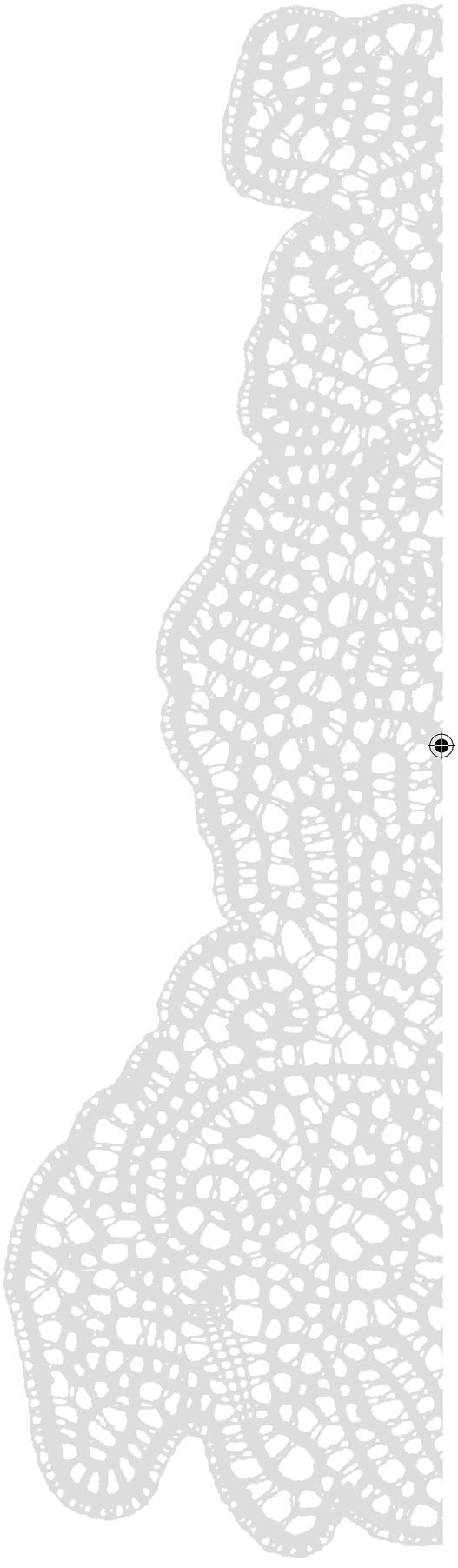
Posodobitve pouka v gimnazijski praksi

FIZIKA

Mehanika, toplota, nihanje



mag. Miroslav Cvahte
dr. Gorazd Planinšič
Samo Božič
Ivanka Toman
Ruben Belina
mag. Vitomir Babič
mag. Matej Forjan
Peter Gabrovec
Peter Jevšenak
dr. Aleš Mohorič
mag. Mirijam Pirc
Milenko Stiplovšek
Peter Šlajpah
Miran Tratnik

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi

Fizika – Mehanika, toplota, nihanje

Uredili:	mag. Miroslav Cvahte, Ivanka Toman, Samo Božič
Avtorji:	mag. Miroslav Cvahte, dr. Gorazd Planinšič, Samo Božič, Ivanka Toman, Ruben Belina, mag. Vitomir Babič, mag. Matej Forjan, Peter Gabrovec, Peter Jevšenak, dr. Aleš Mohorič, mag. Mirijam Pirc, Milenko Stiplovšek, Peter Šlajpah, Miran Tratnik
Risbe:	Samo Božič
Strokovni pregled:	mag. Peter Sekolonik, dr. Zlatko Bradač
Jezikovni pregled:	Tine Logar
Izdal in založil:	Zavod RS za šolstvo
Predstavnik:	mag. Gregor Mohorčič
Urednica zbirke:	Alenka Štrukelj
Oblikovanje:	Irena Hlede
Postavitev in tisk:	Present d.o.o
Naklada:	270 izvodov

Prva izdaja, prvi natis

Ljubljana, 2010

Publikacija je brezplačna.

Zahvaljujemo se Slovenskemu etnografskemu muzeju za uporabo slikovnih gradiv, ki smo jih uporabili za grafično opremo publikacije.

Zbirka Posodobitev pouka v gimnazijski praksi je nastala v okviru projekta Posodobitev gimnazije – Posodobitev učnih načrtov, ki sta ga vodili dr. Amalija Žakelj, vodja projekta, in mag. Marjeta Borstner, namestnica.

Izid publikacije sta sofinancirala Evropski socialni sklad Evropske unije in Ministrstvo za šolstvo in šport.

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

REPUBLIKA SLOVENIJA | MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT

Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

© Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2010

Vse pravice pridržane. Brez založnikovega pisnega dovoljenja gradiva ni dovoljeno reproducirati, kopirati ali drugače razširjati. Ta prepoved se nanaša tako na mehanske (fotokopiranje) kot na elektronske (snemanje in prepisovanje na karšenkoli pomnilniški medij) oblike reprodukcije, razen delov, kjer je to posebej označeno.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

37.091.3:53(082)

POSODOBITVE pouka v gimnazijski praksi. Fizika : mehanika, topolota, nihanje / Miroslav Cvahte ... [et al.] ; [uredili Miroslav Cvahte, Ivanka Toman, Samo Božič ; risbe Samo Božič]. - 1. izd., 1. natis. - Ljubljana : Zavod RS za šolstvo, 2010

ISBN 978-961-234-930-1
1. Cvahte, Miroslav
253666560

VSEBINA

PREDGOVOR 7

UVOD *(Miroslav Cvahte)* 9

1 NOVOSTI V POSODOBLJENEM UČNEM NAČRTU
(Gorazd Planinšič, Miroslav Cvahte) 11

2 AKTIVNI POUK IN RAZVIJANJE NARAVOSLOVNEGA MIŠLJENJA 17

2.1 Napotki za oblikovanje novih ali nadgradnjo obstoječih gradiv za aktiven pouk *(Gorazd Planinšič)* 19

2.2 Aktivnejši pouk z elektronskimi odzivniki *(Aleš Mohorčič)* 21

2.3 Dežne kapljice *(Gorazd Planinšič)* 25

2.4 Enakomerno gibanje *(Mirijam Pirc)* 31

2.5 Varnostna razdalja avtomobilov *(Miroslav Cvahte)* 34

2.6 Prosto padanje in trk avtomobila *(Mirijam Pirc)* 39

2.7 Ravnovesje navorov *(Gorazd Planinšič)* 43

2.8 Ohranitev gibalne količine pri trku kroglic *(Peter Gabrovec)* 49

2.9 Sile na potopljeno telo *(Gorazd Planinšič)* 52

2.10 Tlak v tekočinah *(Ivanka Toman)* 60

2.11 Nitno nihalo *(Ruben Belina)* 65

2.12 Nihalo na vijačno vzmet *(Ruben Belina)* 69

2.13 Dušeno nihanje *(Ruben Belina)* 71

2.14 Vsiljeno nihanje in resonanca *(Ruben Belina)* 74

3 RAČUNALNIK PRI POUKU FIZIKE 77

3.1 Dve možnosti uporabe Vernierovega programa Logger Pro *(Miroslav Cvahte)* 79

3.1.1 Videoanaliza gibanj 79

3.1.2 Risanje diagramov in matematična orodja 86

3.2 Merjenje pospeška prostega padanja *(Samo Božič)* 90

3.3 Grafi pri gibanju *(Miran Tratnik)* 95

3.4 Grafi pri enakomerno pospešenem gibanju *(Milenko Stiplovšek)* 100

3.5 Ohranitev energije *(Samo Božič)* 108

3.6 Specifična toplota kapljevin *(Ivanka Toman)* 114

3.7 Gostota zraka *(Peter Jevšenak)* 119

3.8 Zmesna temperatura *(Peter Šlajpah)* 122
3.9 Grafi pri nihanju nitnega nihala *(Samo Božič)* 126

4 SODELOVALNO UČENJE 133
4.1 Pouk fizike malo drugače – sodelovalno učenje *(Mirijam Pirc)* 135
4.2 Delo in energija *(Ivanka Toman)* 141

5 EKSPERIMENTALNE VAJE S PREPROSTO EKSPERIMENTALNO OPREMO 145
5.1 Ravnovesje sil in navorov *(Vitomir Babič)* 147
5.2 Drugi Newtonov zakon *(Matej Forjan)* 152
5.3 Centripetalni pospešek *(Matej Forjan)* 157
5.4 Merjenje težnega pospeška *(Aleš Mohorčič)* 161
5.5 Vzgon *(Miroslav Cvahte)* 164
5.6 Določanje konstante vzmeti *(Milenko Stiplovšek)* 168
5.7 Delo trenja na klancu *(Peter Gabrovec)* 171
5.8 Energija telesa pri gibanju po klancu *(Peter Jevšenak)* 174
5.9 Merjenje zračnega tlaka *(Miroslav Cvahte)* 178
5.10 Specifična toplota kovin *(Peter Jevšenak)* 182

VSEBINA ZGOŠČENKE

Na zgoščenki so učni listi in priporočila za učitelje za vsa didaktična gradiva v pdf-formatu in v wordu, da jih bodo lahko učitelji prilagajali svojemu načinu poučevanja in razpoložljivi eksperimentalni opremi. Pri nekaterih gradivih so dodane računalniške predloge za izvedbo poskusov z zbirko Vernier (.cmbl datoteke). Na zgoščenki je tudi deset kratkih videofilmov.

Na dnu uvodne tabele vsakega gradiva je podrobno zapisano, katere priloge so na zgoščenki.

LEGENDA:

Dovoljeno kopiranje in reproduciranje gradiv za potrebe pouka.

Gradivo je dostopno na priloženi zgoščenki.

Predgovor

Zgledno sodelovanje gimnazijskih učiteljev, Oddelka za fiziko Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in Zavoda RS za šolstvo je omogočilo vsebinsko razbremenitev gimnazijskega učnega načrta ob posodobitvi leta 2008.

Z vsebinsko razbremenitvijo je nastal prostor za nove oblike poučevanja, ki smo ga lahko zapolnili, zahvaljujoč razvoju didaktike fizike, ki že vrsto let poteka na omenjeni fakulteti, kjer izvajajo tudi stalno strokovno izobraževanje srednješolskih učiteljev. Didaktične novosti temeljijo na rezultatih domačega raziskovalnega dela in na primerih dobre prakse, ki so se uveljavili v svetu. Toda vse to je le priprava terena. Za uspešno vpeljevanje sprememb v pouk so potrebni razvoj novih gradiv za učitelje in dijake, ustrezna oprema in strokovna izobraževanja, ki morajo vključevati najširši krog učiteljev in ne le motivirano peščico.

Pred dobrim letom in pol so v podporo posodobljenega gimnazijskega učnega načrta člani Predmetne razvojne skupine za fiziko (dr. Gorazd Planinšič, Ruben Belina, mag. Iztok Kukman, dr. Aleš Mohorič, Ivanka Toman, Samo Božič in mag. Miroslav Cvahte) in mentorski učitelji (mag. Vitomir Babič, mag. Matej Forjan, Peter Gabrovec, Jasmina Jančič, Peter Jevšenak, mag. Mojca Krmelj, mag. Mirijam Pirc, Milenko Stiplovšek, Peter Šlajpah, mag. Simon Ülen in Miran Tratnik) začeli pripravljati zbirko didaktičnih gradiv, ki sledijo nekaterim sodobnejšim pristopom pri pouku fizike.

Projekt Zavoda RS za šolstvo Posodobitev gimnazije je ob finančni podpori Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za šolstvo in šport omogočil pripravo in izdajo pričujočih didaktičnih gradiv, ki vpeljujejo želene novosti v pouk, glavnino dela pri tem pa so opravili gimnazijski učitelji praktiki.

Zahvaljujemo se recenzentoma mag. Petru Sekoloniku in dr. Zlatku Bradaču za skrben pregled gradiv in koristne napotke.

Uvod

Miroslav Cvahte

Zbirka gradiv je namenjena predvsem učiteljem in laborantom fizike. Glavnino predstavljajo učna gradiva, ki jih bo mogoče z manjšimi prilagoditvami neposredno vključiti v pouk. Publikacija ima dva dela. V prvem so gradiva, ki se nanašajo na vsebine mehanike, toplote in nihanja. Če bo nadaljevanje projekta odobreno, bo drugi del izšel predvidoma leta 2012, ko bodo pri pouku preizkušena tudi gradiva za 3. in 4. letnik. Obravnaval bo področja elektrike in magnetizma, valovanja z optiko ter moderno fiziko.

Glavne usmeritve pri pripravi gradiv so bile, da naj le-ta omogočajo:

- aktivno vlogo dijakov pri pouku,
- razvijanje zmožnosti naravoslovnega razmišljanja (premišljeno opazovanje, kritično razmišljanje, samostojno reševanje problemov, modeliranje, argumentiranje, vrednotenje itd.),
- diferenciacijo (dodane so naloge za bolj motivirane in učno zmožnejše dijake),
- da bodo osnovne naloge praviloma zmogli izvesti vsi dijaki.

Gradiva so morda na prvi pogled videti zahtevna, vendar je za večino dijakov dovolj, če s pomočjo namigov učitelja izvedejo le osnovni del posamezne naloge. Dodatne zahtevnejše naloge so namenjene dijakom, ki jih fizika posebej zanima in so nadpovprečno motivirani. Te naloge so posebej označene z zvezdicami, učitelji pa bodo dijakom svetovali, kdaj lahko osnovno nalogo preskočijo in začnejo z zahtevnejšimi. Nekatere lahko izvedejo kot domače delo ali pri urah fizike, ko večina utrjuje primere iz osnovnih znanj.

Težavnost nalog je označena z zvezdicami:

- osnovna (brez zvezdice),
- zahtevna (*),
- zelo zahtevna (**).

Tiskani izdaji priročnika je na zgoščenki dodana elektronska, ki vsebuje vsa gradiva v wordu, da jih bodo lahko učitelji prilagajali svojemu načinu poučevanja in razpoložljivi eksperimentalni opremi. Dodane so računalniške predloge za izvedbo poskusov z zbirko Vernier in nekaj videofilmov.

Gradiva so sestavljena iz treh delov. Prvi del predstavlja tabela s kazalniki, ki učitelju nudijo osnovno orientacijo o gradivu. Ti so: naslov gradiva, ime avtorja, kratek opis za učitelje, cilji, ki jih dijaki dosežejo v učni enoti, priporočila za oblike in metode dela, priporočila za izvedbo, priporočeni čas za izvedbo, ocena o zahtevnosti ter podatek, ali naloga vključuje eksperiment.

Drugi del posameznega gradiva je učni list za dijake. V tiskani izdaji je prostor za odgovore dijakov označen z

.....,

prostor za meritve, izračune, risanje grafov pa z

Meritve, izračuni, grafi ...

V tretjem delu posameznega gradiva so obširnejša priporočila za učitelje. Ta se od gradiva do gradiva razlikujejo.

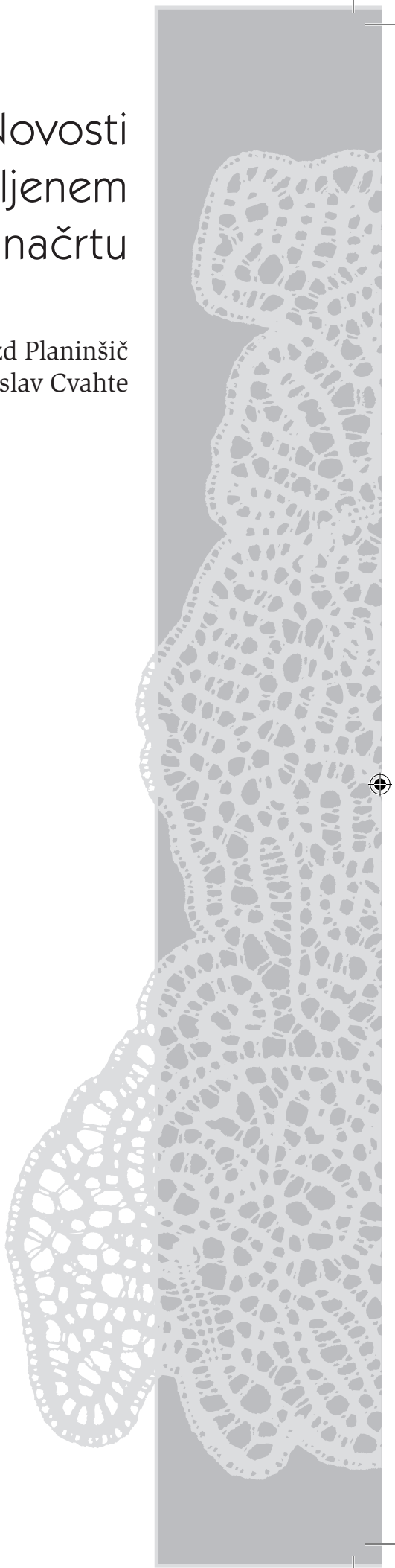
Praviloma vsebujejo:

- informacije o opremi, ki jo potrebujemo za izvedbo učne enote,
- opozorila o morebitnih nevarnostih,
- podrobnejše napotke za izvedbo,
- posamezne rešitve in rezultate.

Čeprav smo večino gradiv že preizkusili, bodo dobila dokončno obliko šele z uporabo pri pouku. Veseli bomo vsake povratne informacije in predlogov za izboljšave, ki nam bodo pomagali pri oblikovanju novih gradiv.

Novosti v posodobljenem učnem načrtu

Gorazd Planinšič
Miroslav Cvahte



Opozorila učiteljev glede prenatrpanosti učnega načrta fizike za gimnazije, novosti v poučevanju fizike v svetu (npr. težnja po uvajanju aktivnih oblik pouka) in analize rezultatov mednarodnih raziskav o dosežkih srednješolcev (PISA, TIMSS Advanced) so pripeljali do spoznanja, da je treba posodobitev pouka fizike v gimnazijah usmeriti tudi v vsebinsko razbremenitev učnega načrta v korist večjega razumevanja vsebin in pridobivanja manjkajočih procesnih znanj. Spoznanju je sledilo dolgotrajno, a konstruktivno usklajevanje stroke, praktikov in svetovalcev o tem, katere so tiste vsebine in znanja, brez katerih si ni mogoče zamišljati široke izobrazbe, in kaj naj bo namenjeno le tistim, ki izberejo fiziko za maturo.

Zavod RS za šolstvo je v letih 2001 do 2004 izvajal spremljavo pouka fizike v gimnazijah po učnem načrtu iz leta 2000. Vzorec šol, učiteljev in dijakov je bil sorazmerno majhen, kljub temu pa ugotovitve odražajo glavne težave, ki so se z leti do tedaj nakopičile. Drugih raziskav žal ni bilo. Glavne ugotovitve omenjene spremljave so bile:

- V učnem načrtu je bilo preveč vsebinskih ciljev. Celotna populacija gimnazijcev je v prvih treh letnikih obravnavala povprečno le približno 75 % predpisanih vsebin. Tako so v prvih treh letih na mnogih gimnazijah predelali le poglavja od začetka mehanike do optike (podatek je iz spremljave leta 1996). Preostala poglavja so učitelji obravnavali v 4. letniku z dijaki, ki so izbrali fiziko za maturo.
- Ob spremljavi v letih 2001 do 2004 je 24 od 29 učiteljev odgovorilo, da jim pri fiziki primanjkuje časa in da morajo pri obravnavi snovi venomer hiteti.
- V vprašalniku leta 2003 so učitelji odgovarjali, katere metode dela najpogosteje uporabljajo. Izkazalo se je, da so približno 60 % časa namenjali razlagi (razlaga in razlaga ob eksperimentu). Tudi ta slabost je bila verjetno posledica preobsežnih vsebin, saj s frontalnim poukom porabimo najmanj časa za obravnavo vsebin. Kot je znano, pa žal pri takem načinu dela večina dijakov ne doseže ustreznega razumevanja vsebin. Slabo razumevanje pri naravoslovnih predmetih posredno vpliva tudi na negativen odnos do naravoslovja in tehnologije.
- Zaradi preobširnega maturitetnega kataloga znanj so morali učitelji pouk prilagajati tako, da so precej maturitetnih vsebin obravnavali že v prvih treh letnikih. Celotna populacija je tako obravnavala prezahteven nabor vsebin, časa pa je zmanjkalo za razprave, razvijanje procesnih znanj, aktualne teme, povezane z vsakdanjim življenjem, in v mnogih primerih tudi za zanimivejša zadnja poglavja: Atomika, Jedro in Astronomija.
- Leta 2003 je 65 gimnazijskih učiteljev na republiško maturitetno komisijo za fiziko naslovilo prošnjo za približno 20-odstotno zmanjšanje števila ciljev v maturitetnem katalogu.

Najpomembnejše novosti v posodobljenem učnem načrtu

1. Obseg obveznih vsebinskih znanj v prvih treh letnikih gimnazije je manjši za približno 20 %.

   Sproščene ure omogočajo:

   - večji poudarek razumevanju konceptov, razvijanju kritičnega mišljenja, reševanju problemov in eksperimentiranju;
   - več časa za aktivne oblike in metode dela;
   - lažje izvajanje notranje diferenciacije in s tem bolje motiviranim dijakom omogočati usvajanje zahtevnejših posebnih znanj ter reševanje problemov na višjih taksonomskih nivojih;
   - možnost, da bo splošna znanja razumela večina dijakov.

2. Večjo stopnjo razumevanja vsebin in večjo motiviranost dijakov poskušamo doseči z izdatnejšim vključevanjem aktivnih oblik in metod dela:

   - samostojno in timsko reševanje problemov s poudarkom na razpravi, na kvalitativnih problemih in problemih, ki zahtevajo kritično razmišljanje;
   - delo v skupinah;
   - eksperimentalne vaje dijakov;
   - kratke projektne naloge;
   - predstavitve pri pouku.

3. Z uvedbo izbirnosti na maturi smo ob skoraj nespremenjenem naboru maturitetnih vsebin za približno 30 % zmanjšali količino vsebin, na katere se morajo pripraviti dijaki v okviru maturitetnega dela programa fizike v 4. letniku. Doslej so morali učitelji pouk prilagajati tako, da so precej zahtevnih maturitetnih vsebin obravnavali že v prvih treh letnikih s celotno populacijo dijakov.

4. Posodobljeni učni načrt omogoča učiteljem večjo avtonomijo pri načrtovanju pouka in izbiri vsebin. Učitelji lahko poleg obveznih splošnih znanj v pouk po svoji presoji vključujejo tudi zahtevnejša posebna znanja in izbirne vsebine.

5. V pričakovanih dosežkih ob zaključku gimnazije daje posodobljeni učni načrt večji poudarek razumevanju in naslednjim procesnim znanjem:

   - zmožnost kritičnega razmišljanja,
   - obvladovanje osnovnih veščin eksperimentiranja,
   - iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov iz različnih virov,
   - uporaba računalnika pri fiziki,

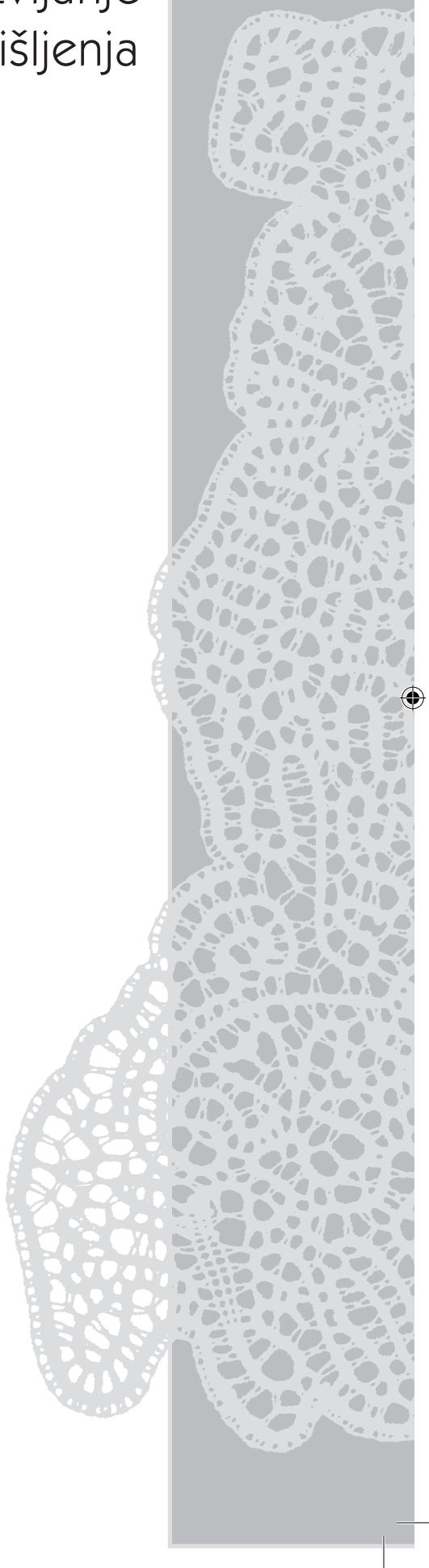
- zmožnost predstavljanja projektov, preprostih raziskav in lastnih idej,
- zmožnost timskega dela v projektih in drugih oblikah skupinskega dela, pri čemer dijaki prevzemajo različne vloge v skupini,
- načrtovanje in zmožnost samostojnega učenja.

Odločitev za spremembe ni bila lahka, saj smo se morali v maturitetnem programu odreči sistematični pokritosti fizike na višjem nivoju. Po novem bodo v okviru priprav na maturo dijaki v 4. letniku na višjem (maturitetnem) nivoju dodatno poglabljali le tri od petih osnovnih poglavij fizike, pri katerih pa bodo dosegli boljše razumevanje. Zmožnejši in bolje motivirani dijaki bodo zaradi diferenciacije pri pouku delno pridobili že v prvih treh letnikih, ko bodo učitelji v pouk zanje sistematično vključevali dodatne vsebine (posebna znanja v učnem načrtu) in zahtevnejše probleme, kot je nakazano v tem priročniku. Pridobili bodo tudi gimnazijci, ki fizike ne izberejo za maturo, predvsem zaradi boljšega razumevanja in ker se jim ne bo treba poglabljati v nekatere zahtevnejše vsebine, ki so vključene le v maturitetni program. Zaradi premišljeno izbranih vsebin pa bodo dobili široko sliko o fiziki ter usvojili nekatere pomembne izkušnje.

