houstonu načrtovali, usmerjali in spremljali gibanje vesoljski plovil s človeško posadko do Lune in nazaj, ter tisti, ki vzdržujejo in izboljšujejo sistem GPS, so se v določenem obdobju svojega pridobivanja znanja začeli spoznavati s premo enakomernim gibanjem in kinematiko ter dinamiko, kot se sedaj s tem seznanjate vi pri pouku fizike v osnovni šoli.

Navigacija GPS

Izobraževalni lističi Scientix NA-MA 2 http://url.sio.si/nN7



PREUČIMO PREMO ENAKOMERNO GIBANJE

NA-MA EKSPERIMENT

Premisli, eksperimentiraj, predstavi

Analiziraj in predstavi gibanje zračnega mehurčka v prozorni cevki z različnimi nakloni. Za ta namen:

- izmeri čase, ki so potrebni, da mehurček opravi različno dolge poti;
- izračunaj hitrosti mehurčka med gibanjem;
- predstavi rezultate meritev in izračunov s tabelami in grafi;
- dodaj svoje ugotovitve, komentarje in predloge za nadaljnje eksperimentiranje.

Potrebna oprema

- Vsaj 0,5 m dolga, prozorna cevka s premerom okoli 1 cm in zamašek za vsako stran cevke
- Toga podlaga za pritrditev cevke in merila dolžine
- Štoparica in računalo ali ustrezna naprava (pametni telefon, tablica, prenosnik)
- Papir, pisalo, geotrikotnik

Priprava

Prozorno cevko napolni z vodo tako, da bo v njej zračni mehurček dolžine 2 do 3 cm, in jo na obeh koncih zapri z zamaškom.

Cevko in merilo dolžine pritrdi na togo podlago tako, da bosta drug ob drugem in bo začetek merila okoli 1 dm oddaljen od začetka cevke.

Naloga

Premisli, v kateri legi mehurčka boš začel merjenje časa s štoparico in kdaj boš štoparico ustavil, da boš izmeril dolžino poti med gibanjem mehurčka, ki si jo izbral. **Opiši**, kako si se odločil, in pojasni svojo odločitev. Pojasnilo opremi z ustrezno skico.

- **Izmeri** čase, ki so pri izbranem naklonu cevke potrebni, da opravi mehurček različno dolge poti. Rezultate meritev za vsaj štiri različno dolge poti zapiši v ustrezno tabelo.
- Za vsako od meritev **izračunaj** hitrost gibanja mehurčka in dopolni tabelo z rezultati izračunov.
- Kaj moraš storiti, da se bo mehurček gibal po cevki z večjo oz. z manjšo hitrostjo? **Ponovi zgornje meritve in izračune** pri še dveh različnih hitrostih mehurčka in jih zapiši v ustrezno tabelo.

Za vsak nabor meritev in izračunov pri istem nagibu cevke **nariši** graf poti v odvisnosti od časa in graf hitrosti v odvisnosti od časa.

Premisli, kolikšna je negotovost izmerjenih časov in poti ter kako to dvoje vpliva na negotovost izračunanih hitrosti. Zapiši ugotovitve, do katerih si prišel z eksperimentiranjem. **Navedi predloge** za nadaljnje eksperimentiranje na temo enakomernega gibanja.

Avtor: Milenko Stiplovšek · Strokovni urednici: mag. Andreja Bačnik in Simona Slavič Kumer · ZRSŠ, 2017

Operativni cilji, za katere je priporočeno, da jih učenci dosegajo z izvajanjem poskusov:

Učenci:
- samostojno izvedejo meritev dolžine ali časa, izračunajo povprečno vrednost in grobo ocenijo napako meritve,
- s poskusi usvojijo, da je hitrost količnik poti in časa,
- narišejo graf, ki prikazuje odvisnost poti od časa, z njega preberejo podatke, ga razložijo in razumejo, katero vrsto gibanja predstavlja,
- narišejo graf, ki prikazuje odvisnost hitrosti telesa od časa, z grafa preberejo podatke, graf razložijo in razumejo, kakšno vrsto gibanja predstavlja graf,
- spoznajo, da so izmerjene vrednosti fizikalnih količin nenatančne.