Hkrati pričakujemo, da se bo delež dijakov, ki izberejo fiziko za maturo, postopno večal s sedanjih 15 % na 20 %, saj jih po grobi oceni toliko potrebuje poglobljena znanja iz fizike pri nadaljnjem šolanju in opravljanju poklica.

Tak poseg v učni načrt je bil potreben tudi zato, ker se je v petnajstih letih delež populacije mladih, ki nadaljujejo šolanje v gimnaziji, povečal z 20 % na več kot 40 %.

Aktivni pouk in razvijanje naravoslovnega mišljenja



2.1 Napotki za oblikovanje novih ali nadgradnjo obstoječih gradiv za aktiven pouk

Gorazd Planinšič, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana

Za pisanje učnih gradiv ni pravil ali zakonov, so le izkušnje in nekateri prijemi, ki so se pokazali kot uspešni in jih je zato koristno poznati. Vrstni red predlogov ne odraža njihove pomembnosti.

1. **Če se le da, naj gradiva vsebujejo primere iz vsakdanjega življenja.** Učitelj naj poskuša poiskati relevantne vsebinske okvirje, v katere bi lahko sodile izbrane naloge. Po navadi gre laže v obratni smeri: naletimo na zanimiv primer iz vsakdanjega življenja in ga prilagodimo, oklestimo ali poenostavimo tako, da ga je mogoče obravnavati v okviru gimnazijske fizike. Ideje lahko najdemo med situacijami, predmeti in napravami, ki jih srečujemo v vsakdanjem življenju (te so lahko rezultat visoke tehnologije), med pojavi v naravi, med zgodovinskimi dogodki itd. Predstavljanje fizike v povezavi z absurdnimi in namišljenimi situacijami ni priporočljivo.

2. **Gradiva naj spodbujajo čim več različnih aktivnosti. Dijakom zastavljajmo** kvalitativna vprašanja, vprašanja, ki zahtevajo napovedi v besedni obliki (še posebej, če je del aktivnosti poskus), vprašanja, ki zahtevajo iskanje parov, urejanje po določenih kriterijih itd. Dijaki naj uporabljajo različne načine predstavitev, kot so grafi, stolpčni diagrami, skice, diagrami sil, tabele. Naloga lahko od dijaka zahteva, da sam sestavi nalogo, ki naj vključuje določene predmete, naprave, lahko tudi določene fizikalne zakone, izreke itd. V nalogi lahko v usta namišljenega dijaka postavimo trditev (ali dve nasprotujoči si trditvi) in od dijakov zahtevamo, da presodijo pravilnost trditev oz. odločijo, katera trditev je pravilna. Pri tem zahtevajmo, da dijak z besedami na kratko pojasni, kakšen razmislek ga je vodil do odločitve. Poiščimo vprašanja, v katerih lahko povežemo različne vsebine in hkrati spodbujamo miselne aktivnosti.

3. **Vprašanja naj bodo zastavljena eksplicitno. Večkrat tudi zahtevajmo natančne pisne odgovore v stavkih.**

   Na primer: Natančno opišite ..., navedite čim več možnih razlogov za ..., z besedami pojasnite razmislek, na podlagi katerega ste prišli do sklepa itd.

   Če rečemo le »Primerjajte grafe ... s tipičnimi grafi za enakomerno pospešeno gibanje«, ni jasno, kaj vse mora taka primerjava vsebovati.

4. **Vizualna podoba učnega lista naj bo takšna, da narekuje potek reševanja** oziroma izvedbo posameznih korakov. Na mestih, kjer pričakujemo pisne odgovore v stavkih, naj bo posebej označen prostor za pisni odgovor (npr. s pikčasto črto).

5. **Preden izvedemo poskus, naj dijaki napovejo izide poskusa in svoje napovedi zapišejo** (npr: kako se bosta spreminjali kinetična in potencialna energija vozička, ki ga potisnemo po klancu navzgor). Po izvedbi poskusa naj sledita razprava in razmislek o morebitnih odstopanjih med napovedmi in izidom.

6. **Večkrat in bolj odločno bi lahko uporabili pristop, da morajo dijaki najprej izračunati določen parameter, nato pa s poskusom preveriti, ali se izračunana vrednost ujema z izmerjeno (pristop je primeren tako za kazanje poskusov kot za laboratorijsko delo).**

   Na primer: Na podlagi izmerjene mase lesene klade in njenih dimenzij napovedati, koliko matic (z znano maso) moramo položiti na klado, ki plava v vodi, da se bo potopila do polovice. Šele ko dijaki izračunajo rezultat, sledi poskus, ki bo dosegel neprimerno večje zanimanje in ostal bolj v spominu, kot če bi nalogo reševali le z računanjem.

7. **Klasične računske naloge lahko preoblikujemo v naloge, s katerimi dosežemo večjo aktivnost dijakov. Navedimo nekaj idej, kako lahko to storimo:**

   - pred računskim delom naloge postavimo kvalitativno vprašanje, kaj se bo zgodilo, če povečamo ali zmanjšamo posamezno količino itd. (primerjava količin < > =);
   - zahtevamo različne načine predstavitev problema (pisni odgovor, graf, računski rezultat, slika, shema);
   - dodamo vprašanje, ki spodbuja kritično mišljenje (dijak odloča med dvema odgovoroma in argumentira odločitev);
   - naloga lahko zahteva, da morajo dijaki oceniti manjkajoče podatke ali poiskati podatke iz virov (na primer velikost teniškega igrišča pri vodoravnem metu);
   - v nalogi lahko podamo odvečne podatke; naloga lahko zahteva, da dijaki presodijo, ali je kateri podatek odveč, in če je, napišejo, kateri je ta podatek;
   - isto nalogo lahko z nekaj predelave uporabimo v različnih oblikah; lahko jo zastavimo kot individualno, kot skupinsko, lahko pa najprej kot individualno, nato pa sledi razprava v skupini s ciljem, da skupina pride do skupne najboljše rešitve.

2.2 Aktivnejši pouk z elektronskimi odzivniki

Aleš Mohorič, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana

Izkušen učitelj med učno uro opazi, kdaj dijaki ne razumejo učne snovi in kdaj ne sodelujejo pri pouku. Težje pa je ugotoviti, zakaj pride do tega in kako rešiti težavo. Ena od rešitev so vprašanja izbirnega tipa, ki jih kombiniramo z avtomatsko analizo odgovorov z elektronskimi osebnimi odzivniki. Kljub nekaterim pomislekom o objektivnosti, veljavnosti in zanesljivosti vprašanj izbirnega tipa so tovrstna vprašanja v pomoč pri preverjanju znanja. Njihova prednost je hiter odziv in možnost avtomatične obdelave odgovorov. Čeprav so vprašanja praviloma kratka, je sestavljanje dobrih vprašanj, ki pokažejo realno znanje dijakov in ločijo med različnimi stopnjami razumevanja, zahtevno in zamudno. Elektronski odzivniki izkušenemu učitelju nakažejo odgovore na omenjena vprašanja, drugim učiteljem pa pomagajo ugotavljati, kdaj dijaki ne sledijo snovi oziroma kdaj jim ta ni razumljiva. V nadaljevanju bomo predstavili uporabo izbirnih vprašanj in načine, kako jih lahko učinkovito uporabimo pri pedagoškem delu.

Preden začnemo odzivnike uporabljati pri pouku, moramo dijake seznaniti s takim načinom dela. Natančno jim moramo razložiti, kako bo potekala aktivnost, in jim pojasniti, kako morajo pravilno ravnati z odzivniki.

Slika 1: Elektronski odzivnik in oddajno-sprejemna naprava, ki jo učitelj vstavi v svoj računalnik

Odgovori so lahko anonimni, lahko pa si zabeležimo, kateri učenec ima določen odzivnik. Prvo aktivnost z odzivniki začnemo z nekaj poskusnimi vprašanji, ki naj bodo sproščujoča in naj se ne nanašajo neposredno na fiziko (npr. katera od navedenih možnosti je najbliže vašemu hobiju, moj najljubši predmet je ...). Vsako vprašanje na glas preberemo, nato pa vključimo odštevanje časa. Če večina dijakov ob koncu odštevanja še vedno ni oddala odgovora, čas podaljšamo in si to zabeležimo za naslednjič. Ko je odštevanje končano, se pokaže na zaslonu histogram odgovorov, npr.:

INTERWRITE LEARNING

PREGLED SEJE 03/26/2010

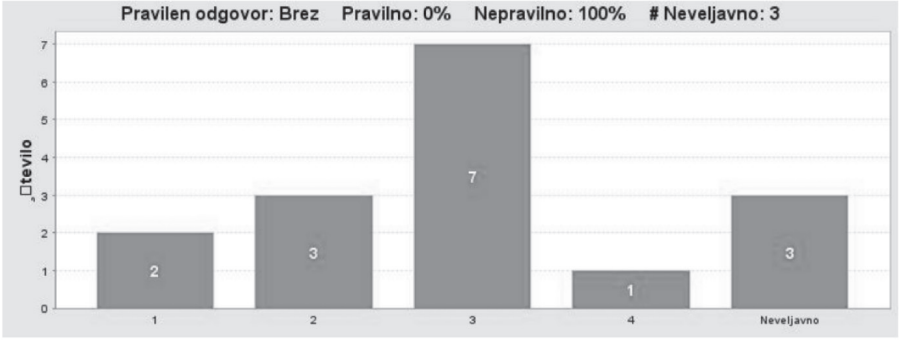
Seja: ALESMB_08 20 2009_1 Razred: ALESMB

Predavanje PowerPoint

Vpraanje: 6 Pravilen odgovor: None

6. Stojiš na robu prepada z dvema enakima kroglama v roki. Prvo vržeš navpično navzgor z začetno hitrostjo *v* in drugo navpično navzdol, z enako začetno hitrostjo. Prva krogla udari ob tla s hitrostjo v_1, druga pa z v_2. Zanemari zračni upor. Kateri odgovor je pravilen?

1. $v_1 > v_2$
2. $v_1 < v_2$
3. $v_1 = v_2$
4. Odgovor je odvisen od začetne hitrosti



Slika 2: Vprašanje in histogram odgovorov. Učitelj namerno ni izbral številke pravilnega odgovora, da se je po odgovarjanju lahko razvila razprava.

V načinu prikazovanja praviloma ne označimo pravilnega odgovora. Prav tako ne povemo ali kako drugače pokažemo, kateri odgovor je pravilen. Naslednji koraki so odvisni od porazdelitve odgovorov in tudi od časa, ki ga imamo na voljo. Če je večina dijakov izbrala pravilni odgovor, lahko spodbudimo prostovoljca med dijaki, ki so izbrali tak odgovor, da ostalim pojasni, zakaj meni, da je izbrani odgovor pravilen. Lahko pa ravnamo drugače in dijaka prosimo, da pojasni, zakaj je neki drug odgovor napačen. Če je porazdelitev odgovorov približno enakomerno razdeljena med dva ali več odgovorov, lahko prosimo dijake, da se o vprašanju pogovorijo s sošolcem (v parih, tako kot sedijo), po nekaj minutah pa glasovanje ponovimo. Pogosto je pri drugem glasovanju število pravilnih odgovorov večje. Če nočemo ponavljati glasovanja, lahko spodbudimo predstavnike posameznih skupin (glede na zastopanost odgovorov), da pojasnijo, zakaj so se odločili za izbrani odgovor. Bolje je, če začnemo s skupino, ki je izbrala napačni odgovor. V vsakem primeru mora učitelj na koncu povedati, kateri odgovor je pravilen in zakaj je pravilen, za ostale odgovore pa razložiti, zakaj so napačni. Učitelj naj pri tem smiselno povzame razlage, ki so jih pred tem oblikovali dijaki. S tem da priznanje dijakom in jih

spodbudi k nadaljnjemu sodelovanju v razpravi. Učitelj naj bo dojemljiv in odprt tudi za morebitne kritike, ki jih dijaki izrečejo na posamezno vprašanje (pripombe si je treba sproti zapisati). Takšne pripombe so lahko kazalnik zavajajočih vprašanj, iz pripomb pa lahko učitelj dobi koristen namig za izboljšavo vprašanj.

Učitelji po navadi med potjo k učinkoviti rabi odzivnikov preidejo več faz. Na začetku postavljajo le preprosta in osnovna vprašanja. Kasneje so vprašanja pojmovno zahtevnejša, pri njih pa odgovori omogočajo razpravo o najpomembnejših točkah. Poudarek naj bo na kvalitativnih konceptualnih vprašanjih. Na koncu vsakega preverjanja zastavimo nekaj vprašanj, ki zajemajo celotno snov. Uro praviloma sklenemo z vprašanjem, na katerega dijaki odgovarjajo pri naslednji uri.

Raziskave so pokazale, da gredo dijaki, postavljeni pred vprašanja izbirnega tipa, korakoma (včasih tudi rekurzivno) skozi naslednje faze:

- razumevanje in interpretacija vprašanja,
- razmislek, presoja relevantnosti priklicanih informacij iz spomina, izvedba potrebnih operacij (npr. račun),
- prirejanje razmisleka ponujenim odgovorom.

Včasih so vprašanja zavajajoča in ne pokažejo realne slike o dejanskem znanju dijakov, čeprav so lahko fizikalno korektna. Najboljši način, kako prepoznati in izboljšati taka vprašanja, je, da jih ponudimo v pregled kolegom in da se o njih podrobno pogovorimo z dijaki. Najbolj koristne so pripombe dobro motiviranih dijakov. Šele ko vprašanja na tak način prečistimo, so primerna za vrednotenje znanja dijakov.

Še nekaj nasvetov za sestavljanje vprašanj:

- vprašanja naj bodo čim bolj pestra,
- prevladujejo naj kvalitativna vprašanja,
- vsaj polovica vprašanj naj se nanaša na sliko, graf, video, zvok ali kako drugo avdiovizualno gradivo,
- besedilo posameznega vprašanja naj bo krajše od 300 znakov, le izjemoma do 500 znakov,
- vrstni red vprašanj je pomemben, na začetku naj bodo lažja vprašanja, težja v sredini, proti koncu pa spet kakšno lažje,
- med odgovori naj bo praviloma od 4 do 6 možnosti, izjemoma 3.

Vprašanje je dobro, če:

- vzbudi pozornost,
- dijaki lahko predstavijo svoje pojmovanje vsebin,
- dijaki lahko povezujejo zamisli ali predstave,
- imajo dijaki možnost analizirati problem,
- dijaki lahko razmišljajo o tem, kako postavljati vprašanja,
- dijake pripravi na učenje.

Z vprašanji lahko testiramo predhodno predelano snov, preverjamo uspešnost domačega branja, ponovimo bistvo učne snovi, izberemo naslednji korak v zapletenem računu, preverjamo splošno znanje dijakov, preverjamo razumevanje pojmov,

uporabimo pojme v novem kontekstu, napovedujemo rezultate eksperimentov, simulacij, videa ipd., preverjamo znanje iz vsakdanjega življenja ter primerjamo različne prikaze (grafične, matematične itd). Slaba vprašanja testirajo le spomin in temeljijo na slepi uporabi formul, boljši konceptualni testi pa preverjajo kvalitativno razumevanje. Lahka vprašanja zavedejo dijake pri učenju za test, ki se ocenjuje. Najbolje je pobrskati med že razvitimi vprašanji, na spletu jih najdemo pod geslom »Concept Tests«.

Dodatni možnosti, ki ju nudi sistem dela z odzivniki, sta avtomatično ocenjevanje (ki ga nihče zares ne spodbuja) ter prikaz in analiza posnetka aktivnosti, saj sistem sproti beleži vse akcije dijakov in shranjuje podatke v posebno datoteko. Podatki omogočajo sledenje/analizo odgovorov za posameznega dijaka, korelacije med odgovori oz. med dijaki itd. Program tudi shranjuje posnetke posameznih prosojnic iz PowerPointa.

Na voljo so različne vrste odzivnikov. Odzivniki na infrardeče diode so cenejši od odzivnikov na radijsko valovanje, a se slabše obnesejo pri sprejemu odgovorov (daljši minimalni čas med dvema sprejemoma pri delu z do 30 odzivniki še gre). Obstajajo tudi odzivniki, ki omogočajo pošiljanje alfanumeričnih znakov, toda ta različica ni doživela kake omembe vredne uporabe pri pouku.

V člankih, ki opisujejo primere aktivnega pouka, najdemo nekaj zanimivih trditev o dobrem poučevanju:

- raba konceptualnih testov in sodelovalnega učenja popestri pouk,
- aktivno učenje je mnogo bolj učinkovito kot pasivno,
- pomembno je poudarjanje kvalitativnega razmišljanja in konceptualnega razumevanja,
- zapiski s predavanj in druga gradiva naj bodo dostopni na spletu,
- pogovarjajte se z dijaki, poslušajte jih med poukom, na hodniku ...,
- povratne informacije so zelo pomembne,
- če se dijaki nekaj naučijo, a zasovražijo predmet, vam ni uspelo,
- skupni imenovalec slabega učenja: učitelj in učenec se ne razumeta.

Predlagamo, da delo z odzivniki vključujete v pouk in ga navezujete na sodelovalno učenje. Dobro je, da dijake nagradimo za sodelovanje, »nagrade« pa naj imajo le majhen vpliv na oceno.

Literatura

1 *Brown, A. L. and Cocking, R.R. (2002). How People Learn. Ed. by J.D. Bransford. Washington, D.C.: National Academic Press.*

2 *Clark, R.C. and Mayer, R.E. (2003). e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning. San Francisco: Pfeiffer.*

3 *Ding, L., Reay, N. W., Lee, A. and Bao, L. (2009).Are we asking the right questions? Validating clicker question sequences by student interviews. Am. J. Phys. 77 (7), 2009.*

4 *Sokoloff, D. and Thornton, R. (1997). Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment. Phys. Teach. 35, 340–346.*

2.3 Dežne kapljice

Gorazd Planinšič, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana

Kratek opis za učitelje	Naloga zahteva od dijakov, da izračunajo hitrost dežnih kapljic iz dolžine sledi na fotografiji in znanega časa osvetlitve. V nadaljevanju naloge morajo narisati sile na kapljico, ki enakomerno pada, pri čemer morajo pravilno uporabiti prvi Newtonov zakon. V zaključku naloge morajo napovedati, kakšne sledi bi pustile na fotografiji kapljice, ki padajo enakomerno pospešeno. Dodatni vprašanji se nanašata na oceno velikosti sile zračnega upora (pri tem vprašanju morajo dijaki oceniti velikost kapljice) in primerjati velikostno stopnjo izračunane sile z rezultatom, ki ga izračunajo iz teoretičnega izraza za silo upora (kvadratni zakon upora).				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • razumejo postopek analize fotografskega posnetka; • uporabljajo enačbe za pot in hitrost pri prostem padanju; • znajo uporabiti Newtonove zakone pri padanju; • ocenijo velikost zračnega upora; • uporabijo kvadratni zakon upora.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki rešujejo naloge individualno ali v skupinah.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo prvi Newtonov zakon.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	ne
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Učni list za dijake

Dežne kapljice

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: razvijanje samostojnega razmišljanja in sklepanja, razumevanje fizikalnih konceptov (prvi Newtonov zakon), vrednotenje dobljenih rezultatov.

Naloga:

Dežne kapljice padajo približno s konstantno hitrostjo, ki je tem večja, čim večje so kapljice.

Na prvi fotografiji so ostro vidne sledi vodnih kapljic, ki so padale v ravnini, v kateri leži poganjek. Fotografija je bila posneta s časom osvetlitve 1/250 sekunde. Druga fotografija kaže del istega poganjka ob merilnem traku.

Slika 3: Padanje dežnih kapljic in velikost poganjka

1. Pojasnite z besedami, kako lahko na podlagi zgornje fotografije trdimo, da kapljice padajo približno s konstantno hitrostjo.

.....

2. Razmislite, kako bi na podlagi podatka o času osvetlitve in podatkov, ki jih dobite s fotografij, izračunali povprečno hitrost kapljic, ki so padale v bližini poganjka. Z besedami najprej na kratko opišite načrt, po katerem bi postopali pri računanju.

.....

3. Izračunajte povprečno hitrost kapljic po postopku, ki ste ga opisali.

Računi:

4. Na skici kapljice narišite in poimenujte vse sile, ki delujejo na padajočo kapljico. Pazite, da bodo vektorji sil v pravih razmerjih.

5. Predstavljajte si, da bi kapljice padale z roba strehe enakomerno pospešeno. Kapljice bi fotografirali z večje razdalje, tako da bila na posnetku vidna celotna hiša, od strehe do tal.

a) Opišite, kakšne bi bile videti sledi pospešenih kapljic na fotografiji.

.....

b) Napišite vse ideje in razloge, na podlagi katerih ste prišli do vašega sklepa o tem, kakšne bi bile sledi pospešenih kapljic na fotografiji.

.....

c) V spodnji okvir skicirajte kvalitativno sliko sledi pospešenih kapljic, ki bi jih po vašem mnenju videli na fotografiji.

*** 1. DODATNA NALOGA**

Z računom ocenite velikost sile zračnega upora, ki deluje na padajoče kapljice. Manjkajoče podatke ocenite s fotografije.

Namig: Ker vemo, da padajo kapljice enakomerno, lahko silo upora določimo, če najprej ocenimo maso kapljice.

Računi ...

** **2. DODATNA NALOGA**

V opisanem primeru lahko silo zračnega upora, ki deluje na kapljico, ocenimo z naslednjim izrazom:

$$F_u = \frac{1}{2} cS\rho v^2$$

kjer je ρ gostota zraka (1,2 g/dm^3), $S = \pi r^2$ ploščina čelnega preseka kapljice, v hitrost padanja kapljice in c konstanta, ki je odvisna od oblike kapljice (privzeli bomo, da ima kapljica obliko krogle, za katero je $c = 0{,}4$). Izračunajte silo upora F_u in preverite, kako se ujema z vrednostjo, ki ste jo izračunali v 1. dodatni nalogi. Zaradi nenatančnosti pri merjenju smo zadovoljni, če se ujemata le velikostni stopnji.

Priporočila za učitelje

Dežne kapljice

Rešitve:

1. *Sledi kapljic na različnih višinah so približno enako dolge.*

2. *Opis po korakih:*

   a) Z ravnilom izmerimo več dolžin sledi kapljic na fotografiji in izračunamo povprečno vrednost.

   b) Iz primerjave dolžin poganjka na spodnji sliki in istega dela poganjka na zgornji sliki izračunamo, kolikšna dolžina v naravi ustreza npr. dolžini 1 cm na zgornji fotografiji. S tem podatkom lahko določimo povprečno dolžino sledi kapljic v naravi.

   c) Iz poznavanja povprečne dolžine poti in časa preleta (1/250 s) izračunamo povprečno hitrost.

3. *Povprečna hitrost kapljic:*

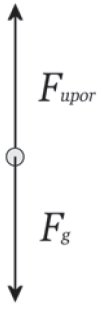
   Spodnja fotografija: razdalja med prvim in tretjim poganjkom (od leve) je 5,5 cm v naravi.

   Zgornja fotografija: ista razdalja meri na fotografiji 18 mm, povprečna sled kapljice na fotografiji pa 10 mm. Iz tega sledi:

   - povprečna dolžina sledi v naravi: 3 cm
   - povprečna hitrost: 7,5 m/s

   Če dijaki izberejo pri odčitavanju poganjke, ki so bliže skupaj, lahko dobijo (pri pravilnem postopku) rezultate, ki do 30 % odstopajo od navedenega rezultata (to pomeni, da je povprečna hitrost lahko v intervalu od 5 do 10 m/s). Pomembno je, da dijaki uporabijo pravilni razmislek pri določanju povprečne hitrosti. Tiste, ki se zavedajo napak pri odčitavanju in kako napako zmanjšamo, lahko posebej nagradimo ali pohvalimo.

4. $F_{upor} = F_g$

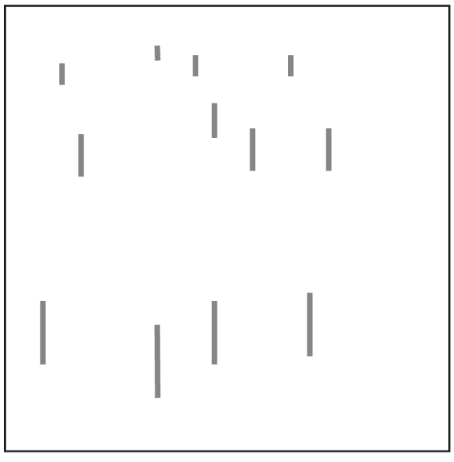


5. *Enakomerno pospešeno padanje kapljic:*

   a) Sledi kapljic bliže strehi bi bile krajše, proti tlom pa bi bile vse daljše; sledi kapljic na isti višini bi bile približno enake.

   b) Pri enakomerno pospešenem gibanju je hitrost telesa tem večja, čim večja je pot, ki jo je telo prepotovalo *(hitrost je sorazmerna korenu iz poti, če je telo v začetku mirovalo)*. Kapljica, ki se giblje z večjo hitrostjo, bo na fotografiji pustila daljšo sled.

   c)



1. DODATNA NALOGA

Iz fotografije lahko dobimo grobo oceno za premer kapljice: $2r = 1$ mm na fotografiji, kar pomeni 3 mm v naravi.

Ker se kapljica giblje enakomerno, mora biti sila zračnega upora enaka teži kapljice. Izračunamo prostornino kapljice, upoštevamo gostoto vode (10^3 kg m^{-3}) in dobimo oceno za silo upora 10^{-4} N.

2. DODATNA NALOGA

Iz izraza za F_u lahko silo upora ocenimo iz znane hitrosti padanja kapljice in premera kapljice, ki smo ga ocenili iz fotografije. Zopet dobimo za silo vrednost z velikostno stopnjo 10^{-4} N.

2.4 Enakomerno gibanje

Mirijam Pirc, Tehniški šolski center Nova Gorica

Kratek opis za učitelje	Dijaki analizirajo videoposnetke različnih gibanj tako, da narišejo ustrezne grafe in izračunajo strmino. Ob videoposnetkih mora biti napisan čas med posameznimi slikami in realna velikost nekega objekta, ki je na sliki, da lahko dijaki določijo merilo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • razumejo postopek analize stroboskopskega posnetka; • natančno odčitavajo vrednosti in urejeno zapisujejo podatke v tabelo; • razlikujejo koordinato x, premik Δx in opravljeno pot; • pri računanju uporabijo poenostavljena pravila za upoštevanje merskih napak pri osnovnih računskih operacijah in zapisu rezultata; • razumejo, kaj na grafu $s(t)$ pri enakomernem gibanju pomeni strmina premice.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki dobijo delovni list s slikami gibanja avtomobila, lahko pa sami posnamejo gibanje in prinesejo k pouku že pripravljene slike ter analizirajo gibanje.				
Priporočilo za izvedbo	Dijaki izvedejo vajo kot zgled pri obravnavi enakomernega gibanja.				
Čas za izvedbo	20 min	**Zahtevnost**	lahka	**Vključen eksperiment**	ne
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Slika 4: Pri vsakem poskusu moramo zelo resno razmisliti tudi o morebitnih nevarnostih.

Učni list za dijake

Enakomerno gibanje

Namen vaje: Izmerite hitrost avtomobila.

Potrebna oprema: posnetek gibanja avtomobila

Slika 5: Videoanaliza gibanja avtomobila. Čas med posameznimi posnetki je 0,16 s, dolžina avtomobila pa d = 3565 mm.

Nalogi:

1. Določite merilo in izračunajte, kolikšno pot je avto prepotoval v posameznem časovnem intervalu, in vrednosti vpišite v tabelo.
2. Narišite graf $s(t)$ in izračunajte strmino premice na grafu.

Potek dela:

Izmerite dolžino avtomobila na sliki in izračunajte merilo, če veste, da je dolžina avtomobila 3565 mm.

$d_{na\ sliki}$ =

d =

merilo:

$t(s)$	$s_{na\ sliki}$	$s(m)$
0		
0,16		
0,32		
0,48		
0,64		

Izberite si ustrezno točko na avtomobilu in izmerite pot na sliki $s_{na\ sliki}$, ki jo je avtomobil prepotoval v ustreznem času t. S pomočjo merila izračunajte pot s, ki jo je avto prepotoval. Čas med posameznimi slikami je 0,16 s. Dopolnite tabelo.
Narišite graf $s(t)$.

DODATNA NALOGA

Na grafu izberite dve točki, ki ležita na premici, in izračunajte strmino ($k = \Delta y/\Delta x$).
Katero količino predstavlja strmina premice na narisanem grafu?

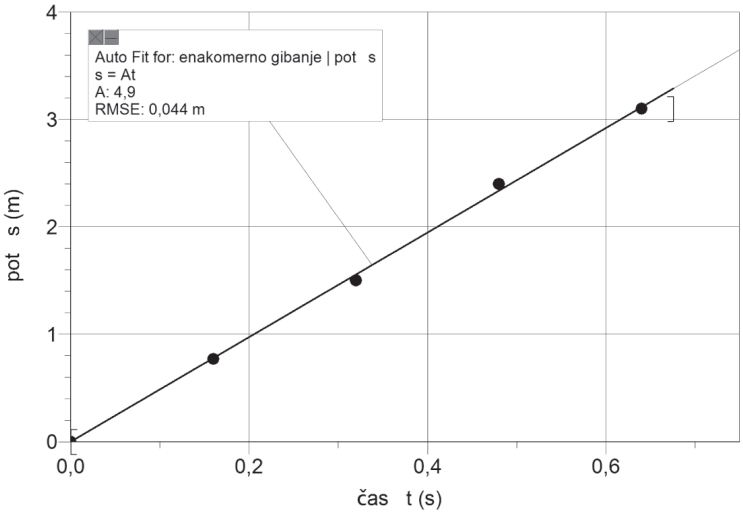
Priporočila za učitelje

Enakomerno gibanje

Podobne posnetke lahko dobimo tako, da z običajno kamero posnamemo gibanje. S pomočjo ustreznega programa (sama uporabljam Pinnacle Studio) izberemo zaporedne posnetke in jih prenesemo v Word (**Kopiraj-Prilepi**). V orodni vrstici **Slika** je treba izbrati ikono **Oblivanje z besedilom** in vrednost **Skozi**. Nato slike prekrivamo eno na drugo in jih ustrezno obrežemo z ukazom **Obreži** v orodni vrstici **Slika**.

Rešitve:

t(s)	s_s*(mm)*	*s(m)*
0	0	0
0,16	8	0,77
0,32	16	1,5
0,48	25	2,4
0,64	32	3,1



Strmina grafa je okoli 4,9 m/s (glejte enačbo v okviru na grafu), kar je 18 km/h.

2.5 Varnostna razdalja avtomobilov

Miroslav Cvahte, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Gradivo razvija zmožnosti opazovanja, kreativnega razmišljanja in sklepanja, hkrati pa daje nekaj uporabnih napotkov za varno vožnjo z avtomobilom. Pripravljeno je na dveh zahtevnostnih ravneh. Dijake, ki jih fizika posebej zanima, motiviramo, da preskočijo osnovno nalogo in takoj začnejo reševati dodatno nalogo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • razvijajo zmožnost naravoslovnega razmišljanja; • samostojno rešujejo probleme; • znanje fizike uporabljajo v vsakdanjem življenju.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki najprej samostojno odgovarjajo na vprašanja (približno 15 minut). Nato se posvetujejo s sošolcem (približno 10 minut). Med reševanjem lahko pokličejo učitelja, da pomaga z namigi. V zadnjem delu dijaki predstavijo pravilne rešitve, učitelj pa doda morebitne manjkajoče razlage.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto lahko izvedemo v prvem letniku, ko dijaki že poznajo enakomerno gibanje, lahko pa tudi v tretjem letniku, ko se nekateri že bližajo opravljanju vozniškega izpita.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	ne
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

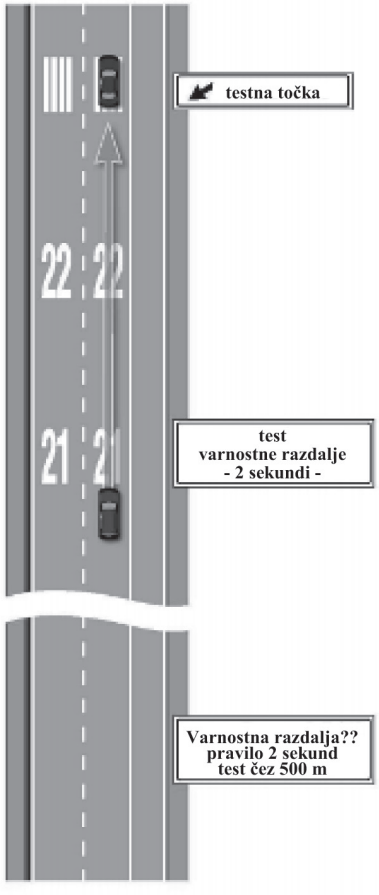
Slika 6: Policisti merijo varnostno razdaljo iz vozil, ki imajo vgrajen videonadzorni sistem Provida[1].

[1] *Vir: Varnostna razdalja. Informacije za novinarje. Ministrstvo RS za notranje zadeve (online). Dostopno na naslovu: http://www.mzp.gov.si/ (citirano: 15. 4. 2010).*

Učni list za dijake

Varnostna razdalja avtomobilov

Pomemben delež prometnih nesreč se zgodi zaradi premajhnih varnostnih razdalj med avtomobili. Ponekod v tujini že več kot desetletje s testnimi oznakami na avtocestah izobražujejo voznike, da si pridobijo občutek za pravilno varnostno razdaljo. Sedaj imamo take oznake tudi na naših avtocestah. Testno področje sestavljajo talne oznake in tri table z obvestili (glejte sliko).



Navodilo:

Najprej natančno preberite problem in poskusite vsaj na nekaj začetnih vprašanj odgovoriti samostojno (približno 15 minut). Nato se posvetujte s sošolcem (približno 10 minut). Med reševanjem lahko pokličite učitelja, da vam pove, ali razmišljate v pravi smeri, in vam pomaga z namigi.

Varnostna razdalja (VR) *je definirana kot* ***razdalja****, ki jo avtomobil pri hitrosti, s kakršno vozi, prevozi v dveh sekundah (velja za normalne vozne razmere).*

Definicija je povzeta iz 29. člena Zakona o varnosti cestnega prometa. Učitelj vam bo razložil celotno besedilo 29. člena, ki govori o razdalji med vozili.

OSNOVNA NALOGA

Naloge:

1. Sestavite tabelo za varnostno razdaljo *VR*[m] v odvisnosti od hitrosti *v*[km/h] za hitrosti od 40 do 140 km/h v korakih po 20 km/h.
2. Od katere fizikalne količine je odvisna takó definirana varnostna razdalja ?

   .....
3. Zakaj sta na cestišču zapisani številki 21 in 22?

   .....
4. * Napišite navodilo, kako na avtocesti, ki je narisana na sliki, ugotovimo, ali imamo dovolj veliko varnostno razdaljo. Razlaga naj bo taka, da bi jo razumeli skoraj vsi vozniki.

   .....

5. Kakšno kritično napako lahko napravi voznik, ki pri samotestiranju ugotovi, da ima premajhno varnostno razdaljo?

6. * Kako pa bi na cesti, kjer ni narisanih omenjenih talnih oznak, ugotovili, ali imamo dovolj veliko varnostno razdaljo?

*** ZAHTEVNEJŠA NALOGA (preskočite osnovno nalogo)**

Naloge:

7. * Napišite navodilo, kako na avtocesti, ki je narisana na sliki, ugotovimo, ali imamo dovolj veliko varnostno razdaljo. Razlaga naj bo taka, da bi jo razumeli skoraj vsi vozniki.

8. Kakšno kritično napako lahko napravi voznik, ki pri samotestiranju ugotovi, da ima premajhno varnostno razdaljo?

9. * Kako pa bi na cesti, kjer ni narisanih omenjenih talnih oznak, ugotovili, ali imamo dovolj veliko varnostno razdaljo?

10. * Zapišite fizikalno pravilno enačbo, s katero lahko izračunamo varnostno razdaljo *VR*. Kako pa bi čim bolj preprosto napisali napotek za računanje varnostne razdalje, da bi ga lahko uporabljali tudi tisti, ki so pozabili, kako se pretvarjajo enote?

11. ** Napišite napotek, s katerim bi lahko med vožnjo na hitro približno izračunali, koliko metrov mora biti naša varnostna razdalja, če vozimo z določeno hitrostjo (v km/h). Pravilo lahko daje približne ocene za varnostno razdaljo.

12. ** Predlagajte preprosto in poceni napravo, ki bi jo vgradili v avtomobile, da bi nam pomagala pridobiti občutek za pravilno varnostno razdaljo.

13. ** Načrtujte napravo, s katero bi lahko policisti merili, ali imajo vozniki ustrezno razdaljo do vozila pred seboj. Dva predloga: Videokamero ali ultrazvočni slednik bi namestili na nosilec obcestne svetilke nad cestiščem ali na nadvoz avtoceste. Pisno razložite delovanje naprave, ki ste si jo zamislili.

Priporočila za učitelje

Varnostna razdalja avtomobilov

Rešitve za osnovno nalogo:

1.

v [km/h]	40	60	80	100	120	140
VR [m]	22	33	44	56	67	78

2. Takó definirana varnostna razdalja je odvisna le od hitrosti.
3. Številki nas opozorita, da moramo začeti šteti »enaindvajset, dvaindvajset«, saj tako štetje traja približno 2 sekundi.
4. Ko pred nami vozeče vozilo prevozi oznako za testno točko, začnemo šteti v sekundnem taktu: enaindvajset, dvaindvajset. Če s svojim vozilom testno točko prevozimo ob izteku štetja dveh sekund ali kasneje, imamo ustrezno varnostno razdaljo. Če jo prevozimo prej kot v dveh sekundah, je naša varnostna razdalja premajhna.
5. Če voznik hoče z zaviranjem na hitro povečati razdaljo do vozila pred seboj, tvega, da se vanj zaleti voznik, ki vozi za njim. Razdaljo do vozila pred nami moramo povečevati postopoma.
6. Za testno točko si izberemo npr. prometni znak ali kaki drugi mirujoči predmet ob cesti, vse ostalo napravimo enako, kot je opisano v odgovoru 4.

Rešitve za zahtevnejšo nalogo:

7. Isto kot 4.
8. Isto kot 5.
9. Isto kot 6.
10. $VR = v \cdot t_V$, $t_V = 2$ s; to je fizikalno korektno zapisana enačba, ki velja za vse enote, npr. tudi za hitrost v miljah na uro. Za nefizike pa bi bila bolj uporabna »enačba« $VR = 2\ v\ /3{,}6 = v\ /1{,}8$, ob kateri bi zapisali, da moramo vstaviti vrednost hitrosti (v) v km/h, varnostno razdaljo VR pa dobimo v metrih.
11. Iz zgornje tabele ali iz »enačbe« $VR = v\ /1{,}8$ vidimo, da dobimo približno varnostno razdaljo v metrih tako, da vrednost hitrosti v km/h delimo z dva. Možne so tudi drugačne rešitve.
12. V avtomobile bi lahko vgradili napravo, ki bi bila sestavljena iz stikala, ki bi ga lahko pritisnili tako, da bi obe roki ostali na volanu. Po dveh sekundah bi naprava oddala nemoteč zvočni signal. Bolje bi bilo, če bi naprava oddala zvočni signal po eni sekundi in nato še po dveh sekundah. Poglejte točko (3) v 29. členu zakona. Možne so tudi drugačne rešitve.

Dijaki naj skupaj z učiteljem preučijo vse tri alineje 29. člena Zakona o varnosti cestnega prometa (6. 6. 2008).

29. člen, razdalja med vozili

(1) Voznik, ki vozi za drugim vozilom po istem prometnem pasu, mora voziti za njim na razdalji, ki ni manjša od razdalje, ki jo pri hitrosti, s kakršno vozi, prevozi v dveh sekundah (varnostna razdalja).

(2) Varnostna razdalja mora ne glede na vozne razmere omogočati:

- da lahko voznik zmanjša hitrost ali ustavi in s tem prepreči trčenje, če voznik, ki vozi pred njim, zmanjša hitrost ali ustavi;
- da se lahko voznik, ki prehiteva, varno vrne na izhodiščni prometni pas.

(3) Ne glede na prvi odstavek tega člena se, ob dobrih prometnih razmerah, kadar se oblikuje kolona, ki vozi z zmanjšano hitrostjo, varnostna razdalja lahko zmanjša, vendar ne sme biti manjša od razdalje, ki jo vozilo pri hitrosti, s kakršno vozi, prevozi v eni sekundi (minimalna varnostna razdalja).

Literatura:

1 *Varnostna razdalja. Informacije za novinarje. Ministrstvo RS za notranje zadeve (online). Dostopno na naslovu: http://www.mzp.gov.si/ (citirano: 15. 4. 2010).*

2.6 Prosto padanje in trk avtomobila

Mirijam Pirc, Tehniški šolski center Nova Gorica

Kratek opis za učitelje	Varnost v avtomobilih pri nižjih hitrostih testirajo tudi tako, da avto, opremljen s senzorji, dvignejo z dvigalom in spustijo na tla. Posnetki prostega padanja avtomobila so nastali v sodelovanju s Svetom za preventivo in vzgojo v cestnem prometu, policijo in Tehniškim šolskim centrom v Novi Gorici. Učitelji in dijaki so si ogledali test, vaši dijaki pa naj si ogledajo nekajsekundni videoposnetek. Videoanalizo preučijo dijaki pri pouku fizike in ob tem napravijo nekaj poučnih izračunov.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • razumejo postopek analize videoposnetka; • ponovijo in uporabljajo enačbe za pot, hitrost in pospešek pri enakomerno pospešenem gibanju; • pri dodatni nalogi uporabijo izrek o gibalni količini.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Za motivacijo učitelj pokaže dijakom film o omenjenem testu, dijaki pa nato individualno ali v dvojicah rešujejo učni list. Učitelj ob tem razloži postopek zajemanja podatkov s filma. Izračuni so poučni in pripomorejo k boljšemu razumevanju varnosti v cestnem prometu.				
Priporočilo za izvedbo	Učni list lahko uporabimo pri obravnavi gibanja kot primer prostega padanja, dodatno nalogo pa kot zanimiv primer uporabe izreka o gibalni količini.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	ne
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • videoposnetek *PADANJE IN TRK AVTOMOBILA. divx*.			

Slika 7: Posnetki prostega padanja avtomobila so nastali v sodelovanju s Svetom za preventivo in vzgojo v cestnem prometu, policijo in Tehniškim šolskim centrom v Novi Gorici.

Učni list za dijake

Prosto padanje in trk avtomobila

OSNOVNA NALOGA

Potrebna oprema: film prostega padanja avtomobila, učni listi z zaporednimi posnetki padanja in trka avtomobila

Priprava na vajo:

Dijakom pokažemo posnetek prostega padanja in trka avtomobila ter jim razložimo pripravo fotografije z zaporednimi posnetki. Zastavimo jim tudi motivacijsko vprašanje o testiranju trkov avtomobilov.

Slika 8: Čas med posameznimi posnetki je bil 0,16 sekunde. Pazite, prva slika padanja je komaj vidna.

Naloga:

1. Določite merilo slike, če veste, da je palica rdeče-bele barve dolga 140 cm.
2. S kolikšne višine so spustili avtomobil?
3. Ugotovite čas padanja avtomobila in preverite vrednost težnega pospeška.
4. S kolikšno hitrostjo je padel avto na tla?

*** DODATNA NALOGA**

Slika 9: Časovni presledki med posameznimi slikami so 0,04 sekunde, posnetki si sledijo od leve proti desni.

1. Približno ocenite, za koliko se je avto deformiral (skrajšal)?
2. * Ocenite trajanje trka in iz izreka o gibalni količini izračunajte povprečno silo, ki je delovala na avto med trkom, ter povprečno silo, s kakršno bi deloval varnostni pas na voznika pri podobnem trku.
3. * Komentirajte dobljene vrednosti v povezavi z varnostjo pri vožnji v cestnem prometu.

Priporočila za učitelje

Prosto padanje in trk avtomobila

Avtomobilska testiranja so najprej izvajali tako, da se je avto z ustreznimi senzorji vozil po tirnicah in se nato zaletel v togo oviro (nekdanji TV-oglas Hitrost ubija). Naslednja testiranja (pri nižjih hitrostih) so bila taka, da so avto s senzorji dvignili in ga spustili na tla. Tak test prikazuje film. V zadnjem času avto s senzorji miruje in vanj se zaleti toga prepreka.

Posnetki prostega padanja avtomobila so nastali v sodelovanju s Svetom za preventivo in vzgojo v cestnem prometu mestne občine, policijo in Tehniškim šolskim centrom v Novi Gorici. Koordinator tega projekta je bil učitelj na TŠC, ki tudi sicer skrbi za promocijo varnosti v cestnem prometu. Film so posneli sodelavci TŠC Nova Gorica, na posamezne posnetke pa so ga razdelili in nato »zlepili« dijaki pri uri informatike.

Na priloženi zgoščenki se nahaja nekajsekundni posnetek *PADANJE IN TRK AVTOMOBILA.divx*.

Podobne posnetke lahko napravimo tako, da z običajno kamero posnamemo gibanje. S pomočjo ustreznega programa (sama uporabljam Pinnacle Studio) izberemo želene slike in jih prenesemo v word (**Kopiraj-Prilepi**). V orodni vrstici **Slika** je potrebno izbrati ikono **Oblivanje z besedilom** in vrednost **Skozi**. Nato slike prekrivamo eno nad drugo in jih ustrezno obrežemo z orodjem **Obreži** v orodni vrstici **Slika**.

Rešitve:

OSNOVNA NALOGA

1. Merilo 6 mm .... 1,4 m.
2. in 3. Čas padanja avtomobila je 1,44 s, pot, ki jo prepotuje pa 10,0 m. Iz tega izračunamo pospešek prostega padanja 9 m/s^2.
4. Hitrost, s katero avto udari ob tla, je približno 14 m/s $\approx$ 50 km/h.

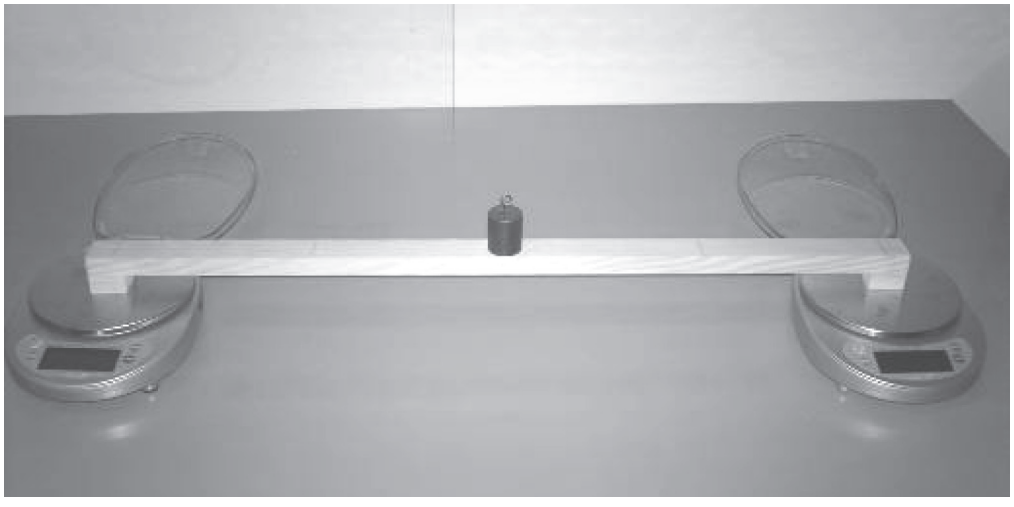
DODATNA NALOGA

1. Približno 0,6 m.
2. Ocenjen čas trka je 0,1 sekunde, sila na avtomobil z maso 1000 kg je približno 140 kN, sila na voznika z maso 80 kg pa je okrog 11 kN.
3. Sila na človeka je ogromna, kljub temu da hitrost ni velika (dovoljena hitrost v naseljih). Ta trk je podoben trku avtomobila ob togo oviro ali drevo, ki se velikokrat konča s smrtnim izidom.

2.7 Ravnovesje navorov

Gorazd Planinšič, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana

Kratek opis za učitelje	V nalogi dijaki eksperimentalno določajo neznani sili na telo, ki je v ravnovesju, ter primerjajo meritve s predhodno postavljenimi napovedmi. Osnovna naloga je sestavljena iz treh korakov, katerih zahtevnost se postopno povečuje. Uspešno reševanje osnovne naloge pomaga dijakom pri reševanju dodatne naloge.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • uporabljajo osnovne merilne naprave; • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • ponovijo in uporabijo definicijo navora; • zapišejo in znajo uporabiti izrek o ravnovesju navorov; • pri računanju uporabijo poenostavljena pravila za upoštevanje merskih napak pri osnovnih računskih operacijah in zapisu rezultata.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Priporočamo izvajanje vaje v parih ali skupinah. Da dijaki rezultate najprej napovedo in šele potem izvedejo poskuse, dosežemo tako, da jim damo potrebno opremo (npr. uteži) po tem, ko napovedo rezultat. Priporočljivo je, da dijaki vsak korak izvedejo do konca, preden gredo na naslednji korak.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo definicijo za navor in znajo določiti ročico sile kot razdaljo med nosilko sile in osjo.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 10: Alternativna izvedba poskusa, ki jo je predlagala in preizkusila Ivanka Toman.

Delovni list za dijake

Ravnovesje navorov

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: razumevanje fizikalnih konceptov (ravnovesje sil in navorov), uporaba osnovnih merilnih naprav, razumevanje natančnosti pri merjenjih.

Potrebna oprema: dve enaki tehtnici (natančnost odčitavanja vsaj 5 g), lesena letev (na letvi je s črto označena sredina in na vsako stran razdalji, ki sta oddaljeni za 14 cm in 28 cm od sredine), uteži (dve 100 g in ena 50 g), dva podstavka za letev (enaka koščka lesa ali dve bateriji), plastelin.

Naloga:

Osnovna naloga je sestavljena iz treh korakov, katerih zahtevnost se postopno povečuje. Pri vsakem koraku boste najprej napovedali izid meritve in šele nato meritev izvedli. Na koncu vsakega koraka boste primerjali izmerjene in napovedane vrednosti in poskusili razjasniti morebitna odstopanja med njimi. Uspešno reševanje osnovne naloge vam bo pomagalo pri reševanju dodatne naloge, ki je nekoliko zahtevnejša. Način reševanja dodatne naloge je enak kot pri osnovni nalogi.

Potek dela:

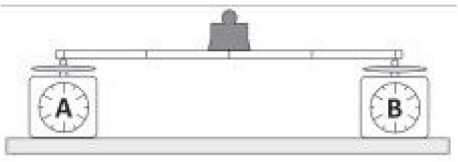
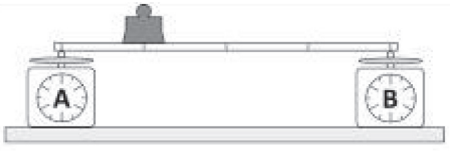
Stehtajte letev. m = ...

Tehtnici postavite na mizo tako, da sta vzporedni z robom mize, njuni središči razmaknjeni približno za 56 cm in da sta skali obeh tehtnic obrnjeni proti vam. Na sredino vsake tehtnice položite majhen valj (npr. baterijo) in ga prilepite na tehtnico s koščkom plastelina. Valja bosta služila kot podstavka, na katera boste položili letev. Levo tehtnico označimo z A, desno pa z B.

Najprej v drugem stolpcu obkrožite odgovor, ki pravilno napoveduje, kako se bo spremenil odčitek posamezne tehtnice glede na prejšnje stanje (+ : povečal, O : ostal enak, − : zmanjšal); nato napovejte številčno vrednost odčitka na posamezni tehtnici.