Priporočila glede opreme in izvedbe

Cev, ki je na fotografiji in s katero je narejenih nekaj meritev, je prozorna cev za zalivanje s premerom 1 cm, kupljena v trgovini z opremo za vrt in dom. Cene takih cevi se gibljejo okoli enega evra za tekoči meter. Opažena slabost je neenakomeren presek, kar se odraža z upočasnjevanjem gibanja mehurčka na nekaterih delih. Temu se lahko izognemo s pazljivo izbiro pri nakupu cevi oziroma z izbiro delov cevi, ki jih bomo uporabili. Mogoče je tudi eksperimentiranje s stekleno cevko, kjer praviloma teh težav ni, je pa večja verjetnost za lom in za težave, ki jih lom lahko povzroča. Če bodo učenci merili poti in čase natančneje, kot je to mogoče z ročno štoparico in opazovanjem lege mehurčka ob merilu z očesom (npr. z analizo videoposnetkov), je smiselno biti pozoren na čim bolj konstanten presek cevke.

Kako bodo učenci enoznačno opisali nagib cevke (in dosegli enak nagib pri več meritvah!), je prepuščeno njihovi iznajdljivosti, znanju in ustvarjalnosti. Predlagam, da učitelj učence le opozori, da je to potrebno in pomembno, ter jim prepusti iskanje rešitev. Učenci nas večkrat pozitivno presenetijo, če jih ne »ukalupljamo« s svojimi predlogi.

Negotovost meritev in izračunov

Primer meritev in izračunov ter ocena naključne napake

Pogoji: premer cevke je 1 cm, dolžina mehurčka v vodoravni legi je 2,7 cm, naklonski kot cevke med dviganjem mehurčka je 9,1° (φ = arc tg (8,9 cm / 55,6 cm)).

Način merjenja in zapisa rezultatov meritev in izračunov:

Opazovanje lege mehurčka je bilo izvedeno s prostim očesom, merjenje časa je bilo ročno s štoparico. Za vsako od štirih različno dolgih poti med gibanjem mehurčka je trikrat izmerjen čas, potreben za to pot, nato pa je izračunano povprečje teh časov in hitrost. Rezultati meritev in izračuni za isto dolžino poti so v isti vrstici spodnje tabele:

Meritve				Izračuni	
s [cm]	t_1 [s]	t_2 [s]	t_3 [s]	t_{povpr} [s]	v [cm/s]
10,0	1,55	1,46	1,43	1,48 = 1,5	6,76 = 6,8
20,0	3,03	2,93	2,94	2,97 = 3,0	6,74 = 6,7
30,0	4,50	4,47	4,55	4,51 = 4,5	6,66 = 6,7
40,0	5,77	5,88	5,73	5,79 = 5,8	6,90 = 6,9

Vidimo, da je negotovost tako izmerjenih časov okoli 0,05 s. Prav tako smo lahko skeptični glede tega, ali smo ujeli lego mehurčka med gibanjem na začetku in koncu poti res na 1 mm natančno in prav v tisti legi pognali oziroma ustavili štoparico, čeprav se na merilu dolžine milimetri ločijo med seboj. Negotovost dolžine poti, na kateri smo merili čase, lahko zato ocenimo na 2 do 3 mm. Iz tega lahko sklepamo, da je smiselno zaokroževanje izračunanih vrednosti na dve zanesljivi mesti, to je na eno celo in eno decimalno mesto.

Izmerili smo torej, da je hitrost gibanja mehurčka pri teh pogojih 6,7 cm/s $\pm$ 0,1 cm/s, kar pomeni okoli 1,5 % relativno napako.

Bistveni zaključek, do katerega naj bi učenci prišli, je: V okviru natančnosti meritev pri gibanju mehurčka lahko ugotovimo, da je pot premo sorazmerna s časom (graf je bolj ali manj strma premica) in da je hitrost konstantna (graf je premica, vzporedna z abscisno osjo).

Razmislek o sistematični napaki meritve

Razlog, zaradi katerega naj bi se mehurček gibal enakomerno, je, da hitrost mehurčka in sila upora nanj naraščata tako dolgo, dokler sila upora ne zmanjša rezultante zunanjih sil na mehurček na nič in se ta nato giblje premo enakomerno (podobno, kot to velja za padalca, ki prosto pada skozi zrak z dovolj velike višine). Če na ta način razmišljamo o mehurčku plina, ki se navpično dviga v posodi s kapljevino in je dovolj daleč od sten posode, da lahko njihov vpliv na gibanje zanemarimo, pa gibanje ni enakomerno. Mehurček se z dvigovanjem premika v področje z vedno manjšim tlakom. Zato se mu prostornina povečuje (poenostavimo si razmišljanje s tem, da predpostavimo konstantno temperaturo v vsej kapljevini). S povečevanjem prostornine mehurčka se povečuje tudi sila vzgona, ki nanj deluje. Hitrost, pri kateri bi sila upora povzročila rezultanto sil nič, bo zato vedno večja in gibanje ni enakomerno, ampak se hitrost mehurčka med dviganjem povečuje.