Ali se vaša napoved ujema z meritvijo? V primeru, da se ne ujema, poskusite ugotoviti, v čem je bil vaš prvotni razmislek napačen. Opišite svoje razmišljanje v četrti stolpec.

Izvedba poskusa	**#Napovejte rezultate meritev.**	**Zapišite izmerjene količine.**	**##Razjasnite odstopanja med meritvami in napovedmi.**
1. Letev postavite na tehtnici tako, da bosta skrajni oznaki na sredini tehtnic. 	tehtnica A: + O − tehtnica B: + O − m_A = m_B =	m_A = m_B =	

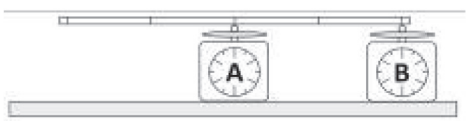
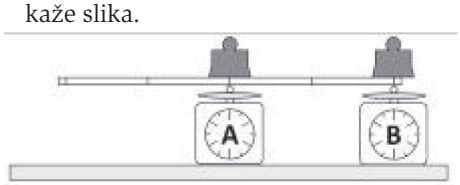
2. Na sredino letve postavite utež za 100 g. 	tehtnica A: + O − tehtnica B: + O − m_A= m_B=	m_A= m_B=	
3. Utež premaknite za eno oznako v levo, kot kaže slika. 	tehtnica A: + O − tehtnica B: + O − m_A= m_B=	m_A= m_B=	

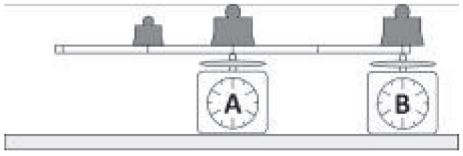
*** DODATNA NALOGA**

Tehtnici postavite na mizo tako, da sta vzporedni z robom mize, njuni središči razmaknjeni približno za 28 cm in da sta skali obeh tehtnic obrnjeni proti vam.

Najprej v drugem stolpcu obkrožite odgovor, ki pravilno napoveduje, kako se bo spremenil odčitek posamezne tehtnice glede na prejšnje stanje (+ : povečal, O : ostal enak, − : zmanjšal); nato napovejte številčno vrednost odčitka na posamezni tehtnici.

Ali se vaša napoved ujema z meritvijo? V primeru da se ne ujema, poskusite ugotoviti, v čem je bil vaš prvotni razmislek napačen. Opišite svoje razmišljanje v četrti stolpec.

Izvedba poskusa	**#Napovejte rezultate meritev.**	**Zapišite izmerjene količine.**	**##Razjasnite odstopanja med meritvami in napovedmi.**
4. Letev postavite na tehtnici tako, kot kaže slika (sredina letve je nad sredino tehtnice A). 	tehtnica A: + O − tehtnica B: + O − m_A= m_B=	m_A= m_B=	
5. Na letev postavite dve uteži za 100 g, kot kaže slika. 	tehtnica A: + O − tehtnica B: + O − m_A= m_B=	m_A= m_B=	

6. Na letev postavite še utež za 50 g, kot kaže slika.  	tehtnica A: + O − tehtnica B: + O − m_A = m_B =	m_A = m_B =	

7. Za izvedene tri poskuse DODATNE NALOGE narišite skice z označenimi količinami, zapišite pogoje za ravnovesje in iz njih izračunajte mase, ki naj bi jih izmerili na obeh tehtnicah.

8. Primerjajte izračunane in izmerjene vrednosti v posameznih poskusih ter navedite nekaj glavnih razlogov za morebitna odstopanja.

Priporočila za učitelje

Ravnovesje navorov

Izberite letev, ki bo kar se da homogena in dovolj debela, da se ne bo pod težo uteži upogibala. Letev naj bo dovolj široka, da uteži stabilno stojijo na njej. Pri drugi nalogi letev postavimo tako, da se ne prekucne v levo. To dosežemo tako, da težišče letve pomaknemo za milimeter ali dva proti tehtnici B. Izmerjene vrednosti se lahko razlikujejo od izračunanih za 10 % ali manj.

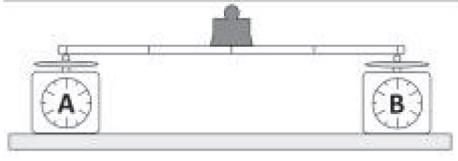
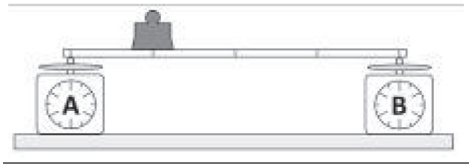
Priporočamo izvajanje vaje v parih ali skupinah. Da dijaki rezultate najprej napovedo in šele potem izvedejo poskuse, dosežemo tako, da jim damo potrebno opremo (npr. uteži) po tem, ko napovedo rezultat. Priporočljivo je, da dijaki vsak korak izvedejo do konca, preden gredo na naslednji korak.

Če ni na voljo dovolj tehtnic, lahko učitelj izvede poskus pred razredom, dijaki pa izpolnjujejo učne liste. V tem primeru je treba besedilo učnih listov na nekaterih mestih ustrezno spremeniti.

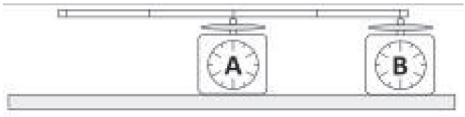
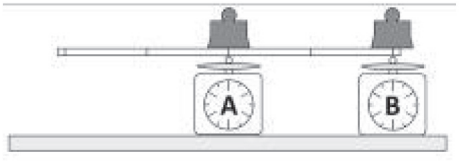
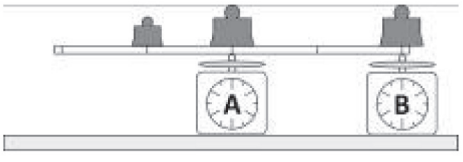
Če se izkaže, da je natančnost vaših tehtnic premajhna za predlagane mase, uporabite uteži z večjimi masami.

Rešitve:

Masa letve m = 100 g.

1. Letev postavite na tehtnici tako, da bosta skrajni oznaki na sredini tehtnic. 	tehtnica A: + tehtnica B: + m_A = 50 g m_B = 50 g	m_A= m_B=	
2. Na sredino letve postavite utež za 100 g. 	tehtnica A: + tehtnica B: + m_A = 100 g m_B = 100 g	m_A= m_B=	
3. Utež premaknite za eno oznako v levo, kot kaže slika. 	tehtnica A: + tehtnica B: − m_A = 125 g m_B = 75 g	m_A= m_B=	

Rešitve DODATNE NALOGE:

4. Letev postavite na tehtnici tako, kot kaže slika (sredina letve je nad sredino tehtnice A). 	tehtnica A: + tehtnica B: O $m_A = 100$ g $m_B = 0$g	$m_A =$ $m_B =$	
5. Na letev postavite dve uteži za 100 g, kot kaže slika. 	tehtnica A: + tehtnica B: + $m_A = 200$ g $m_B = 100$ g	$m_A =$ $m_B =$	
6. Na letev postavite še utež za 50 g, kot kaže slika. 	tehtnica A: + tehtnica B: − $m_A = 275$ g $m_B = 75$ g	$m_A =$ $m_B =$	

7. Za izvedene tri poskuse DODATNE NALOGE narišite skice z označenimi količinami, zapišite pogoje za ravnovesje in iz njih izračunajte mase, ki naj bi jih izmerili na obeh tehtnicah.

> M = velika masa (100 g), m = mala masa (50 g), m_L = masa letve (100 g), a = razdalja med podporama, N_A = sila na tehtnico A (ustreza odčitku m_A) , N_B = sila na tehtnico B (ustreza odčitku m_B)

Os postavimo v točko nad tehtnico B.

4. $m_L g \cdot a - N_A \cdot a = 0 \Rightarrow N_A = m_L g$, $m_A = m_L = 100$ g
5. ravnovesje navorov: $m_L g \cdot a + Mg \cdot a - N_A \cdot a = 0 \Rightarrow N_A = (m_L + M)g$, $m_A = m_L + M = 200$ g

   ravnovesje sil: $m_L g + 2Mg = N_A + N_B \Rightarrow N_B = 2Mg + m_L g - N_A = Mg$, $m_B = M = 100$ g
6. ravnovesje navorov: $mg \cdot 3a/2 + m_L g \cdot a + Mg \cdot a - N_A a = 0 \Rightarrow$ $N_A = (3\text{m}/2 + m_L + M)g$, $m_A = 3\text{m}/2 + m_L + M = 275$ g

   ravnovesje sil: $mg + m_L g + 2M = N_A + N_B \Rightarrow$ $N_B = (m + m_L + 2M)g - N_A = (M - m/2)g$, $m_B = M - m/2 = 75$ g

2.8 Ohranitev gibalne količine pri trku kroglic

Peter Gabrovec, Gimnazija Bežigrad

Kratek opis za učitelje	Pri vaji dijaki preverjajo ohranitev gibalne količine pri trku dveh kroglic. Poskusa ne izvedejo sami, temveč analizirajo gibanje kroglic na podlagi slike, ki ponazarja razmere pri dejanskem poskusu. Dijaki izmerijo premike kroglic v danem času, od tod izračunajo hitrosti in velikosti gibalne količine ter z grafičnim seštevanjem vektorjev gibalne količine preverijo ohranitev gibalne količine pri trku.				
Cilji	Dijaki pri vaji preizkusijo veljavnost ohranitve gibalne količine pri trku v ravnini.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Vajo izvajajo dijaki samostojno z uporabo delovnih listov.				
Priporočilo za izvedbo	Vajo lahko izvedemo na koncu obravnave poglavja o gibalni količini. Tudi če sicer ne obravnavamo trkov v ravnini, lahko s to vajo pokažemo uporabnost gibalne količine pri obravnavi trkov v ravnini, saj pri njej uporabimo le preprostejšo grafično metodo seštevanja vektorjev, kot jo poznajo že od obravnave sil.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	ne
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Učni list za dijake

Ohranitev gibalne količine pri trku kroglic

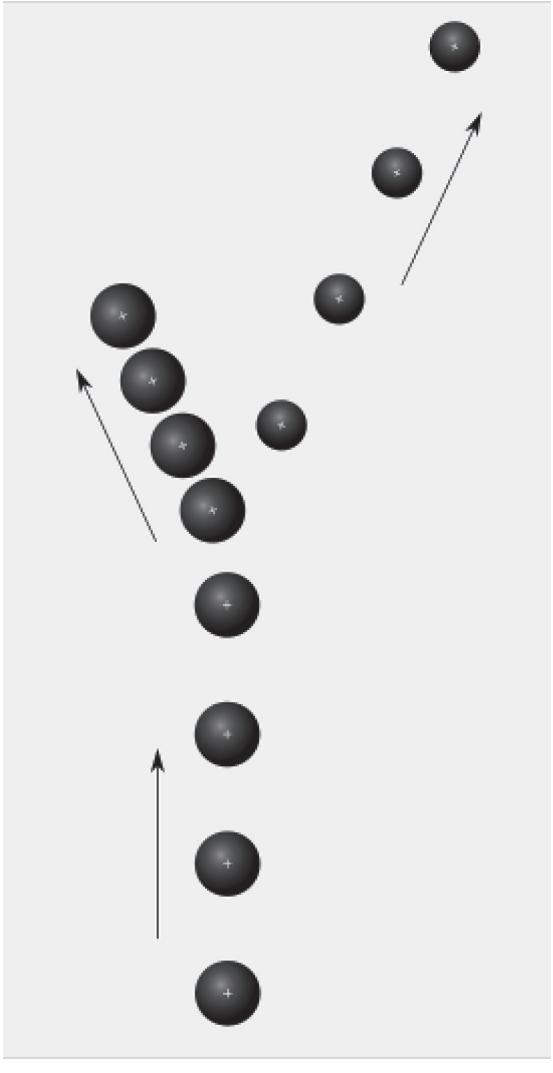
Potrebna oprema: slika kroglic med trkom, ravnilo, trikotnik

Naloga:

Preverite, ali se pri trku kroglic na sliki ohranja vektorska vsota gibalnih količin obeh kroglic.

Potek dela:

Slika kaže v naravni velikosti zaporedne posnetke trka dveh kroglic v časovnih razmikih 0,04 sekunde. Gibajoča se kroglica z maso 2,0 g je trčila v lažjo mirujočo kroglico z maso 1,0 g.



Slika 11: Slika kroglic med trkom

1. Iz slike določite hitrosti obeh kroglic pred trkom in po njem. Hitrosti lahko izračunate iz razdalj med kroglicami in podanim časom med zaporednima slikama kroglic.
2. Izračunajte gibalno količino težje kroglice pred trkom.
3. Izračunajte še velikost gibalne količine za obe kroglici po trku.
4. Gibalna količina je vektor, ki kaže v smeri gibanja. Določite smer gibanja posamezne kroglice pred trkom in po njem tako, da povežete središča ustreznih kroglic.
5. Iz istega izhodišča narišite vektorja gibalnih količin obeh kroglic po trku. Smeri vektorjev gibalne količine so enake smeri gibanja kroglic. Dolžina vektorjev predstavlja njihovo velikost. Za risanje izberite primerno merilo, da vektorji ne bodo premajhni.
6. Narisana vektorja gibalne količine grafično seštejte. Dobljeno vsoto gibalne količine po trku primerjajte po smeri in velikosti z gibalno količino težje kroglice pred trkom. Ali se gibalna količina pri opazovanem trku ohranja?

Priporočila za učitelje

Ohranitev gibalne količine pri trku kroglic

Dijake je treba opozoriti, da si prihranijo prostor ob sliki za risanje vektorjev, saj smeri z uporabo geometrijskega orodja ni možno prenašati na drug list. Meritve in račune naj zapišejo na hrbtno stran ali na drug list.

Rezultati:

Pri računu upoštevamo, da so slike v naravni velikosti.

Hitrost težje kroglice pred trkom: 0,43 m/s.

Hitrost težje kroglice po trku: 0,23 m/s.

Hitrost lažje kroglice po trku: 0,46 m/s.

Gibalna količina težje kroglice pred trkom: $8{,}5 \cdot 10^{-4}$ kgm/s.

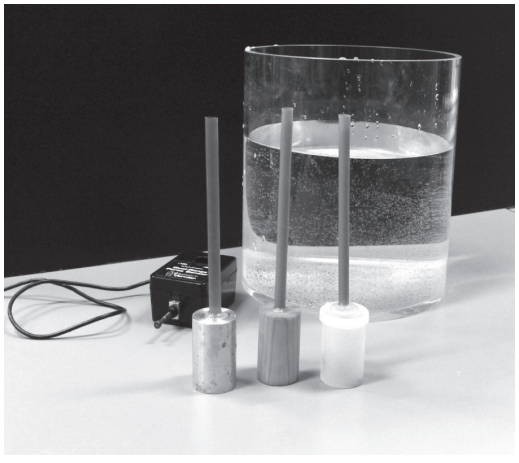
Gibalna količina težje kroglice po trku: $4{,}7 \cdot 10^{-4}$ kgm/s.

Gibalna količina lažje kroglice po trku: $4{,}3 \cdot 10^{-4}$ kgm/s.

2.9 Sile na potopljeno telo

Gorazd Planinšič, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana

Kratek opis za učitelje	Poskuse izvajamo s tremi enako velikimi valji iz različnih snovi. Valje obesimo na silomer in jih potapljamo v vodo. Dijaki napovedo, kako se spreminja sila, ki jo kaže silomer. Poskus ponovimo z Vernierjevim merilnikom sile. Dijaki primerjajo svoje napovedi z merskimi rezultati.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno opazujejo in sklepajo; • rezultat poskusa napovedo grafično; • ponovijo in uporabijo definicijo vzgona; • zapišejo in znajo uporabiti izrek o ravnovesju sil; • izmenjavajo mnenja v skupini; • utemeljujejo svoje odločitve.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki najprej napovedo izid poskusa, potem svoje rezultate primerjajo s sošolcem in uskladijo mnenja. Svojo odločitev primerjajo z izmerjenimi grafi. S pomočjo posnetih grafov izračunajo silo vzgona, prostornino merjenca in odgovorijo na vprašanja.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo vzgon.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • 3 datoteke programa Logger Pro (cmbl), • 3 videoposnetki (wmv).			



Slika 12: Vajo lahko v omejenem obsegu izvedemo s preprosto eksperimentalno opremo, v celoti pa z računalniško vodeno meritvijo.

Učni list za dijake

Sile na potopljeno telo

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: razumevanje fizikalnih konceptov (vzgon, ravnovesje sil), uporaba osnovnih merilnih naprav

Potrebna oprema: valj iz aluminija, valj iz lesa, filmski lonček, slamice, oprema za računalniško vodeno meritev (računalnik, silomer), klasični silomer (druga možnost), prozorna posoda z vodo

Priprava na vajo:

V naslednji nalogi boste morali najprej napovedati, kako se med poskusom spreminja sila, ki jo izmeri silomer pri potapljanju treh različnih valjev v vodo. Poskus vam bo pokazal učitelj.

Napovedi boste podali v obliki grafov. Koordinatni sistem naj bo izbran tako, da so navzdol usmerjene sile pozitivne, sile, ki pritiskajo navzgor, pa negativne. Upoštevajte, da vsak valj na začetku in na koncu kratek čas miruje (najprej zunaj vode, na koncu pa potopljen pod vodo).

V prvem delu naloge nas ne bo zanimalo, kolikšne so dejanske vrednosti sil in dejanske vrednosti časov, zato ni merila na oseh.

Zanima nas oblika grafa:

- ali se sila s časom povečuje, zmanjšuje ali se ne spreminja in
- kdaj je sila negativna in kdaj pozitivna.

Večji del naloge zahteva samostojno delo, del naloge pa boste reševali v parih, skupaj s sosedom. Upoštevajte navodila učitelja in navodila, ki so zapisana v besedilu naloge.

Samostojno delo – 1. del

Pri risanju grafov uporabljajte kemični svinčnik ali nalivnik.

1. Napovejte, kako se bo med poskusom z aluminijastim valjem sila na silomer spreminjala s časom. Svojo napoved podajte v obliki grafa, ki ga vrišete v spodnji koordinatni sistem.

2. Napovejte, kako se bo med poskusom z lesenim valjem sila na silomer spreminjala s časom. Svojo napoved podajte v obliki grafa, ki ga vrišete v spodnji koordinatni sistem.

3. Napovejte, kako se bo med poskusom z vodnim valjem sila na silomer spreminjala s časom. Svojo napoved podajte v obliki grafa, ki ga vrišete v spodnji koordinatni sistem.

ČE STE KONČALI Z RISANJEM, POČAKAJTE NA NADALJNJA UČITELJEVA NAVODILA.

Delo v paru

S sosedom primerjajta napovedi grafov in se pogovorita o morebitnih razlikah. Če ste med pogovorom spremenili vašo prvotno napoved, narišite nove grafe, ki kažejo:

- časovno spreminjanje sile pri potapljanju aluminijastega valja,
- časovno spreminjanje sile pri potapljanju lesenega valja,
- časovno spreminjanje sile pri potapljanju vodnega valja.

Učitelj vam bo razdelil liste, na katerih so prikazani izmerjeni grafi za opisane tri poskuse. S sosedom primerjajta izmerjene grafe z grafi, ki sta jih napovedala pred tem, in na kratko opišita morebitna glavna odstopanja.

Glavna odstopanja med napovedmi in meritvami:

.....

ČE STE KONČALI Z DELOM V PARU, NADALJUJTE VSAK ZASE Z REŠEVANJEM NALOG, KI SLEDIJO.

Samostojno delo – 2. del

Na podlagi podatkov, ki jih dobite iz izmerjenih grafov, odgovorite na naslednja vprašanja.

4. Zapišite mase valjev. Vrednosti zaokrožite na 10 g natančno.

   Aluminijasti valj: m_{al} = ...g

   Leseni valj: m_{les} = ...g

   Vodni valj: m_{voda} = ...g

5. Zapišite silo vzgona, ki je delovala na vsakega od valjev, ko je bil popolnoma potopljen. Vrednosti zaokrožite na 0,1 N natančno.

   Aluminijasti valj: F_{v_al} = ...N

   Leseni valj: F_{v_les} = ...N

   Vodni valj: F_{v_vodni} = ...N

6. Iz vrednosti, ki ste jih zapisali v prejšnjem vprašanju, izračunajte prostornine vseh treh valjev. Upoštevajte, da je gostota vode enaka 1g/cm^3. Vrednosti zaokrožite na 10 cm^3 natančno.

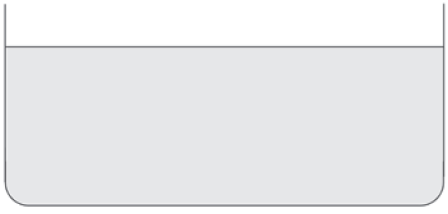
   Aluminijasti valj: V_{al} = ...cm^3

   Leseni valj: V_{les} = ...cm^3

   Vodni valj: V_{vodni} = ...cm^3

7. Ocenite, s kolikšno enakomerno hitrostjo smo spuščali aluminijasti valj med poskusom. Premer osnovne ploskve aluminijastega valja je 31 mm.

8. Spodnja slika kaže kad z vodo, v katero potapljamo valje. Na sliko vrišite približno lego lesenega valja ob času, ko je silomer izmeril silo 0 N.



9. Predstavljajte si, da bi vodni valj potopili v olje na enak način, kot smo to storili pri potapljanju v vodo. Kakšna bi bila videti oblika grafa v tem primeru?

   A. Podobna grafu, ki smo ga dobili pri potapljanju aluminijastega valja v vodo.

   B. Podobna grafu, ki smo ga dobili pri potapljanju lesenega valja v vodo.

   C. Podobna grafu, ki smo ga dobili pri potapljanju vodnega valja v vodo.

Priporočila za učitelje

Sile na potopljeno telo

Dijakom pokažemo tri enako velike valje. Prvi je iz lesa, drugi iz aluminija, tretji pa je filmski lonček s tankimi plastičnimi stenami, ki je napolnjen z vodo (t. i. vodni valj). Za zadnji valj lahko privzamemo, da ima enako gostoto kot voda. Če je potrebno, lahko z dodajanjem koščkov žice v lonček dosežemo, da je njegova povprečna gostota res enaka gostoti vode, vendar učence (vsaj na začetku naloge) s temi podrobnostmi ne obremenjujemo.

Na vsakega od valjev je prilepljena lahka slamica, ki služi za pritrditev valjev na silomer (s klasičnim silomerom se moramo omejiti le na poskusa z aluminijastim in vodnim valjem, saj meri le sile, ki silomer raztegujejo). Dijakom povemo, da bomo z vsakim od valjev izvedli poskus po korakih, ki so opisani spodaj. Ob razlagi korakov izvajamo poskus, toda brez zajemanja meritev. Če nimamo na voljo opreme, lahko pokažemo videoposnetek poskusa. Dijakom pokažemo vse tri poskuse (z aluminijastim, lesenim in vodnim valjem).

Razlaga, ki spremlja izvedbo poskusov:

- Preden pritrdimo izbrani valj na silomer, postavimo silomer v navpično lego (kot bo kasneje pri meritvi) in nastavimo ničlo. Silomer torej kaže 0, ko nanj ne deluje nobena sila.
- Izbrani valj pritrdimo prek lahke slamice na silomer.
- Silomer držimo tako, da je valj nekaj centimetrov nad vodno gladino.
- Poženemo meritev.
- Silomer z valjem še nekaj sekund držimo nad gladino, nato pa ga počasi, s kar se da stalno hitrostjo potapljamo v vodo tako, da je na koncu valj povsem potopljen. Silomer in valj zdaj zopet mirujeta.
- Meritev končamo.

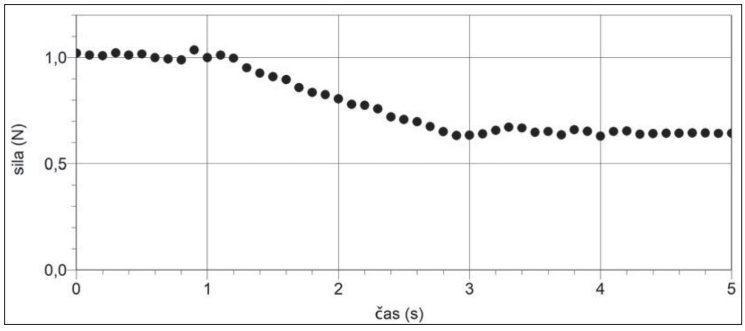
Pozoren opazovalec bo na slikah z izmerjenimi grafi opazil drobne nepravilnosti pri prehodu med nagnjenimi in ravnimi deli grafov. Te so posledica sil zaradi površinske napetosti. Ker so nepravilnosti majhne, ne bi smele vplivati na uspešnost reševanja nalog, lahko pa jih vključimo kot dodatno vprašanje za bolj motivirane dijake ali pri delu v krožku. Če želite, pa lahko vpliv površinske napetosti zmanjšate tako, da vodi dodate kapljico tekočega mila.

V primeru da učitelj nima na voljo opreme za izvedbo poskusa oziroma da mu čas ne dopušča eksperimentalne izvedbe, lahko pokaže posnetek poskusa in razdeli izmerjene grafe. Posnetki poskusa, izmerjeni grafi in datoteke z originalnimi meritvami (Vernier) so sestavni del tega gradiva.

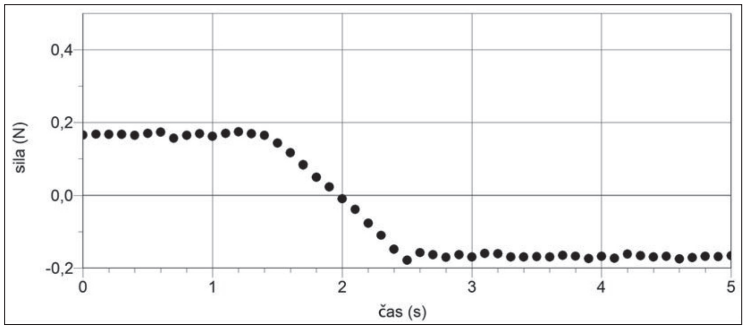
Ne glede na to, ali kažemo v živo ali pa posnetke, pa je pomembno, da pokažemo vse tri poskuse. Čeprav so poskusi na videz povsem podobni, je pomembno, da dijaki vidijo vse tri potopljene predmete.

Zamisel za poskus, na katerem sem zasnoval nalogo, sem našel v zbirki *Interactive Lecture Demonstrations* avtorjev D. Sokoloffa in R. Thorntona.

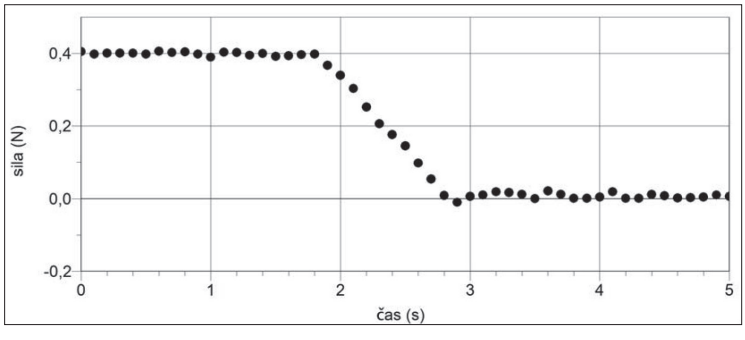
Rešitve:



Graf za aluminijasti valj



Graf za leseni valj



Graf za vodni valj

Samostojno delo – 2. del, rešitve

Na podlagi podatkov, ki jih dobite iz izmerjenih grafov, odgovorite na naslednja vprašanja.

4. Zapišite mase valjev:

   Aluminijasti valj: $m_{al} = 100$ g

   Leseni valj: $m_{les} = 20$ g

   Vodni valj: $m_{voda} = 40$ g

5. Zapišite silo vzgona, ki je delovala na vsakega od valjev, ko je bil popolnoma potopljen.

   Aluminijasti valj: $F_{v_al} = 0{,}4$ N

   Leseni valj: $F_{v_les} = 0{,}4$ N

   Vodni valj: $F_{v_vodni} = 0{,}4$ N

6. Iz podatkov, ki ste jih zapisali v prejšnjih dveh vprašanjih, izračunajte prostornine vseh treh valjev. Upoštevajte, da je gostota vode enaka 1g/cm^3.

   Aluminijasti valj: $V_{al} = 40$ cm^3

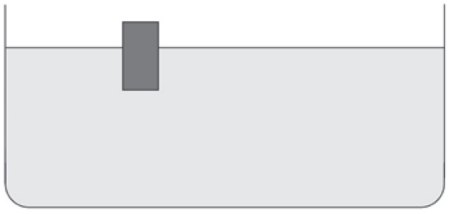
   Leseni valj: $V_{les} = 40$ cm^3

   Vodni valj: $V_{vodni} = 40$ cm^3

7. Ocenite, s kolikšno enakomerno hitrostjo smo spuščali aluminijasti valj med poskusom. Premer osnovne ploskve aluminijastega valja je 31 mm.

$$S = \pi r^2 = 7{,}5\,\text{cm}^2 \Rightarrow h = \frac{V_{al}}{S} = 5{,}3\,\text{cm}; \Delta t \approx 1{,}8\,\text{s} \Rightarrow v = \frac{h}{\Delta t} = 3\,\text{cm/s}$$

8. Spodnja slika kaže kad z vodo, v katero potapljamo valje. Na sliko vrišite približno lego lesenega valja ob času, ko je silomer izmeril silo 0 N.



9. Predstavljajte si, da bi vodni valj potopili v olje na enak način, kot smo to storili pri potapljanju v vodo. Kakšna bi bila videti oblika grafa v tem primeru?

   A. Podobna grafu, ki smo ga dobili pri potapljanju aluminijastega valja v vodo.

   B. Podobna grafu, ki smo ga dobili pri potapljanju lesenega valja v vodo.

   C. Podobna grafu, ki smo ga dobili pri potapljanju vodnega valja v vodo.

2.10 Tlak v tekočinah

Ivanka Toman, Tehniški šolski center Kranj

Kratek opis za učitelje	Za izvedbo dijaških eksperimentov potrebujemo veliko preproste opreme, ki jo pred uro pripravimo v banjice. Tudi opremo za demonstracijske poskuse pripravimo pred izvedbo ure. Dijaki pri uri aktivno sodelujejo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • uporabljajo preprosto eksperimentalno opremo; • spoznavajo pomen eksperimenta pri preverjanju fizikalnih zakonitosti; • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • ponovijo definicijo tlaka; • znajo opisati, kako merimo tlak; • vedo, da je težni tlak tekočine odvisen od višine stolpca tekočine.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Izmenično: demonstracijski poskusi in delo v skupinah Učitelj izvaja demonstracijske poskuse, dijaki v skupinah po štiri izvajajo eksperimente, opisujejo in razložijo dogajanje.				
Priporočilo za izvedbo	Učno uro izvedemo kot prvo v učni enoti Tlak v tekočinah. Dijaki osvežijo znanje iz osnovne šole.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	lahka	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Slika 13: Pri vaji potrebujemo veliko preproste opreme (slika: Vera Brezar).

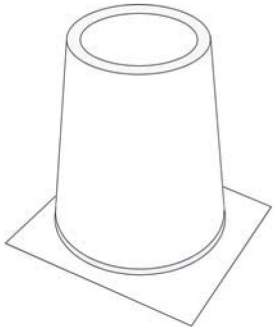
Učni list za dijake

Tlak v tekočinah

Namen vaje: razumevanje fizikalnih konceptov (zračni tlak, hidrostatični tlak), samostojna izvedba preprostih poskusov.

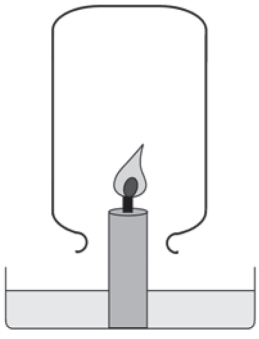
Naloge:

Poskus 1: Zračni tlak



V kozarec nalijte vodo do polovice, kozarec pokrijte s kartonom in obrnite. Kaj se zgodi? Opišite, pojasnite dogajanje.

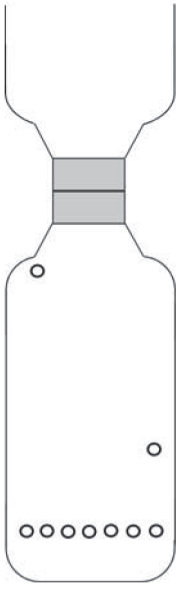
Poskus 2: Goreča sveča



Svečo, ki stoji v vodi, pokrijte s kozarcem. Pozorno opazujte nivo vode v kozarcu in opišite dogajanje (tudi po tem, ko sveča ugasne). Znate razložiti dogajanje?

Poskus 3: Tlak v tekočini

V plastenko boste nalili vodo. Na sliko narišite, kako bo iztekala voda iz luknjic.



Eden od dijakov naj z rokami pokrije luknjice na spodnji plastenki, drugi dijak napolni plastenko z vodo. Pozorno opazujte iztekajoče curke in jih vrišite v sliko na naslednji strani.

V kateri smeri izteka voda iz zgornje luknjice 1 in kaj lahko sklepamo iz tega?

.....

Opišite razliko iztekanja vode iz luknjic 2 in 4?

Kaj povzroči to razliko?

.....

Kako izteka voda iz luknjic 3 in 4? Utemeljite odgovor.

.....

Katero količino predstavlja sila vode na steno posode?

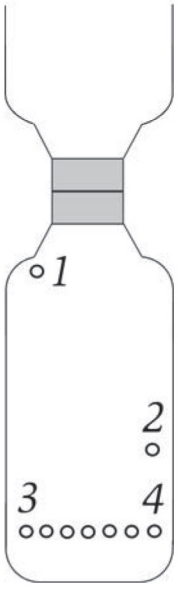
.....

Kaj sklepate o tlaku na različnih višinah?

.....

Kaj sklepate o tlaku na isti višini?

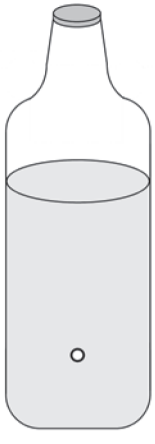
.....

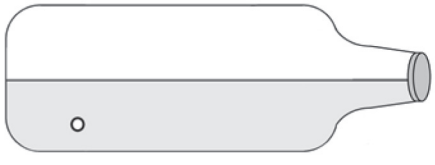


Poskus 4: Steklenica z luknjico

V steklenico natočite vodo do vrha in jo zaprite z zamaškom. Ali voda še izteka skozi luknjico? Pojasnite dogajanje.

.....





Steklenico počasi obrnite iz navpične lege v vodoravno. Pozorno opazujte dogajanje ob luknjici. Kaj se dogaja med obračanjem steklenice? Zakaj je tako?

.....

Priporočila za učitelje

Tlak v tekočinah

Dijaki poskuse že poznajo, pa jih vseeno radi delajo. Pri izvajanju ure se prepletajo demonstracijski poskusi in poskusi, ki jih izvajajo dijaki v skupini.

Poskus 1

Oprema za eno skupino:	*Dodatna demonstracijska oprema za učitelja:*
trd plastični kozarec	trd plastični kozarec z luknjico na dnu
karton	(najprej luknjico zapremo, potem dvignemo prst in voda odteče)
voda	

Pri prvem poskusu dijaki v kozarce nalijejo različne količine vode. Ko kozarec pokrijejo s kartonom in obrnejo, voda ne izteče. Učitelj izvede poskus s kozarcem z luknjico na dnu. Ko prst umakne z luknjice, voda izteče iz kozarca.

Vir: *Brenda Walpole (prevod Janez Ferbar) (1990). Zrak. Murska sobota: Pomurska založba, str. 15.*

Poskus 2

Oprema za eno skupino:	*Dodatna demonstracijska oprema za učitelja:*
petrijevka	napajalnik za ptice
odrezana plastenka	napajalnik za čebele
sveča	igrače, ki se pritrdijo na steklo
vžigalice	Magdeburška krogla
obarvana voda	barometer (vremenska postaja)
	kapljevinski manometer
	aneroidni barometer

Po drugem poskusu, ki ga izvedejo dijaki, sledi demonstracijski poskus z Magdeburško kroglo. Učitelj predstavi naprave za merjenje tlaka in razloži vrednost normalnega zračnega tlaka p_0.

Vir: *Branko Beznec [et al.] (1998). Poskusi s plastenkami. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 58.*

Poskus 3

Oprema za eno skupino:	*Dodatna demonstracijska oprema za učitelja:*
plastenka z luknjicami	Pascalova krogla

Pri tretjem poskusu dijaki ugotavljajo, da voda izteka pravokotno na steno posode in da je domet spodnjega curka najdaljši. Hitrost iztekanja tekočine narašča z globino.

Vir: *Branko Beznec [et al.] (1998). Poskusi s plastenkami. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, str. 18.*

Poskus 4

Oprema za eno skupino:	*Dodatna demonstracijska oprema za učitelja:*
steklenica z luknjico	/

Pri obračanju steklenice iz navpične v vodoravno lego dijaki opazijo, da zrak vstopa v steklenico (tri do pet mehurčkov). Luknjica je bliže gladini vode, zato tlak pada in vstopa zrak. Če steklenico ponovno postavimo v navpično lego, izteče nekaj kapljic vode. Luknjica v steklenici je lahko premera do 6 mm.

2.11 Nitno nihalo

Ruben Belina, Gimnazija Ledina, Ljubljana

Kratek opis za učitelje	Dijaki raziskujejo vplive na nihajni čas nitnega nihala. Prek vaje vpeljemo enačbo za lastni nihajni čas nitnega nihala. Za osnovno nalogo zadošča ena šolska ura, z dodatnimi nalogami pa dijaki naredijo vajo v dveh šolskih urah. Težavnost oz. število ciljev lahko izbirajo. Če dijake delimo na skupine, lahko druga skupina izvaja vajo *Vzmetno nihalo* in skupini druga drugi predstavita svoje delo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno uporabljajo učbenik; • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • spoznajo osnovne pojme za opis nihanja; • spoznajo lastnosti nitnega nihala; • ugotovijo, kako je nihajni čas nitnega nihala odvisen od dolžine vrvice; • se naučijo linearizirati korensko (kvadratno) funkcijsko zvezo, če izvedejo dodatno zahtevno nalogo.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo eksperimentalno vajo samostojno ali v dvojicah. Dvojice naj bodo sestavljene tako, da dijaki, ki delajo skupaj, izberejo enake naloge.				
Priporočilo za izvedbo	Eksperimentalno vajo izvedemo kot uvodno uro v nihanje, lahko pa navodila priredimo za uporabo pri aktivnem delu po skupinah, kar je primerno, če želimo, da dijaki opravijo le osnovno nalogo.				
Čas za izvedbo	2 uri	**Zahtevnost**	več ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Slika 14: Nitno nihalo s spremenljivo dolžino

Učni list za dijake

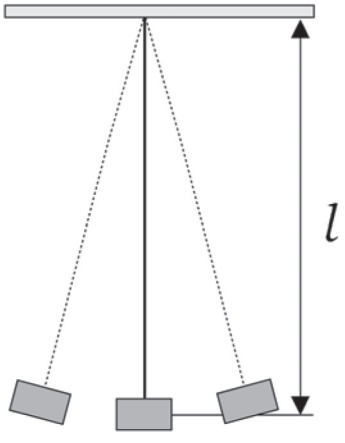
Nitno nihalo

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: Spoznati količine, s katerimi opišemo nihanje in ugotoviti, kako dolžina vrvice, masa uteži in amplituda vplivajo na nihajni čas nitnega nihala.

Odgovorite na naslednja vprašanja (pomagajte si z učbenikom):

1. Kaj je nihajni čas?
2. Kaj je frekvenca?
3. Kaj je ravnovesna lega, kaj je skrajna lega in kaj je odmik nihala?
4. Kaj je amplituda?



Potrebna oprema: stojalo, vrvica, nekaj uteži, ravnilo, geo-trikotnik, štoparica

Navodilo:

Utež obesite na vrvico, odmaknite in spustite, da začne nihati (glej sliko).

Napotek: Pri vsakem merjenju izmerite čas za nekaj nihajev (5–10) in izračunajte nihajni čas.

- Izmerite, kako vpliva na nihajni čas kot, za katerega vrvico odmaknemo od ravnovesne lege, preden spustimo utež.
- Izmerite, kako vpliva na nihajni čas masa uteži.
- Izmerite, kako vpliva na nihajni čas dolžina nihala.

Na osnovi opravljenih meritev odgovorite še na naslednja vprašanja:

5. Kakšna je zveza med nihajnim časom in maso? (Opišite z besedami.)
6. Kakšna je zveza med nihajnim časom in dolžino? (Enačbo najdete v učbeniku.)
7. Kakšna je zveza med nihajnim časom in kotom? (Opišite z besedami.)

*** DODATNA NALOGA**

V knjigi boste našli enačbo za nihajni čas nitnega nihala, v kateri je tudi težni pospešek. Svoje meritve uporabite tako, da boste težni pospešek določili čim natančneje.

**** NITNO NIHALO – ZAHTEVNEJŠA NALOGA**

Namen: Izdelajte nitno nihalo, ki ima lastni nihajni čas 1,00 sekunda.

Pri nitnem nihalu lahko spreminjamo dolžino vrvice *(l)*, amplitudo nihanja *(s_0)*, maso uteži *(m)*. Masa na nihajni čas ne vpliva, amplituda pa vpliva zelo malo, dokler so od-

klonski koti majhni. Če čas dopušča, je priporočljivo, da naredite nekaj meritev pri različnih kotih (DODATNA NALOGA). Zato poskuse delajte tako, da nihalo odklonite od ravnovesne lege za majhen kot. Ugotovite, kakšna je odvisnost nihajnega časa od dolžine vrvice. Narišite grafa $t_0(l)$ in $t_0^2(l)$.

Zapišite matematično zvezo med nihajnim časom in dolžino vrvice. Če imate težave, si pomagajte s knjigo ali prosite učitelja za pomoč.

Na osnovi ugotovitev napovejte, kakšno mora biti nihalo, da bo njegov nihajni čas točno ena sekunda. Naredite takšno nihalo in preizkusite pravilnost napovedi s poskusom.

Nihalo lahko uporabimo za merjenje časa, pri čemer štetje nihajev ustreza štetju časovnih enot. Ugotovite, kako natančno bi vaše sekundno nihalo merilo čas, če bi nihalo ves dan. Ali bi bila napaka večja kot 5 minut?

Priporočila za učitelje

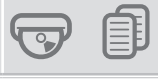
Nitno nihalo

1. Osnovna naloga je namenjena seznanjanju z temeljnimi pojmi: ravnovesna lega, skrajna lega, odmik, amplituda, nihajni čas, frekvenca. Zaradi preprostosti pojmov lahko dijaki pri tej tematiki delajo z literaturo – učbenikom ali priročnikom. V tem primeru je morda bolje, da dobijo pripravljene kopije strani iz učbenika, na katerih so pojmi le razloženi, enačb za nihajni čas pa ni.
2. Vaja je primerna za delo v dvojicah in traja eno do dve šolski uri. Če bo vaja trajala samo eno šolsko uro, je njen obseg lahko skrčen. Učitelj na primer dijakom v naprej pove, da mora biti amplituda majhna in da masa nihala ne vpliva na nihajni čas. Če čas dopušča, naj dijaki to ugotovijo sami.
3. Dijaki naj narišejo graf $t_0(l)$. (OSNOVNA NALOGA)
4. Linearizacija grafa je za dijake težko razumljiva in jo je bolje obdelati z vsakim parom posebej, lahko pa učitelj to naredi tudi frontalno. Če se dijaki linearizacije še niso naučili, bo uspelo z manjšimi namigi linearizirati graf verjetno le nekaterim dvojicam, ostali pa potrebujejo natančnejša navodila. Zadošča tudi kvalitativen opis zvez.
5. Dijaki, ki ugotovijo, kakšna je zveza med nihajnim časom in dolžino, lahko iz enačbe za nihajni čas, ki jo dobijo po opravljeni dodatni nalogi, izračunajo še težni pospešek. (DODATNA NALOGA)
6. Da bo imelo nihalo nihajni čas 1 sekunda in v enem dnevu ne bo naredilo večje napake kot 5–10 minut, mora imeti dolžino 248 mm, določeno na 2 mm natančno. O natančnosti meritev in točnosti ur je najbolje razpravljati v manjših skupinah.
7. Najpogostejše težave in napake, ki se pojavljajo pri tej vaji:
   - Dijaki ne merijo dolžine do težišča, ampak do konca vrvice.
   - Število meritev je premajhno, da bi lahko narisali ustrezen graf, ali pa je razpon meritev premajhen (ko je nihalo najdaljše, mora biti dolžina vsaj štirikrat večja od najmanjše).
   - Pri dodajanju uteži (spreminjanje mase) obešajo dijaki uteži drugo pod drugo in s tem večajo tudi dolžino nihala.
   - Dijaki merijo nihajni čas le za en nihaj in imajo preveliko mersko napako.

   Na opisane možne težave lahko učitelj dijake opozori v naprej, lahko pa nanje opozori šele med delom, saj se na tovrstnih napakah dijaki naučijo, na kaj je treba biti pozoren pri eksperimentiranju, ob pogovoru z učiteljem pa lahko sami ugotovijo, kakšno napako so naredili in kako jo lahko odpravijo.

2.12 Nihalo na vijačno vzmet

Ruben Belina, Gimnazija Ledina, Ljubljana

Kratek opis za učitelje	Dijaki raziskujejo vplive na nihajni čas vzmetnega nihala. Prek vaje vpeljemo enačbo za lastni nihajni čas vzmetnega nihala. Za osnovno nalogo in dodatno nalogo 1 zadošča ena šolska ura, z dodatnimi nalogami pa dijaki naredijo vajo v dveh šolskih urah. Težavnost oz. število ciljev lahko izbirajo. Če dijake delimo na skupine, lahko druga skupina izvaja vajo *Nitno nihalo* in skupini druga drugi predstavita svoje delo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno uporabljajo učbenik; • spoznajo osnovne pojme za opis nihanja; • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • spoznajo lastnosti nihala na vijačno vzmet; • ugotovijo, kako je nihajni čas vzmetnega nihala odvisen od mase uteži; • se naučijo linearizirati korensko funkcijsko zvezo (dodatna zahtevna naloga).				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo eksperimentalno vajo samostojno ali v dvojicah. Lahko opravijo osnovno nalogo in (ali) več dodatnih nalog. Dijaki, ki pridejo do ustreznih ugotovitev, le-te kasneje predstavijo sošolcem.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto lahko izvedemo kot uvodno uro v nihanje.				
Čas za izvedbo	2 uri	**Zahtevnost**	več ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Slika 15: Eksperimentalna oprema za samostojno delo dijakov

Učni list za dijake

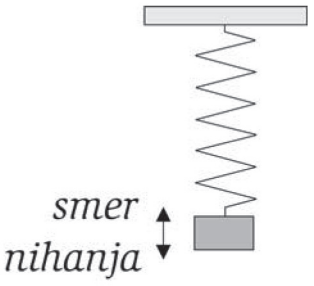
Nihalo na vijačno vzmet

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: Ugotovite, kaj vse vpliva na nihajni čas nihala na vijačno vzmet, in analizirajte, kakšne so zveze med posamezno spremenljivko in nihajnim časom.

Možne spremenljivke:

- amplituda nihanja,
- masa uteži (OBVEZNO),
- prožnostni koeficient vzmeti.



Poskus: Nihalo sestavite iz vzmeti in uteži, kot kaže slika.

UVODNA NALOGA (za prvo srečanje z nihanjem)

Z besedami opišite in pojasnite naslednje pojme: *nihalo, nihanje, nihaj, nihajni čas, ravnovesna lega, skrajna lega, odmik nihala, amplituda, frekvenca nihanja.*

Potek dela: Izmerite nihajni čas nihala pri različnih amplitudah. Ugotovitev zapišite. Nato spreminjate maso uteži in izmerke vnesite v preglednico.
Namig: Natančnost meritev lahko precej povečate, če merite čas večjega števila nihajev.

Narišite graf odvisnosti nihajnega časa od mase uteži in opišite njegovo obliko. Uporabite približno deset različnih uteži. Največja masa naj bo veliko večja od najmanjše (vsaj desetkrat).

** **DODATNA NALOGA 1**

Graf $t_o(m)$ linearizirajte in zapišite zvezo v obliki enačbe.

* **DODATNA NALOGA 2**

Odvisnost nihajnega časa od vzmeti raziščete tako, da isto utež obešate na različne vzmeti. Za vsako vzmet je treba določiti tudi koeficient prožnosti k. Narišite graf $t_o(k)$ in zopet poiščite matematično zvezo med spremenljivkama.

Priporočila za učitelje

Nihalo na vijačno vzmet

Vaja je standardna, primerna za uvodno uro v poglavje o nihanju. Zaradi korenske zveze med nihajnim časom in maso se ob njej dijaki lahko naučijo (ali utrdijo) linearizirati preprosto funkcijsko zvezo.

2.13 Dušeno nihanje

Ruben Belina, Gimnazija Ledina, Ljubljana

Kratek opis za učitelje	Ob samostojnem eksperimentiranju dijaki spoznajo, kako se amplituda nihala zmanjšuje zaradi dušenja. Primerjajo grafa časovne odvisnosti amplitude za različno močno dušenje. Dijaki lahko izberejo dodatno nalogo in spoznajo časovno odvisnost energije. Višja raven je za dijake, ki jih veseli matematika. Ti se naučijo zapisati zvezo z enačbo in določijo koeficient dušenja za izmerjene primere.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • samostojno ugotavljajo zveze med spremenljivkami; • povezujejo kvalitativne ugotovitve s kvantitativnim – matematičnim zapisom zvez med spremenljivkami.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo eksperimentalno vajo v dvojicah.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo osnovne pojme o nihanju in lastnosti nihal.				
Čas za izvedbo	2 uri	**Zahtevnost**	več ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Slika 16: Pripomočki za analizo dušenega nihanja

Učni list za dijake

Dušeno nihanje

OSNOVNA NALOGA

Naloga:

Ugotovite, kako se zmanjšuje amplituda mehanskega težnega nihala s časom, in primerjajte grafa $s_0(t)$ za šibko in močno dušenje.

Mehanska nihala zaradi zunanjih vplivov izgubljajo energijo in se ustavljajo.

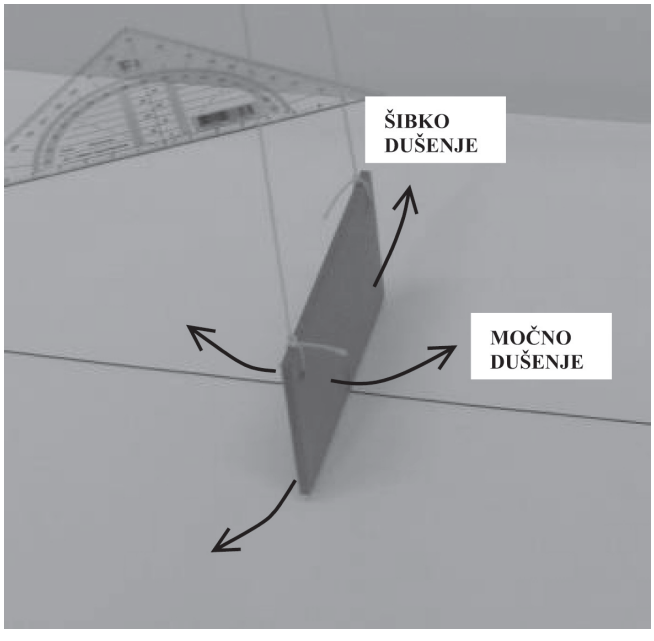
Uporabite nihalo, ki lahko niha z različnim dušenjem. Zapisujte si amplitude nihala po vsakem nihaju (ali po več nihajih, če se amplituda spreminja zelo počasi) in narišite graf $s_0(t)$. Pri merjenju amplitude lahko odčitavate amplitudo nihala z ravnila, ki leži tik pod nihalom, bolj enostavno pa je, če pod nihalo prilepite list papirja, označite ravnovesno lego in s svinčnikom označujete skrajne lege kar na papir. Amplitude merite vsaj toliko časa, da se zmanjšajo na četrtino začetne amplitude. Ponovite meritve še za drugačno dušenje in vrišite grafe v iste diagrame kot prej. Kakšen je časovni potek nihanja?