Poglejmo, kako bi takšen teoretični model vplival na hitrost gibanja mehurčka v cevki. Predpostavimo, da je temperatura konstantna in da je vlažen zrak v mehurčku dovolj blizu modelu idealnega plina. V tem primeru lahko uporabimo enačbo za izotermno spremembo idealne-

ga plina in zapišemo, da približno velja $\Delta V/V = -\Delta p/p$ (produkt $\Delta p \Delta V$ smo ocenili kot zanemarljivo majhen v primerjavi s produktoma $p\Delta V$ in $V\Delta p$ ter ga izpustili iz enačbe). Če mehurček opravi 1 m dolgo pot navzgor po cevki, ki z vodoravnico oklepa kot 45°, se dvigne za 0,7 m v navpični smeri. Zato je tlak na koncu poti 0,07 bara manjši kot na začetku. Privzamemo lahko, da je tlak v kapljevini okoli 1 bar, tako da to pomeni 7 % zmanjšanje. Iz enačbe $\Delta V/V = -\Delta p/p$ tako vidimo, da se je prostornina v tem primeru povečala za 7 % in za toliko tudi sila vzgona. Če predpostavimo, da je sila upora premo sorazmerna s kvadratom hitrosti (zaradi enostavnosti smo zanemarili povečanje preseka mehurčka), vidimo, da bi se hitrost morala povečati za 3,5 %, če želimo, da se sila upora poveča za enak delež, kot se je sila vzgona.

Pri gibanju mehurčka, ki smo ga opazovali med zgoraj prikazanimi meritvami, je bila višinska razlika pri najdaljši opravljeni poti 40 cm enaka 40 cm x (8,9 / 55,6) = 6,4 cm. To je manj kot 1/10 višinske razlike v zgoraj obravnavanem primeru. Torej je tudi relativna sprememba tlaka in volumna manjša od 0,7 % ter teoretično predvideno relativno povečanje hitrosti zaradi povečanja prostornine pod 0,035 %. Glede na 1,5 % naključno napako meritve lahko takšno predvideno sistematično napako mirno zanemarimo.

Vidimo pa lahko tudi, da ta teoretični model za oceno sistematične napake pri merjenju hitrosti mehurčkov, katerih presek je med dviganjem primerljiv s presekom cevke, pravzaprav ni najprimernejši. Opazimo lahko, da se manjši mehurčki v cevki dvigajo hitreje od največjega, ki ga običajno opazujemo. Pri modelu, kjer na dviganje mehurčka stene ne vplivajo, velja, da se vzgon povečuje s tretjo potenco polmera, upor pa z drugo potenco polmera. Zato morajo imeti večji mehurčki večjo hitrost, pri katerih je rezultanta nič in se dvigajo hitreje od manjših. Ker je presek mehurčka, ki ga opazujemo, praviloma primerljiv s presekom cevke (tudi več kot 50 % preseka cevke), vpliv sten na gibanje mehurčka v kapljevini ni zanemarljiv. Ko se mehurček poveča, se s tem zmanjša prostor pod njim, po katerem se kapljevina pretaka iz prostora nad mehurčkom v prostor pod njim, medtem ko se mehurček dviga. Če je to pretakanje zaradi zožitve kanala pod mehurčkom upočasnjeno, se bo hitrost mehurčka s povečevanjem mehurčka zmanjševala. Ali do tega res pride in v katerih primerih, pa je lahko zanimiva tema za kakšno raziskovalno nalogo.

Vabilo

Na letošnjem **33. slovenskem knjižnem sejmu**, ki bo od **22. do 26. novembra 2017** v Cankarjevem domu, bomo v veliki sprejemni dvorani razstavljali novosti in uspešnice knjižnega in revijalnega snovanja, ki so izšle v založbi Zavoda RS za šolstvo.

Vljudno vas vabimo tudi v debatno kavarno: **v sredo, 22. novembra ob 10. uri**
Vključujoča šola ali kako doseči vsakogar
pogovor ob izidu priročnika za učitelje, ki ga bo vodila dr. Zora Rutar Ilc;

v četrtek, 23. novembra ob 9. uri
Glasba je naše življenje – 20 let revije Glasba v šoli in vrtcu
pogovor bo vodil dr. Franc Križnar.

Vabimo na obisk, pogovor in se veselimo druženja z vami!
Založba Zavoda RS za šolstvo

Zavod Republike Slovenije za šolstvo