DODATNA NALOGA 1

Narišite še grafa $W(t)$, ki kažeta, kako se spreminja energija nihala pri močnem in pri šibkem dušenju. W je celotna energija nihala, ki je vsota kinetične in potencialne energije nihala.

**** DODATNA NALOGA 2**

Izmerjene zveze med količinami, ki jih kažejo zgornji grafi, lahko zapišemo tudi matematično. Kratko razlago najdemo v učbeniku ali priročniku (npr. Priročnik elementarne fizike, str. 88). Iz grafa določite koeficient dušenja β.



Slika 17: Dva načina nihanja

Priporočila za učitelje

Dušeno nihanje

Laboratorijsko vajo izvajajo dijaki v parih. Vajo izdelajo v dveh šolskih urah. Težavnost lahko izbirajo.

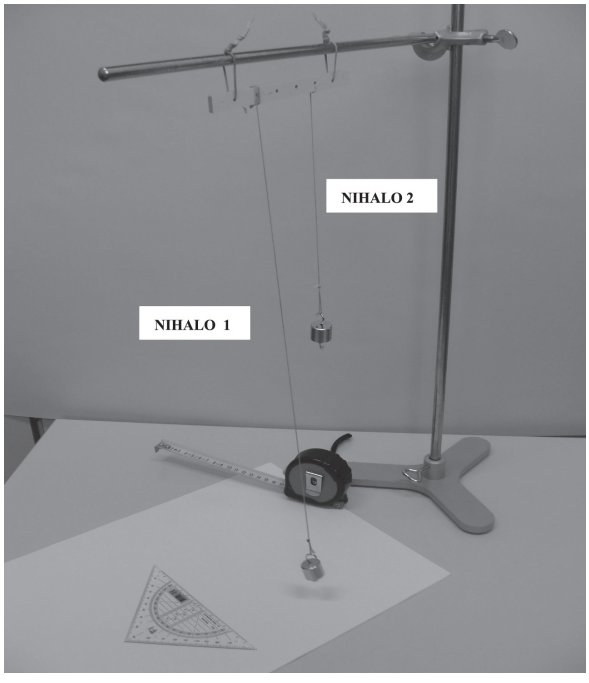
Preprosto nihalo za primerjanje bolj ali manj dušenega nihanja naredimo iz debelega, trdega kartona. V dve oglišči naredimo z luknjačem luknji, da karton privežemo na vrvico. Nihalo naj bo dolgo približno 50 cm. Vrvico obesimo in prilepimo z lepilnim trakom na debelejšo, vodoravno postavljeno stativno palico. Nihalo lahko niha tako, da je zračni upor zelo majhen, ali tako, da je velik.

Če dijake delimo na skupine, lahko druga skupina izvaja vajo *Vsiljeno nihanje*, nato pa skupini druga drugi predstavita svoje delo.

2.14 Vsiljeno nihanje in resonanca

Ruben Belina, Gimnazija Ledina, Ljubljana

Kratek opis za učitelje	Ob samostojnem eksperimentiranju dijaki spoznajo odziv nihala pri vsiljevanju nihanja z različnimi frekvencami in narišejo resonančno krivuljo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno eksperimentirajo in sklepajo; • ugotovijo, da je pri vsiljenem nihanju amplituda tem večja, čim bližje je frekvenca vsiljevanja lastni frekvenci nihala; • spoznajo resonančno krivuljo.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo eksperimentalno vajo v dvojicah.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo osnovne pojme v zvezi z nihanjem in lastni nihajni čas nihal.				
Čas za izvedbo	2 uri – vključno s predstavitvami	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 18: Nihalo 1 vsiljuje nihanje nihalu 2, dijaki pa merijo amplitudo nihala 2.

Učni list za dijake

Vsiljeno nihanje in resonanca

OSNOVNA NALOGA

Potrebna oprema: stojalo, letev z vrvicami, uteži, ravnilo, štoparica

Naloga:

Ugotovite, kako se nihalo odziva, če mu vsiljujemo nihanje z različnimi frekvencami.

Palico, ki naj meri 10 do 30 cm, obesite v dve vrvni zanki na stojalo tako, da bo visela v vodoravni legi (slika na prejšnji strani). Na palico s še dvema vrvicama obesite dve uteži. Drugo nihalo naj visi na vrvici, ki sega približno do polovice višine od mize do palice in naj ima pri vseh meritvah enako dolžino. Prvo nihalo naj na začetku sega skoraj do mize. Med meritvami dolžino tega nihala večkrat skrajšate.

Prvo nihalo, kateremu spreminjate dolžino, zanihajte z določeno amplitudo, ki naj bo pri vseh meritvah približno enaka. Nihali sta sklopljeni, zato vplivata drugo na drugega. Opazujte nihanje drugega nihala ter čim bolj natančno izmerite in zapišite največjo amplitudo, ki jo to nihalo doseže. Poskus ponovite pri različnih dolžinah prvega nihala – večjih in manjših, kot je dolžina drugega nihala. Meritve vpišite v preglednico in jih uporabite za risanje grafa amplitude drugega nihala s_{o2} v odvisnosti od dolžine prvega nihala l_1.

Kaj lahko povemo o odzivu nihala na vsiljevanje nihanja?

Kaj pomeni pojem 'resonanca'?

DODATNA NALOGA

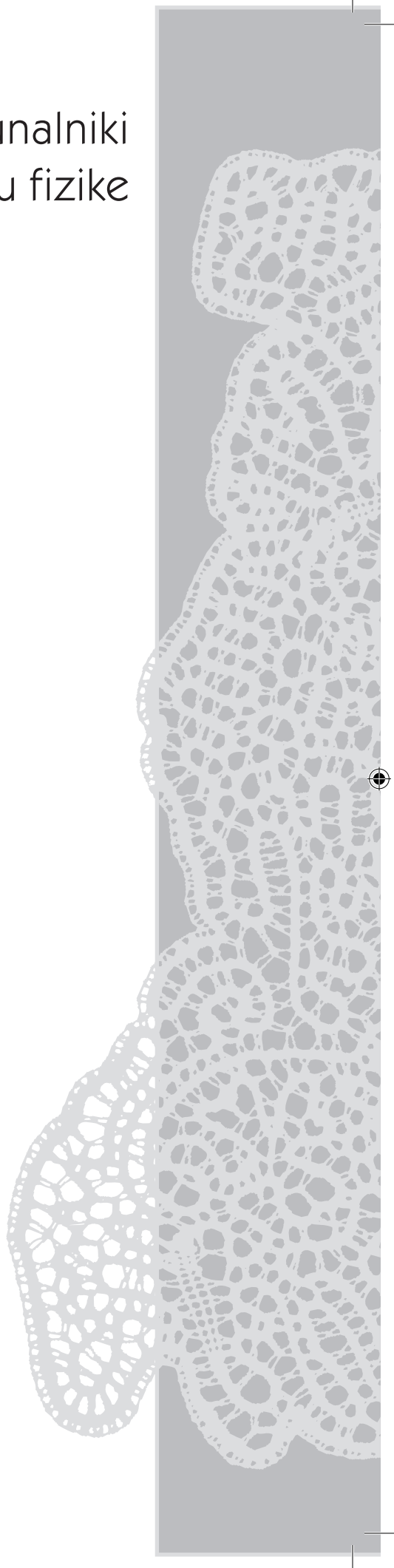
Izračunajte lastne frekvence prvega nihala pri različnih dolžinah in jih vpišite v preglednico. To so frekvence, s katerimi prvo nihalo drugemu vsiljuje nihanje. Narišite graf, ki kaže odvisnost amplitude drugega nihala s_{o2} od frekvence vsiljevanja ν. Na abscisi označite lastno frekvenco drugega nihala, torej tistega, ki ima stalno dolžino. Krivulja, ki jo dobite, se imenuje resonančna krivulja.

Priporočila za učitelje

Vsiljeno nihanje in resonanca

Za eksperiment uporabimo dve sklopljeni nihali. **Ena od možnih izvedb je na sliki, bolje pa je, da je utež prvega nihala težja od uteži drugega.** Če dijake delimo v skupine, lahko druga skupina izvaja vajo *Dušeno nihanje* in skupini druga drugi predstavita svoje delo.

Računalniki pri pouku fizike



3.1 Dve možnosti uporabe Vernierovega programa Logger Pro

Miroslav Cvahte, Zavod RS za šolstvo

Dve zanimivi orodji, ki ju lahko uporabljajo dijaki doma brez vmesnika in senzorjev, sta videoanaliza gibanj in risanje diagramov z močno matematično podporo.

Vse gimnazije imajo kupljeno uradno različico programa Logger Pro, zato lahko po licenčnih pogojih napravijo poljubno število kopij programa za učitelje in dijake šole.

Ob namestitvi Logger Pro 3.1 naj dijaki naložijo tudi program Quick Time, ki se nahaja na priloženi zgoščenki, osnovno različico Logger Pro 3.1 pa naj nato posodobijo prek spletne strani *http://www.vernier.com/tech/lpupdates.html*. Trenutno je v uporabi različica Logger Pro 3.8.2.

3.1.1 Videoanaliza gibanj

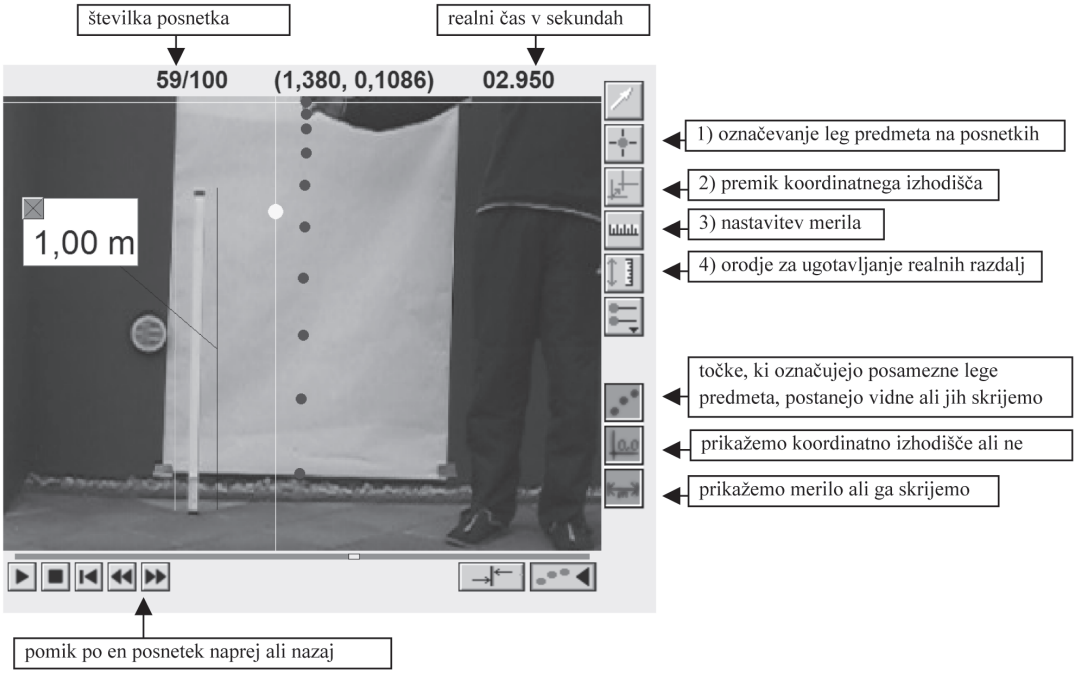
Za kratke projektne naloge lahko dijaki z domačimi digitalnimi fotoaparati posnamejo nekajsekundne videofilme poljubnih gibanj. Uporabni so skoraj vsi domači digitalni fotoaparati.

Za demonstracije pri pouku pa so primernejše spletne kamere (cena manj kot 50 EUR), ki jih priključimo kar na USB vhod računalnika. Posnetek poskusa se preko programa Logger Pro prenese na trdi disk računalnika in takoj lahko naredimo videoanalizo gibanja. V osnovnem meniju programa izberemo **Insert** in možnost **Video Capture**, vse ostalo pa naredimo tako, kot je opisano v nadaljevanju spodaj.

Najpreprostejši način videoanalize

Najučinkoviteje je, če vse naslednje napotke sproti preizkušamo s programom **Logger Pro**. V ta namen je na priloženi zgoščenki *DATOTEKA ZA VAJO_gibanje vozicka.avi*.

- Datoteko s posnetkom filma presnamemo na trdi disk računalnika. Večina fotoaparatov snema v videoformatu ».avi«. Logger Pro prepozna tudi filme s končnico .mov, .mpeg, .wav ...
- Nato poženemo program Logger Pro in v osnovnem meniju izberemo **Insert** in možnost **Movie**, ter poiščemo želeno datoteko. Pod posnetkom spodaj desno kliknemo na ikono za videoanalizo gibanja . Ob tem se na desni strani slike odpre navpični meni z ikonami:



Slika 19: Osnovna orodja za videoanalizo posnetkov

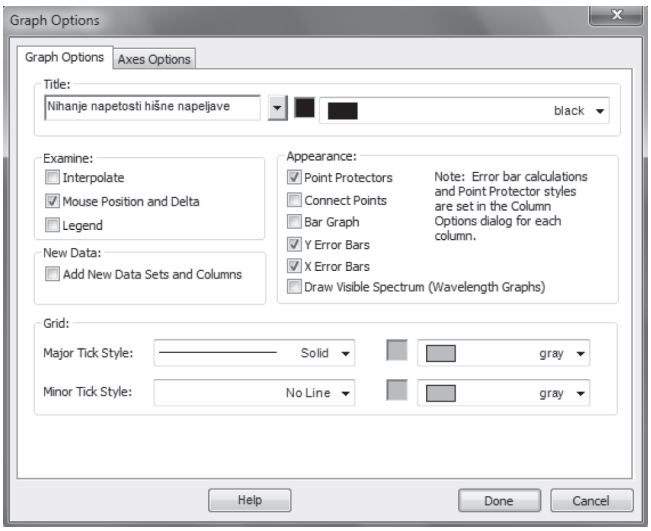
- Z ukazi za pomik videoposnetka (pod sliko levo) premaknemo posnetek do tistega dela, ki ga želimo analizirati.
- Vključimo orodje 3) za nastavitev merila in s kazalcem miške potegnemo črto ob merilno palico na posnetku. Ob vsakem snemanju moramo namreč postaviti v vidno polje predmet z znano dolžino za določanje razdalj, najbolje metrsko palico (glejte sliko 19, ki kaže analizo prostega padanja žogice).
- Vključimo orodje 2) premik koordinatnega izhodišča. Koordinatni sistem narišemo tako, da postavimo kazalec miške na želeno točko in kliknemo z levo tipko. Zasučemo pa ga lahko, če s kazalcem ob pritisnjeni levi tipki primemo krogec, ki kaže smer osi x.
- Vključimo orodje 1) za označevanje lege predmeta na posameznih posnetkih. Po označitvi program samodejno pomakne videofilm na naslednji posnetek.
- Ko se gibanje, ki nas zanima, konča, izberemo kazalec in s tem prekinemo označevanje leg. Tega ne smemo pozabiti, saj sicer ob naključnem kliku dodamo k prejšnjim meritvam še eno, ki je navadno povsem nesmiselna.
- Ob vsaki označitvi lege predmeta program ugotovi x in y koordinati predmeta na zaslonu, ju glede na dano merilo preračuna v realne razdalje ter v tabelo zapiše trenutni čas in obe koordinati. Hkrati riše v diagram točke realnih koordinat telesa (v metrih) v odvisnosti od časa.
- Ker na začetku navadno analiziramo le gibanja v navpični ali vodoravni smeri, kliknemo na oznako ob navpični osi diagrama in v oknu, ki se

odpre, izberemo samo koordinate *x* ali *y*. Neizbrane koordinate se pri tem izbrišejo.

- Zraven grafa lege v odvisnosti od časa hočemo navadno vedeti, kako se je spreminjala hitrost v odvisnosti od časa. Zato v glavnem meniju zgoraj izberemo možnost **Insert** in nato **Graph**.

Spreminjanje tabele, grafa in slike

- Grafe, tabelo in sliko lahko povečujemo, raztegujemo ..., če jih kliknemo in primemo za vogalčke.
- Grafe, tabelo in sliko lahko premikamo, če se s kazalcem miške približamo zgornjemu robu in ob pojavu »rokice« kliknemo graf in ga premaknemo.
- Oznake na diagramih lahko poslovenimo tako, da dvokliknemo na posamezno količino v naslovni vrstici tabele in vpišemo slovenski izraz.
- Lastnosti grafa spreminjamo v oknu **Graph Options** (slika 20), ki se pojavi, če dvokliknemo po grafu.



Pomembno: Program je prednastavljen tako, da izmerjene vrednosti povezuje z daljicami, izmerjenih točk pa ne prikaže. Če je točk malo, je primerneje, da te vidimo in da niso povezane z daljicami. Zato v oknu, ki je na sliki, napravimo kljukico pri **Point Protectors** in zbrišemo kljukico pri **Connect Points**. Vpišemo tudi naslov grafa.

Slika 20: Če dvokliknemo po grafu, pridemo v okno Graph Options.

Spreminjanje osi grafa

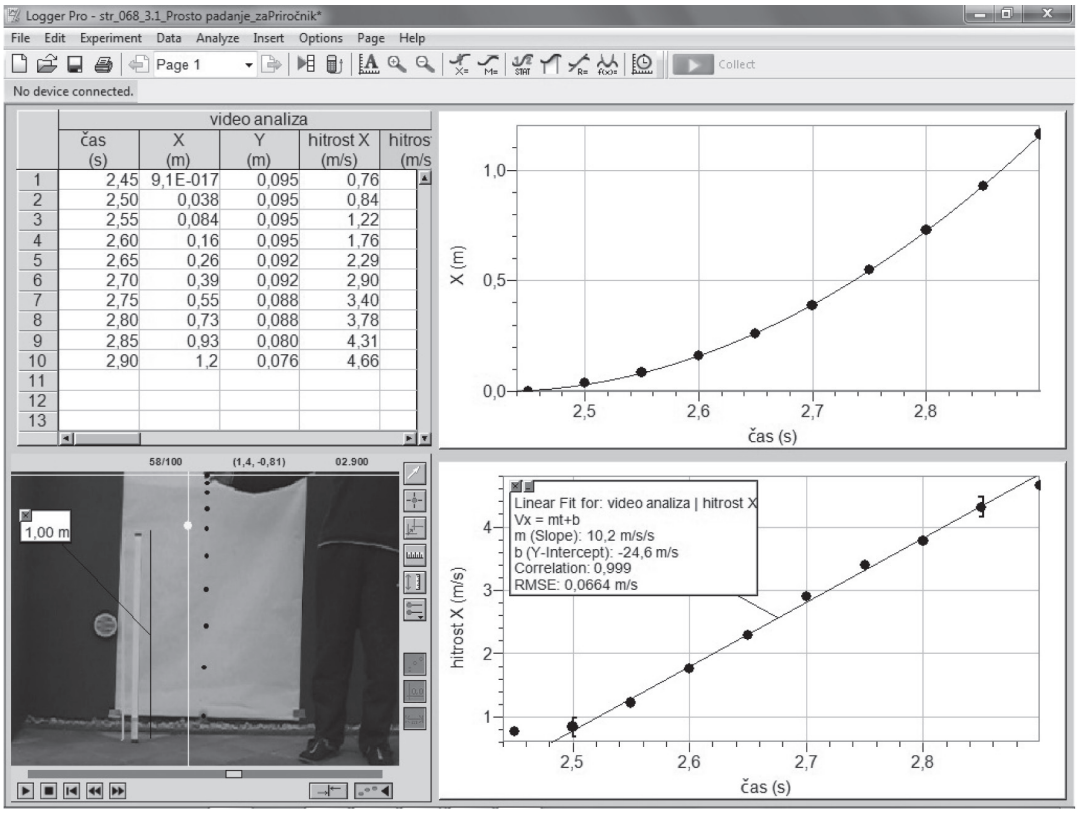
Osi lahko spremenimo na več načinov:

- Avtomatska nastavitev s klikom na ikono .
- Vrednosti na oseh grafa lahko premikamo gor in dol ali levo in desno s »kačico« in ga raztegujemo ali krčimo s »kačicama« ali . »Kačice« se pojavijo ob oseh, ko gremo z miško mimo osi.
- S pritisnjeno levo tipko na miški lahko s kazalcem označimo del diagrama in ga povečamo s pritiskom na ikono .
- Kliknemo na največjo ali najmanjšo zapisano vrednost na osi in vpišemo novo želeno vrednost.

To je bilo nekaj najpreprostejših navodil, od tod naprej gre s poskušanjem, opazovanjem, razmišljanjem ...

Program Logger Pro je zelo prijazen do uporabnikov, pri čemer pa se moramo spomniti nekaterih osnovnih prijemov pri delu z računalnikom, ki jih dijaki praviloma zelo dobro obvladajo:

- dvoklik na posamezne elemente grafa (polje grafa, točke) odpre okno za nove nastavitve,
- koristna orodja navadno dosežemo s klikom desne miškine tipke,
- pri poskušanju praviloma ne moremo narediti kaj hudo narobe, paziti moramo le, da si vsega, kar smo naredili, ne izbrišemo, pri čemer pa nas program praviloma opozori z vprašanjem,
- če že napravimo kaj narobe, se lahko vrnemo korak nazaj z ukazom **Undo** v meniju **Edit** ali s hkratnim pritiskom na tipki **Ctrl** in **Z**,
- pri zahtevnejših problemih je treba občasno vključiti tudi pomoč Help.



Slika 21: Celoten videz analize v programu Logger Pro za prosto padanje žogice. Koordinatni sistem je usmerjen navzdol. V okvirčku na sliki grafa hitrosti vidimo, da smo za pospešek prostega padanja dobili 10,2 m/s^2 (strmina premice).

Nekaj napotkov za snemanje

Pri snemanju moramo upoštevati nekaj napotkov, da se izognemo začetniškim napakam. Če poznamo fizikalno razlago delovanja fotoaparata, takoj razumemo, kaj je bilo narobe. Osnovni napotki:

- Fotoaparat postavimo na stojalo.
- Poskuse snemamo z večje razdalje. Metrska palica, ki jo uporabimo za nastavitev merila, mora biti na enaki razdalji kot poskus, ki ga snemamo, ne pa npr. prislonjena ob steno zadaj. V nasprotnem primeru so izmerjene razdalje nepravilne.
- Posnetek naj traja le toliko časa, kolikor je potrebno (nekaj sekund), da datoteke ne bodo prevelike.
- Osvetlitev mora biti čim boljša, saj sicer aparat pri posameznem posnetku podaljša čas, ko je odprta zaslonka, predmet na posnetkih pa je razmazan. Zanimivost: pri snemanju padanja žogice pred temno steno je merilnik osvetljenosti v fotoaparatu zaznal manj svetlobe, podaljšal čas osvetljevanja posameznega posnetka in slike žogice so bile na posnetkih razmazane. Problem smo rešili tako, da smo na temno steno nalepili bel papir (glejte sliko 19).
- V navodilih za uporabo fotoaparata je koristno poiskati tehnične podatke. Pri že »zastarelem« fotoaparatu Canon PowerShot A530, ki smo ga uporabljali pri naših poskusih, je bil v navodilih podatek, da pri resoluciji 640 x 480 točk fotoaparat snema z 10 posnetki na sekundo, pri resoluciji 320 x 240 točk pa z 20 posnetki na sekundo. Pri hitrih gibanjih smo raje uporabili večjo hitrost snemanja, kakovost posnetkov pa je bila še vedno zadovoljiva.

Težave

Iz izkušenj vemo, da že pri navadnih predvajanjih digitalnih videoposnetkov prihaja do težav zaradi množice različnih formatov. Pri preizkusu petih fotoaparatov se je v enem primeru zgodilo, da program Logger Pro ni prepoznal videoposnetka kljub končnici ».avi«. Slišati je bilo le zvok, slike pa ni bilo. Še nekaj podrobnosti: redko se zgodi, da so izmerki nepravilni zaradi predhodnega stiskanja velikih datotek ali zaradi kakih drugih posebnosti videoformatov. Včasih lahko težavo odpravimo z naslednjim postopkom: z desno tipko miške kliknemo po posnetku, izberemo **Movie Options** in označimo eno od spodnjih dveh možnosti. Še ena podrobnost, ki jo lahko na začetku preskočimo: grafe lahko izboljšamo, če spremenimo izbiro števila točk za računanje odvodov in glajenje. To napravimo v osnovnem meniju **File**, kjer na dnu izberemo **Settings For** ... in obe vrednosti spremenimo iz prednastavljenih 7 na 3.

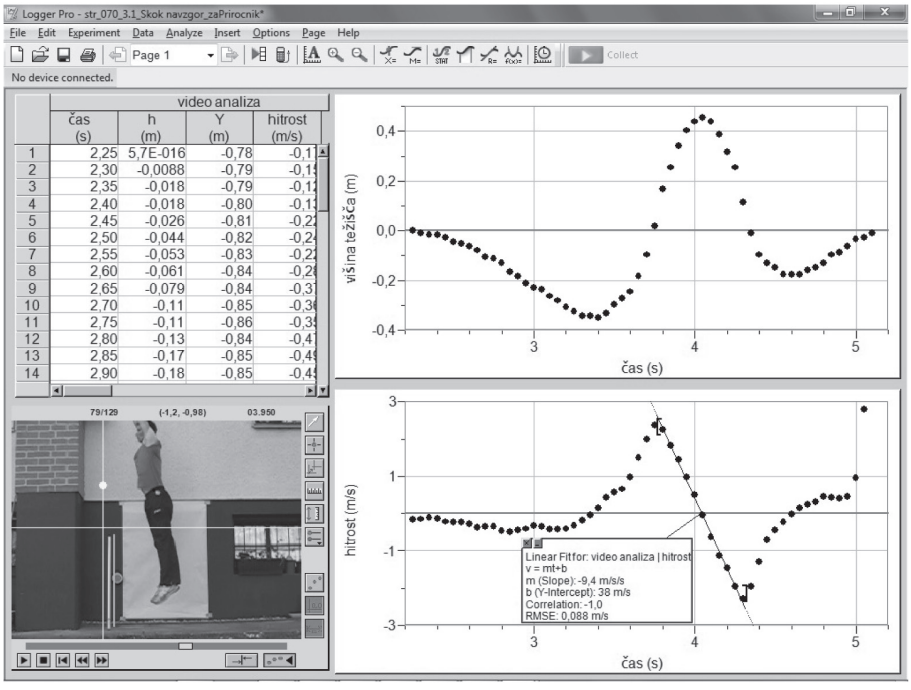
Še nekaj primerov videoanalize gibanj

Na priloženi zgoščenki je pet izdelanih videoanaliz poskusov s pripadajočimi videoposnetki:

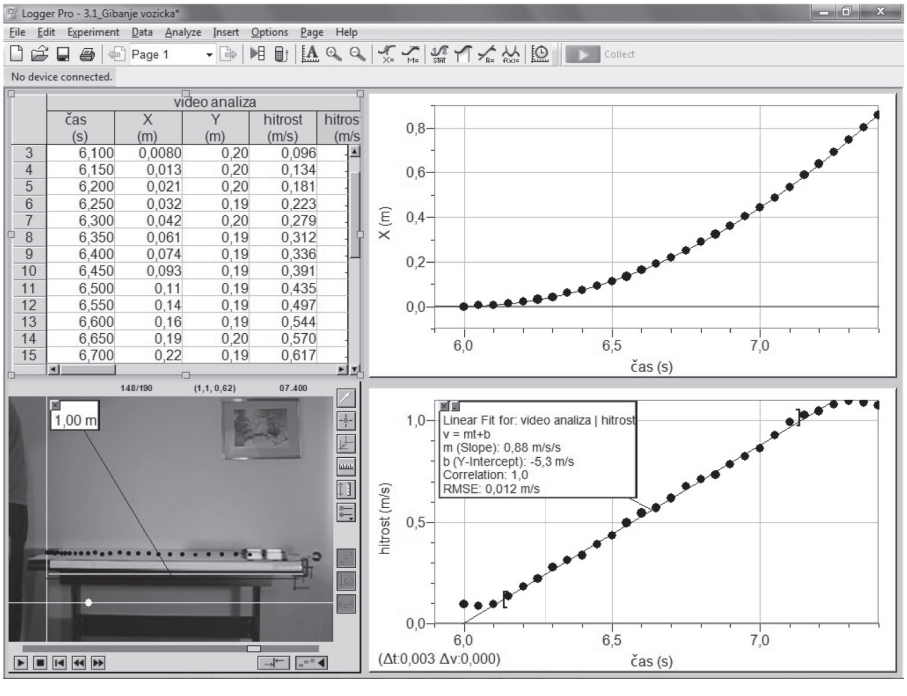
- *1_Prosto padanje.cmbl,*
- *2_Skok navzgor.cmbl,*
- *3_Gibanje vozicka.cmbl,*
- *4_Padanje papirne skodelice.cmbl,*
- *5_Nihalo.cmbl*

Dodanih je šest videofilmov, vsak zaseda nekaj MB spomina. Datoteka ».cmbl« in pripadajoča videodatoteka morata biti vedno v isti mapi.

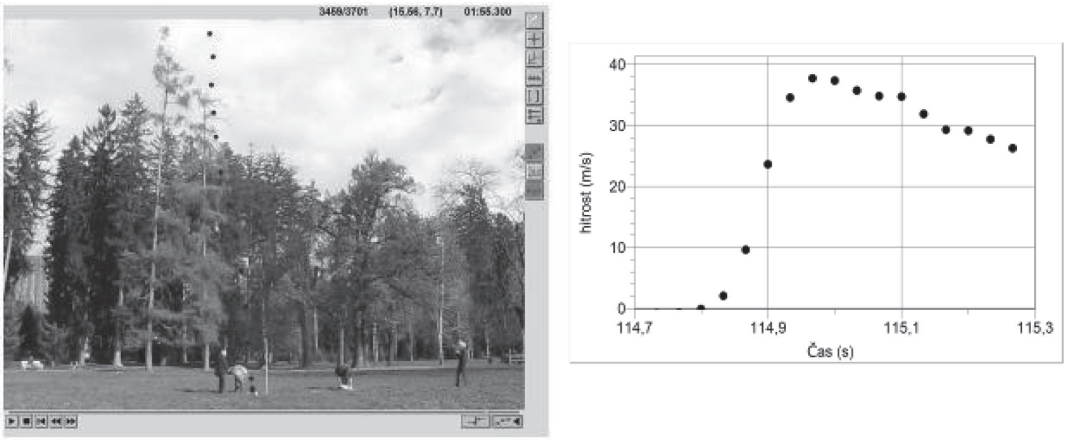
Film *Nihalo_studijska_LJ.avi* je bil posnet s spletno kamero LOGITECH QUICK-CAM S7500 na studijskem srečanju učiteljev fizike avgusta 2010.



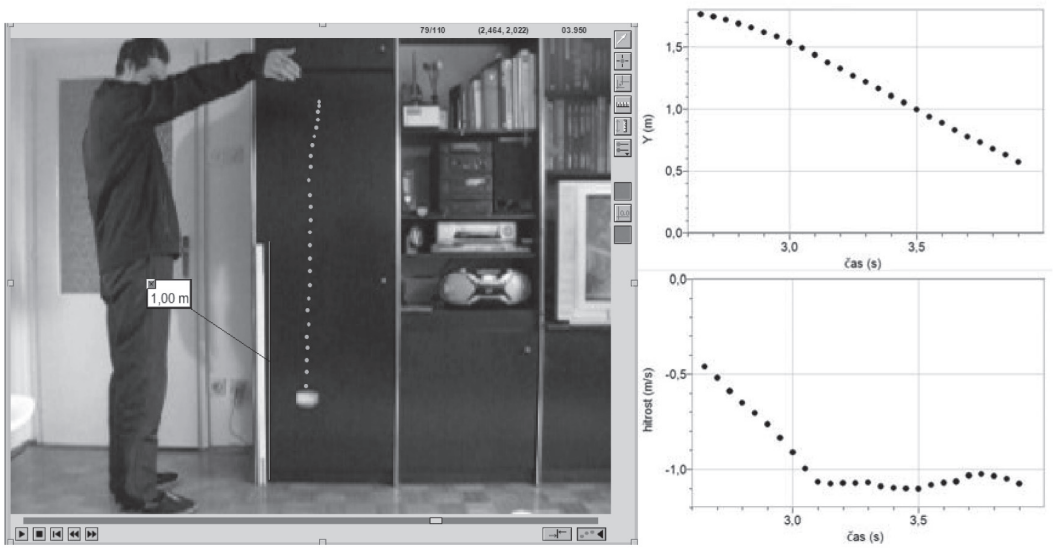
Slika 22: Skok navzgor iz globokega predpočepa. V okvirčku grafa hitrosti vidimo, da smo za težni pospešek dobili 9,4 m/s^2.



Slika 23: Videoanaliza posnetka gibanja vozička, ki ga prek škripca vleče utež.



Slika 24: Videoanaliza posnetka izstrelitve rakete na vodo in stisnjen zrak. Videofilm so na naravoslovnem dnevu posneli učenci osmega razreda Osnovne šole bratov Polančičev iz Maribora. Na grafu vidimo, da so njihove rakete dosegale hitrosti okrog 130 km/h (blizu 40 m/s).



Slika 25: Papirna skodelica za kolače se pri prostem padanju zaradi zračnega upora začne gibati enakomerno.

Še nekaj predlogov za videoanalize:

- speljevanje dvokolesa,
- start pri teku,
- skok v daljino ali višino,
- poševni met žoge,
- trki (trki na zračni drči, trki kroglic),
- različna nihanja,
- preverjanje izreka o kinetični in potencialni energiji (npr. pri poskusu s slike 23), pri nihanjih, skokih itd.).

Videoanaliza gibanj nudi motiviranim dijakom mnoge možnosti za kratke domače projektne naloge, zato priporočamo, da pri pouku temu orodju namenite nekaj časa in dijake spodbudite k samostojnemu delu. Za začetek je dovolj, če jim s programom Logger Pro predvajate analize gibanj, ki so priložene na zgoščenki.

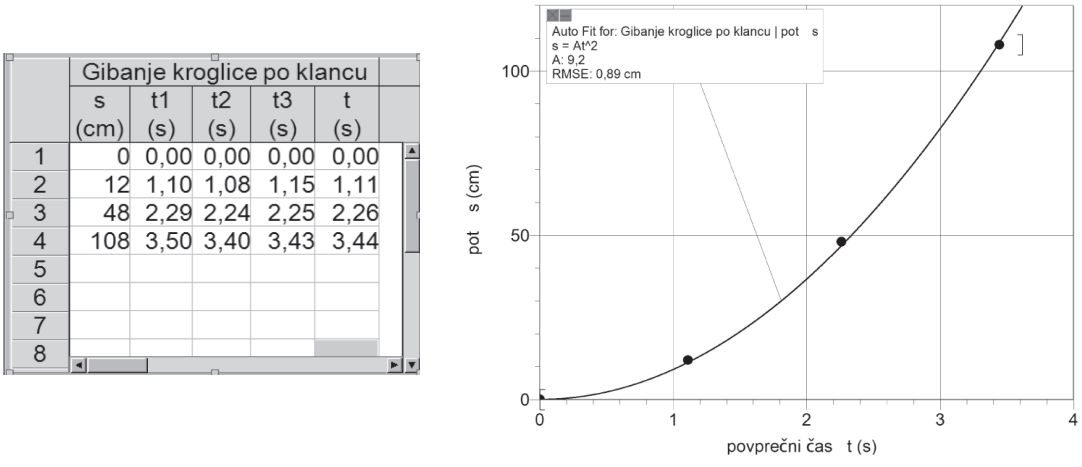
3.1.2 Risanje diagramov in matematična orodja

Drugo orodje, ki ga lahko uporabljajo dijaki doma brez vmesnika in senzorjev, je risanje diagramov z bogato matematično podporo. Že v prvem letniku lahko bolje motivirani dijaki narišejo nekaj grafov tudi z računalnikom.

1. Risanje prvih grafov

Ko odpremo program Logger Pro, se vedno prikažeta tabela in koordinatni sistem.

V prvem letniku, npr. pri vaji *Gibanje kroglice po klancu*, s štoparico na mobilnem telefonu ročno izmerimo čase za izbrane poti in meritve trikrat ponovimo. Podatke vpišemo v tabelo in izračunamo povprečne vrednosti časov (glejte točko *2. Vstavljanje novega izračunanega stolpca v tabelo, str. 87*). Kaj hitro lahko nato narišemo tudi graf.



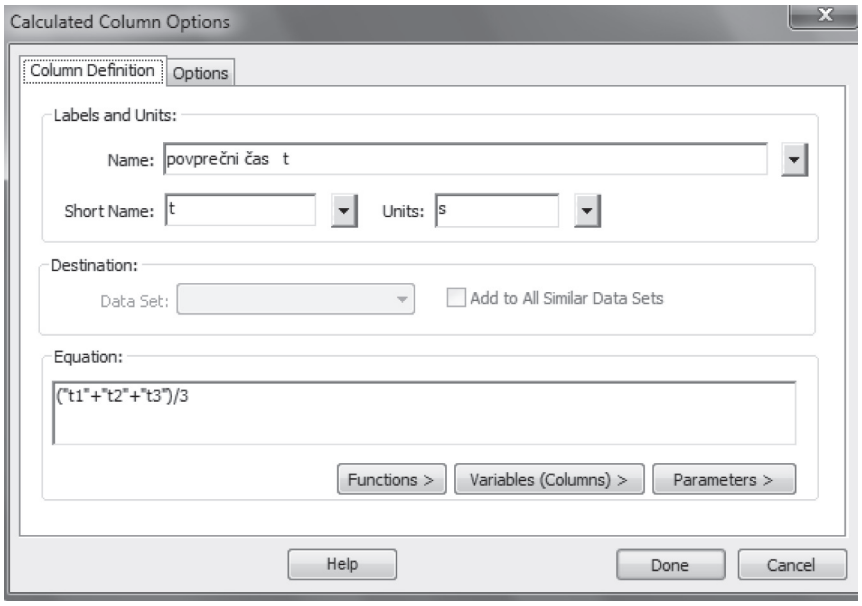
Slika 26: Podatke vpišemo v tabelo, program pa nariše točke v koordinatni sistem. V navodilu *3. Iskanje prilagoditvene krivulje* je napotek, kako skozi točke narišemo krivuljo, ki se točkam najbolje prilega.

Tudi pri risanju grafov nam program kar sam nakazuje nadaljnje korake, zato ne pozabimo na naslednje:

- s klikom desne miškine tipke navadno dosežemo zelo uporabne menije;
- če dvokliknemo na posamezne elemente grafa ali naslovne vrstice tabele, se odprejo različne možnosti;

2. Vstavljanje novega izračunanega stolpca v tabelo

Program lahko iz izmerjenih vrednosti izračuna nove količine in jih vpiše v nove dodane stolpce. V našem primeru (glejte sliko 26) smo iz časov t_1, t_2 in t_3 želeli izračunati povprečne čase t in jih vstaviti v nov stolpec. Zato smo v osnovnem meniju **Data** izbrali možnost **New Calculated Column** in odprlo se je okno, v katerega smo vpisali podatke (slika 27):

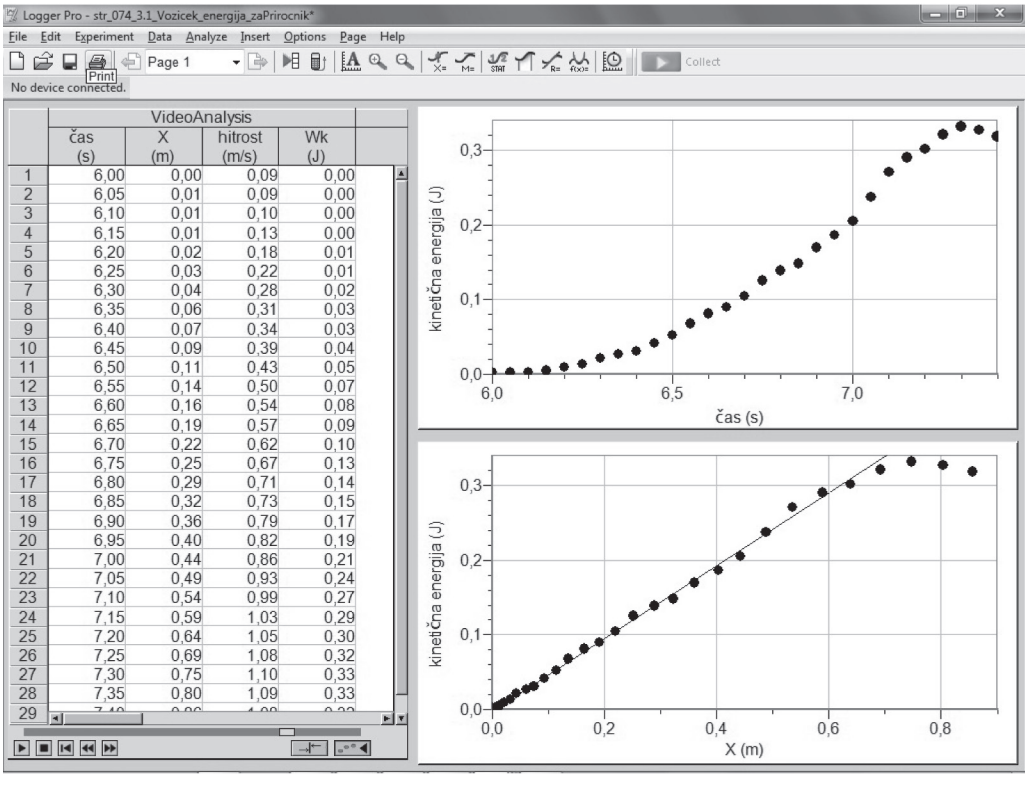


Slika 27: V vrstico **Equation** dodajamo količine, ki jih izbiramo izmed **Variables**, pri čemer lahko uporabljamo računske znake + , -, * , / s tipkovnice ali pa uporabimo izbrane funkcije **Functions**.

V našem primeru smo napisali **(»t1«+»t2«+»t3«)/3**, pri čemer smo količine »t1«, »t2« in »t3« izbrali s klikom na jeziček **Variables**. Program je izračunal vrednosti v stolpcu za povprečni čas t (slika 26). Nato smo v grafu (slika 26) kliknili po oznaki količine pod vodoravno osjo in v novem oknu izbrali »povprečni čas t«.

Naslednji primer za vstavljanje novega izračunanega stolpca v tabelo: Pri analizi gibanja vozička (slika 23) smo želeli dodati stolpec za kinetično energijo $W_k = m\, v^2/2$, pri čemer smo v osnovnem meniju **Data** izbrali možnost **New Calculated Column** in odprlo se je okno **Calculated Column Options**, v katerega smo v vrstico **Equation** zapisali: 0,55*»*hitrost*«*»*hitrost*«/2 . Masa vozička in uteži je bila namreč 0,55 kg, * je oznaka za množenje in / oznaka za deljenje. Količino »*hitrost*« smo izbrali izmed ponujenih možnosti, ko smo kliknili jeziček **Variables**.

Nov graf lahko dodamo, če v glavnem meniju izberemo možnost **Insert** in nato **Graph**. V grafu nato kliknemo po oznaki ob osi in izberemo želeno količino. Tako smo lahko takoj narisali še dva grafa, ki sta zanimiva za razpravo pri pouku.



Slika 28: Pri poskusu Pospešeno gibanje vozička (slika 23), lahko vstavimo stolpec za kinetično energijo in takoj narišemo še dva grafa, ki sta zanimiva za razpravo pri pouku.

3. Iskanje prilagoditvene krivulje

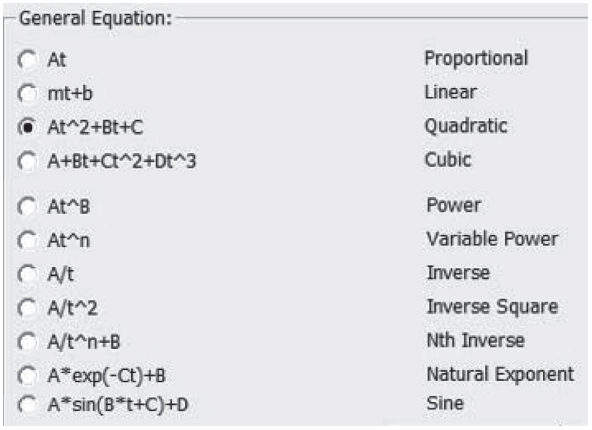
Večkrat želimo skozi točke na diagramu narisati najbolje prilegajočo krivuljo. Postopek je naslednji:

S kazalcem + pri pritisnjeni levi miškini tipki označimo področje grafa, kjer želimo narisati premico ali krivuljo.

Če hočemo skozi točke narisati premico, kliknemo na ikono v zgornji vrstici ikon.

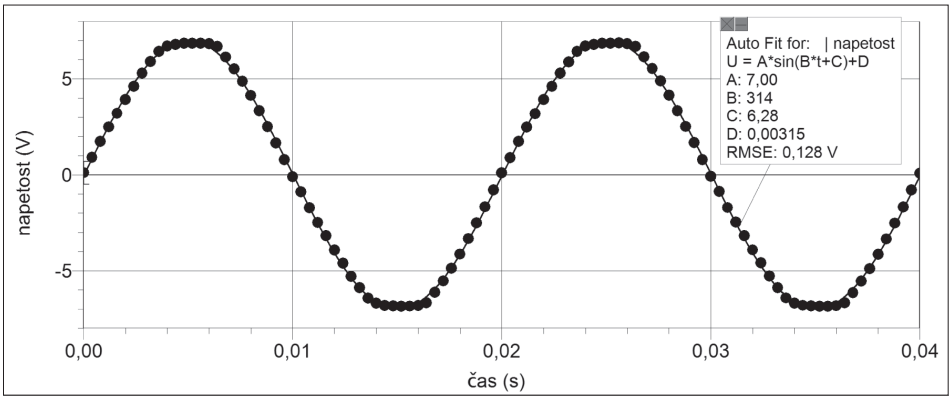
Za izbiro krivulje kliknemo na ikono, nato pa na seznamu izberemo ustrezno enačbo in kliknemo Try Fit. Če smo zadovoljni s prilagojeno krivuljo, kliknemo OK ter tako prilagoditveno krivuljo, funkcijo in koeficiente prenesemo v graf.

V našem preprostem primeru (slika 26) je program v okvirčku izpisal funkcijo ***s = A t^2***, v kateri prepoznamo $s = a/2 \cdot t^2$.



Slika 29: Program ponuja mnoge funkcije, ki jih srednješolci obravnavajo pri matematiki. Za dijake višjih letnikov, ki jih fizika in matematika posebej zanimata, nudi možnost za kakovostno povezovanje znanj obeh predmetov.

Še en zahtevnejši primer: Z vmesnikom merimo napetost hišne napeljave, transformirane na napetost 5 V.



Slika 30: Nihanje napetosti hišne napeljave, transformirane na 5 V. Program izmerjenim vrednostim prilagodi sinusoido.

Enačbo pri fiziki navadno zapišemo kot $U = U_o \sin(\omega t + \delta)$. Iz primerjave koeficientov vidimo, da je amplituda napetosti $A = U_o = 7{,}00$ V, od koder sledi $U_o / U_{ef} = 7\text{V} / 5\text{V} \approx \sqrt{2}$. Koeficient $C = \delta = 6{,}28 = 2\pi$, koeficient $D \approx 0$. Koeficient $B = 314\text{s}^{-1} = \omega = 2\pi\nu$, od koder dobimo frekvenco $\nu = \omega / 2\pi = 50$ Hz.

Za dijake višjih letnikov, ki jih fizika in matematika posebej zanimata, nudi program možnost za kakovostno medpredmetno povezavo in razumevanje matematičnih modelov, ki opisujejo pojave iz narave in vsakdanjega življenja.

Priloge

besedilo gradiva (pdf, doc)

5 datotek programa Logger Pro (cmbl)

6 videoposnetkov poskusov (avi)

3.2 Merjenje pospeška prostega padanja

Samo Božič, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Dijaki pri vaji izmerijo pospešek prostega padanja na dva različna načina: Dijaki merijo s preprosto in lahko dostopno eksperimentalno opremo (merilni trak in štoparica). Dijaki spuščajo kroglico z znane višine in pri tem merijo čas padanja kroglice. Iz višine in časa padanja izračunajo vrednost pospeška. Dijaki izvajajo laboratorijsko vajo z računalnikom, vmesnikom in svetlobnimi vrati. S programsko opremo *Logger Pro* računalnik nariše grafa *s(t)* in *v(t)*. Iz strmine premice na grafu *v(t)* dijaki izračunajo vrednost pospeška prostega padanja.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • na podlagi več ponovljenih meritev izračunajo povprečno vrednost merjene količine; • izmerjene vrednosti prikažejo s tabelami in grafi s programom *Logger Pro*; • ponovijo in uporabljajo enačbe za pot, hitrost in pospešek pri enakomernem in pri enakomerno pospešenem premem gibanju ter grafično prikažejo količine *s*, *v* in *a* v odvisnosti od časa *t* (samo za primere, ko je začetna hitrost enaka nič); • pri enakomerno pospešenem premem gibanju z grafa *v(t)* določijo pospešek.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki v dvojicah izvajajo eksperimentalno vajo, nato pa samostojno napravijo izračune in napišejo odgovore.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvajamo kot laboratorijsko vajo. Glede na to, da dijaki poznajo prosto padanje že iz osnovne šole, lahko učno enoto izvajamo tudi kot obravnavo nove učne snovi.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc). • datoteka programa Logger Pro (cmbl).			

Učni list za dijake

Merjenje pospeška prostega padanja

Namen:

V učni uri boste izmerili pospešek prostega padanja na dva različna načina:

1. del: z uporabo osnovnih merilnih naprav (merilni trak in štoparica)

2. del: s pomočjo svetlobnih vrat priključenih na računalnik.

OSNOVNA NALOGA (1. del)

Potrebna oprema: kroglica, merilni trak, štoparica (lahko tudi mobilni telefon s štoparico).

Naloga:

Kroglico spustite z znane višine in merite čas, v katerem pade na tla. Iz meritev izračunajte vrednost pospeška prostega padanja.

$h = \frac{1}{2} g t_p^2$

Potek dela:

Kroglico najmanj trikrat spustite z višine 3 m. Vsakokrat izmerite čas, v katerem pade na tla (t_p).

- Izračunajte povprečno vrednost za čas t_p.

  .....

- Izračunajte pospešek prostega padanja.

  .....

- Se vam zdi meritev natančna? Odgovor utemeljite.

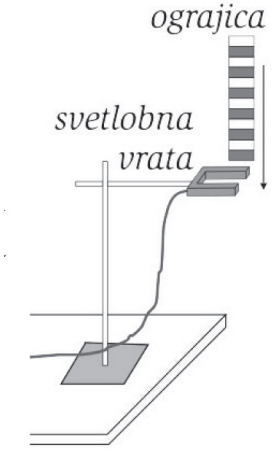
  .....

- Zapišite konkreten predlog, kako bi lahko meritev pospeška prostega padanja izboljšali.

  .....

OSNOVNA NALOGA (2. del)

Potrebna oprema: računalnik z vmesnikom, svetlobna vrata, ograjica.



Potek dela:

Pri vaji boste uporabljali svetlobna vrata kot merilnik časa. Skoznje boste spuščali ograjico. Iz znanih razdalj med potemnitvami in merjenj časov bo program na računalniku izračunal hitrosti in rezultate prikazal z grafoma *s(t)* in *v(t)*.

- Odprite program *Logger Pro* in odprite datoteko *Merjenje_pospeska_prostega_padanja.cmbl*.
- Postavite ograjico nad svetlobna vrata (glejte sliko). Sošolec s pritiskom na tipko **Collect** začne meritev. Nato ograjico spustite, tako da skozi svetlobna vrata pade na tla.
- Natisnite grafa *s(t)* in *v(t)*.
- Kakšno gibanje je prosto padanje?

  Odgovor utemeljite .....
- Kaj na grafu hitrosti v odvisnosti od časa predstavlja strmina premice?

  .....
- S pomočjo grafa hitrosti v odvisnosti od časa izračunajte pospešek prostega padanja.

  .....

* **DODATNA NALOGA 1**

- Program *Logger Pro* omogoča izračun strmine premice. Na grafu hitrosti v odvisnosti od časa raziščite uporabo ukaza **Linear Fit** .
- S programom narišite graf pospeška v odvisnosti od časa. Zapišite vsaj eno ugotovitev glede natančnosti meritve.

** **DODATNA NALOGA 2**

- Pospešek lahko določite tudi iz grafa *s(t)*. Poskušajte določiti vrednost pospeška s pomočjo ukaza **Curve Fit** v meniju **Analyze**.

Priporočila za učitelje

Merjenje pospeška prostega padanja

Priporočila za učitelje

Gradivo je primerno za uporabo pri rednih laboratorijskih vajah, pri čemer vajo izvajamo v dveh delih. Dijaki pri vaji samostojno izmerijo pospešek prostega padanja na dva različna načina:

1. V prvem primeru izvajajo laboratorijsko vajo s preprosto in lahko dostopno eksperimentalno opremo (merilni trak in štoparica). Kroglico spuščajo z znane višine in pri tem merijo čas njenega padanja. Iz višine in časa padanja izračunajo vrednost pospeška prostega padanja.
2. V drugem primeru izvajajo laboratorijsko vajo z računalnikom, vmesnikom in svetlobnimi vrati. Računalniški program *Logger Pro* nariše grafa $s(t)$ in $v(t)$. Iz strmine premice na grafu $v(t)$ izračunajo vrednost pospeška prostega padanja.

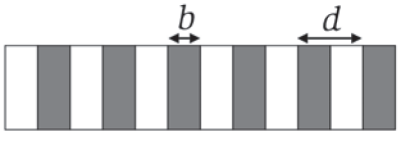
Učno enoto lahko izvedemo tudi tako, da dijaki za vsak del posebej porabijo eno šolsko uro. V tem primeru je treba naloge razširiti:

- V prvem delu nalogo nadgradimo tako, da merijo dijaki čase pri spuščanju kroglice z različnih višin. Če je mogoče spuščajo kroglice tudi z višine okrog 10 m. Spuščajo lahko tudi kroglice iz različnih materialov.
- Drugi del lahko popestrimo z zgodovinskim dodatkom in z vprašanji, kako so v zgodovini določali in merili pospešek prostega padanja.

Priporočila za izdelavo ograjice in nastavitve datoteke za merjenje

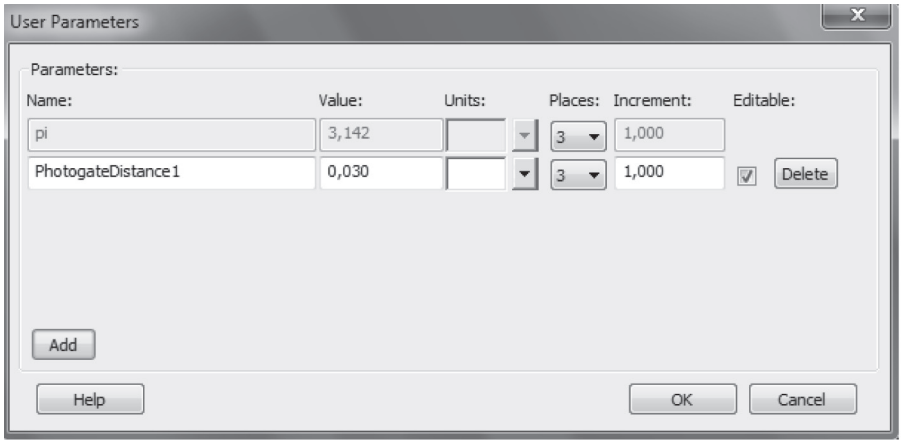
Podjetje Vernier ponuja med dodatno opremo ograjice (*Picket fence*), lahko pa si jih naredite tudi sami. Za izdelavo potrebujete pleksi steklo in prozorno samolepilno folijo, primerno za tiskanje s tiskalnikom.

- Iz pleksi stekla izrežite trakove, katerih dimenzije so:
  - dolžina nekaj *dm*,
  - širina nekaj *cm* in
  - debelina vsaj nekaj *mm*.
- Na folijo natisnite risbo, v kateri je vsaka druga celica obarvana s črno barvo. Risbo imate pripravljeno na priloženi zgoščenki.
- Višino vrstice na risbi lahko po potrebi prilagodite. Priporočljivo je, da je razdalja b vsaj 1 cm in razdalja d vsaj 3 cm.
- Folijo razrežite in nalepite na trakove iz pleksi stekla.



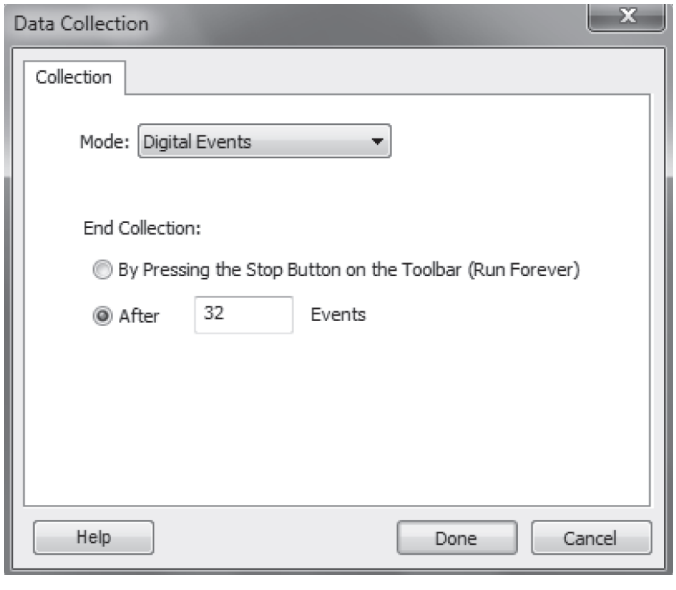
Na priloženi zgoščenki je posneta datoteka *Merjenje pospeska prostega padanja.cmbl*, ki že vsebuje predlogo grafov $x(t)$ in $v(t)$.

Če ste višino vrstice v tabeli spremenili, je treba v programu *Logger Pro* na novo nastaviti razdaljo med vrsticami. To naredite z ukazom **User Parameters** v meniju **Data**, pri čemer je treba upoštevati razdaljo med sosednjima potemnitvama (*d*).



Pred meritvijo je treba z ukazom **Data Collection** v meniju **Experiment** nastaviti način zajemanja meritev na **Digital Events**, pri čemer sta dve možnosti za zaključek zajemanja meritev:

- s pritiskom na gumb Stop v orodni vrstici,
- z določitvijo števila digitalnih dogodkov, po katerem se meritev konča. Število digitalnih dogodkov je odvisno od velikosti ograjice.



3.3 Grafi pri gibanju

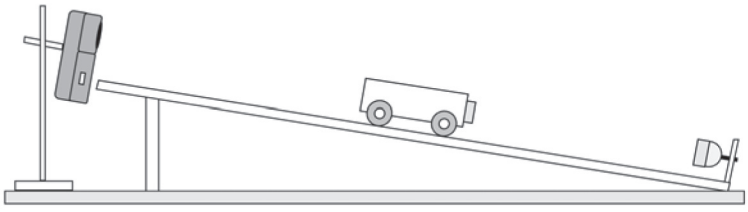
Miran Tratnik, Gimnazija Nova Gorica

<table>
<tr><td>Kratek opis za učitelje</td><td colspan="5">Pri uri delamo z ultrazvočnim slednikom iz zbirke Vernier. Pomembno je, da dijaki najprej napovejo, kakšen bo pravilen graf. Dijaki rišejo svoje napovedi v enake koordinatne sisteme, kot jih po poskusu nariše računalniški program. Po napovedi primerjamo različne grafe dijakov in se pogovorimo o tem, zakaj so različni. Poskus pokaže, kateri graf je pravilen.</td></tr>
<tr><td>Cilji</td><td colspan="5">Dijaki/dijakinje:
• z ustreznim premislekom napovejo izid poskusa in narišejo grafe;
• opazujejo poskus, premislijo, zakaj je izid morda drugačen od njihove napovedi, in ugotovijo napako v lastnem premisleku;
• ponovijo pojma enakomerno in enakomerno pospešeno gibanje;
• znajo narisati grafe za gibanje in jih interpretirati.</td></tr>
<tr><td>Priporočilo za oblike in metode dela</td><td colspan="5">Dijaki samostojno napovejo izid poskusa, se v dvojicah pogovorijo o različnih napovedih in zagovarjajo svojo napoved. Po izvedbi eksperimenta nekateri dijaki pojasnijo, kakšne so bile napake v njihovi napovedi.</td></tr>
<tr><td>Priporočilo za izvedbo</td><td colspan="5">Učno enoto izvedemo, ko smo z dijaki že predelali poglavje o gibanju.</td></tr>
<tr><td>Čas za izvedbo</td><td>1 ura</td><td>Zahtevnost</td><td>srednja</td><td>Vključen eksperiment</td><td>da</td></tr>
<tr><td>Priloge</td><td> </td><td colspan="4">• učni list za dijake (pdf, doc),
• priporočila za učitelje (pdf, doc),
• 4 datoteke programa Logger Pro (cmbl).</td></tr>
</table>

Učni list za dijake

Grafi pri gibanju

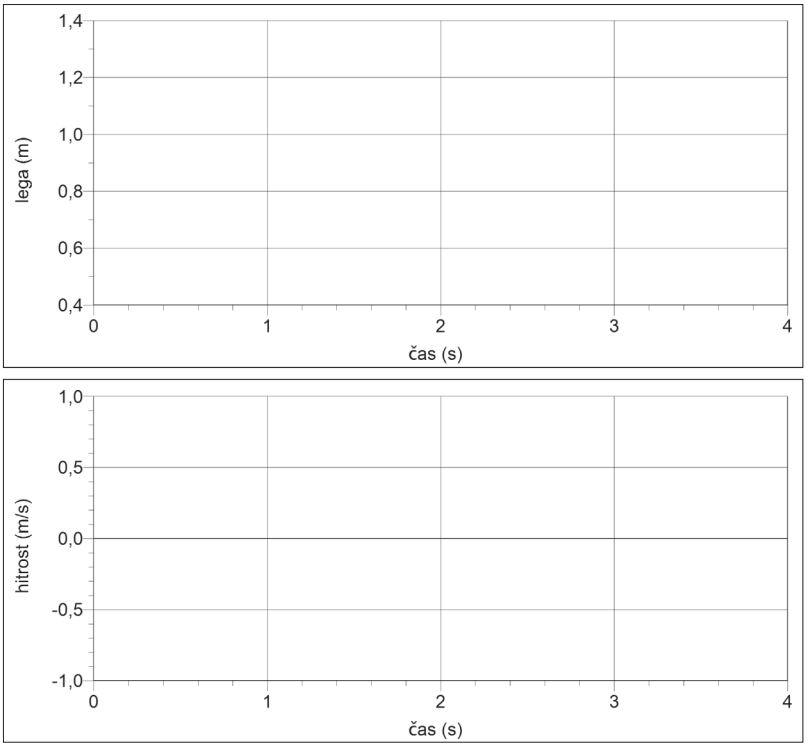
Opazovali bomo gibanje vozička po nagnjeni podlagi, kot kaže slika.



Gibanje vozička spremljamo z ultrazvočnim slednikom, ki je povezan z računalnikom. Računalnik beleži lego vozička v izbranih časovnih intervalih ter računa hitrosti in pospeške. Izhodišče koordinatnega sistema je pri sledniku na levi strani. Koordinata narašča v smeri od leve proti desni po klancu navzdol. Računalnik na zaslonu riše grafe *x(t)* in *v(t)*. Vsakokrat, preden izvedemo poskus, napovejte, kakšne grafe bo narisal računalnik. **Napoved narišite s svinčnikom, pravi graf pa po poskusu s kemičnim svinčnikom.**

Naloge:

1. Voziček spustimo po rahlo nagnjenem klancu, da se spušča enakomerno. Z nagibom klanca kompenziramo trenje. Na dnu klanca se voziček zaleti v kos plastelina in se v zelo kratkem času ustavi. Meritev sprožimo, ko se voziček že giblje, in končamo z merjenjem kmalu po tem, ko se voziček ustavi.



Slika 31: Napoved narišite s svinčnikom, pravi graf po poskusu pa s kemičnim svinčnikom.

2. Voziček spustimo po rahlo nagnjenem klancu, da se spušča enakomerno in se na dnu prožno odbije od magneta. Meritev sprožimo, ko se voziček že giblje, in končamo z merjenjem, malo preden se voziček ustavi nazaj grede.

Enaka kooordinatna sistema kot na sliki 31.

3. Voziček spustimo po dovolj nagnjenem klancu, da se spušča pospešeno. Na dnu klanca se voziček zaleti v kos plastelina in se v zelo kratkem času ustavi. Meritev se sproži samodejno, ko voziček spustimo. Z merjenjem končamo kmalu po tem, ko se voziček ustavi.

Enaka kooordinatna sistema kot na sliki 31.

4. Voziček s pritrjenim magnetom zadržujemo na dnu klanca, da se ne more odbiti od drugega magneta, ki je pritrjen na klanec. Ko voziček spustimo, se odbije od magneta na dnu klanca, se giblje gor grede pojemajoče in se nato spušča pospešeno. Meritev sprožimo, malo preden voziček spustimo, in končamo z merjenjem po nekaj prožnih odbojih.

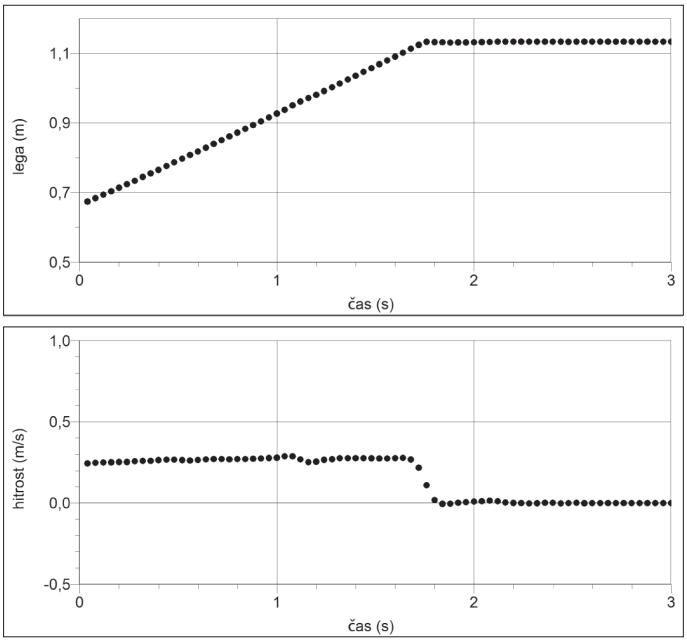
Enaka kooordinatna sistema kot na sliki 31.

Priporočila za učitelje

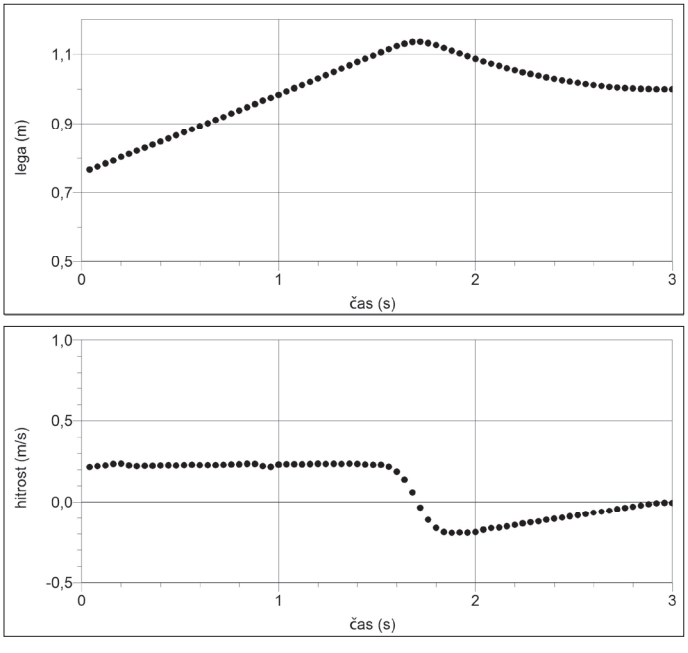
Grafi pri gibanju

Rešitve:

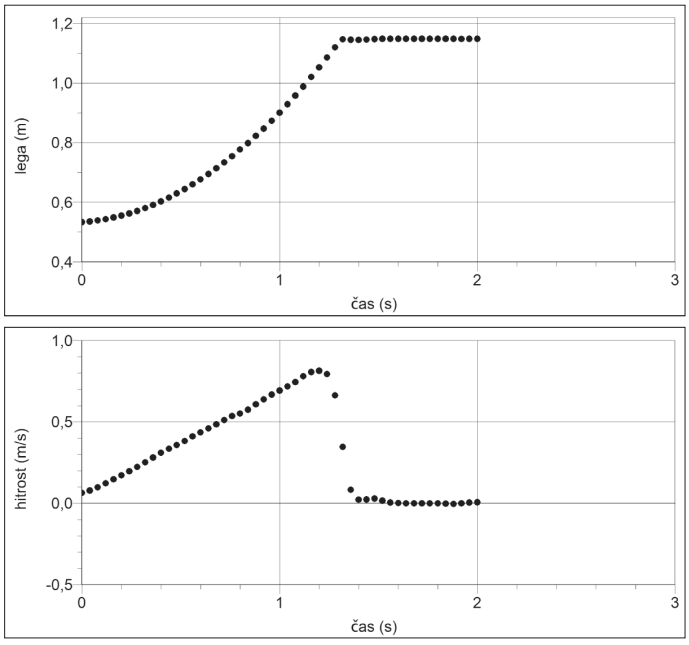
1. Voziček spustimo po rahlo nagnjenem klancu, da se spušča enakomerno in se na koncu ustavi.



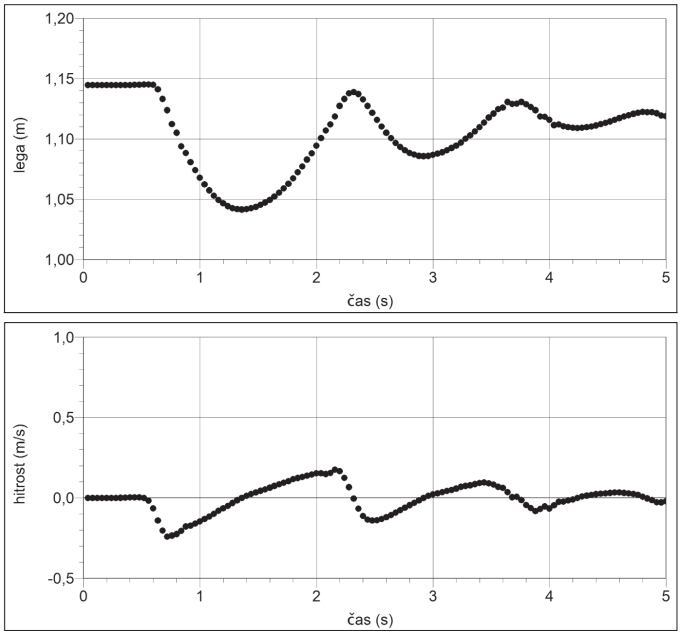
2. Voziček spustimo po rahlo nagnjenem klancu, da se spušča enakomerno in se na koncu prožno odbije od magneta.



3. Voziček spustimo po dovolj nagnjenem klancu, da se spušča pospešeno in se na koncu ustavi.



4. Voziček spustimo na dnu klanca, da se odbije od magneta, se giblje gor grede pojemajoče in se nato spušča pospešeno. Z merjenjem končamo po nekaj odbojih.



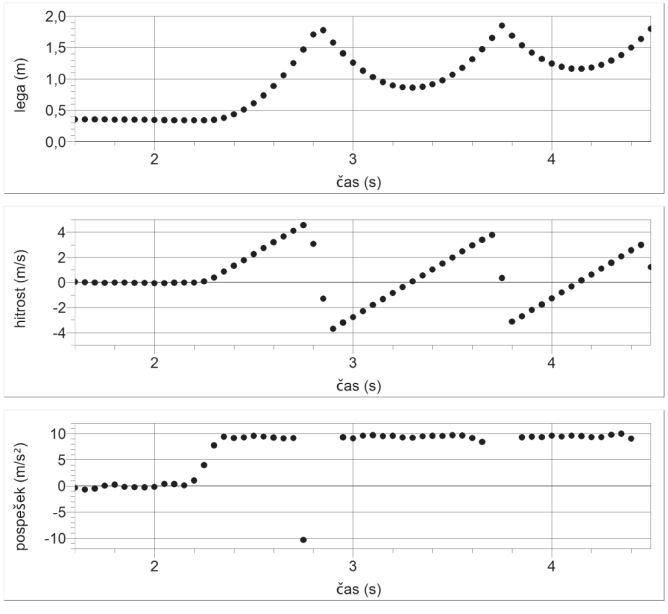
Še nekaj napotkov:

- Z grafi pri točki 1 in 3 dijaki nimajo posebnih težav. Pri točki 2 v grafu $v(t)$ velikokrat pozabijo upoštevati spremembo predznaka hitrosti po odboju od magneta.
- Pri točki 4 imamo veliko možnosti za dodatno razpravo o tem, zakaj je premica v grafu $v(t)$ bolj strma, ko je hitrost negativna, kot po prehodu čez abscisno os. Pospešek je večji pri gibanju navzgor po klancu kot pri gibanju navzdol, ker pri gibanju navzgor trenje in dinamična komponenta teže kažeta v isto smer, pri gibanju navzdol pa v nasprotnih smereh.

3.4 Grafi pri enakomerno pospešenem gibanju

Milenko Stiplovšek, Škofijska gimnazija A. M. Slomška

Kratek opis za učitelje	Namen interaktivnega demonstracijskega poskusa je preveriti razumevanje odvisnosti fizikalnih količin od časa in sposobnost napovedi pravilnega grafičnega prikaza odvisnosti *x(t)*, *v(t)* in *a(t)* za premo enakomerno pospešeno gibanje v primeru, ko hitrost narašča (prosto padanje), in v primeru, ko hitrost pada (odboj in gibanje navpično navzgor) za različne izbire koordinatnih sistemov.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno sklepajo o odvisnosti med fizikalnimi količinami; • iz danega opisa gibanja znajo skicirati grafe *x(t)*, *v(t)* in *a(t)*; • razumejo, kaj na grafu pomenita strmina in ploščina.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Učitelj razdeli delovne liste dijakom in jih spodbudi, da jih rešijo najprej samostojno, nato pa se o rešitvah še pogovorijo s sosedi. Na koncu rešitve eksperimentalno preverimo z demonstracijskim poskusom.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto uporabimo kot način preverjanja in utrjevanja znanja.				
Čas za izvedbo	več kot 1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • 5 datotek programa Logger Pro (cmbl).			



Slika 32: Grafi *x(t), v(t) in a(t)* za primer treh odbojev žoge

Učni list za dijake

Grafi pri enakomerno pospešenem premem gibanju

Namen vaje: razvijanje samostojnega razmišljanja in sklepanja, razumevanje grafičnega prikaza zveze med fizikalnimi količinami

Pomen oznak na skicah in grafih:

T – točka na žogi, za katero merimo s slednikom lego v odvisnosti od časa 20-krat v sekundi,

D – oddaljenost slednika od tal (po navadi okoli 2,4 m),

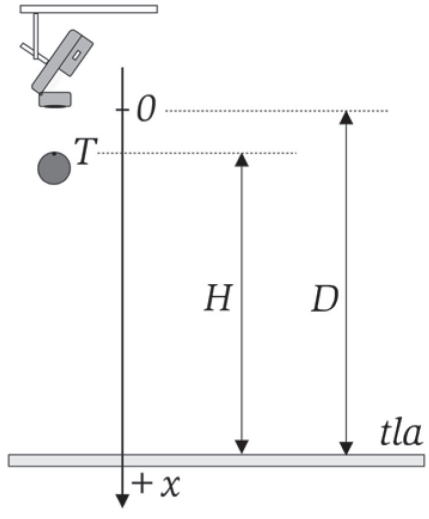
H – oddaljenost opazovane točke na žogi od tal v trenutku, ko jo spustimo, da začne prosto padati (po navadi okoli 1,9 m),

h – največja oddaljenost opazovane točke na žogi od tal po prvem odboju (po navadi koli 1 m).

r – polmer žoge (okoli 1 dm za odbojkarsko žogo).

Potrebna oprema: vmesnik Vernier z ultrazvočnim slednikom, računalnik s programom Logger Pro, žoga

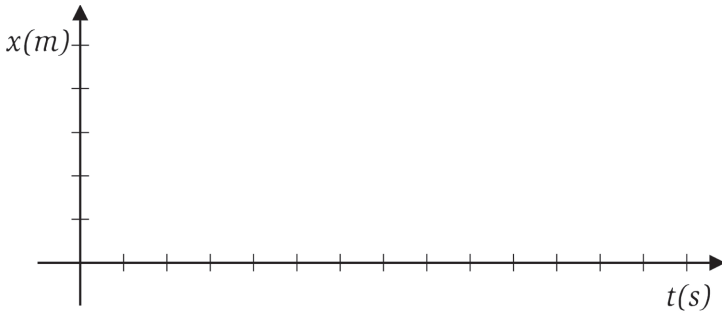
OSNOVNA NALOGA



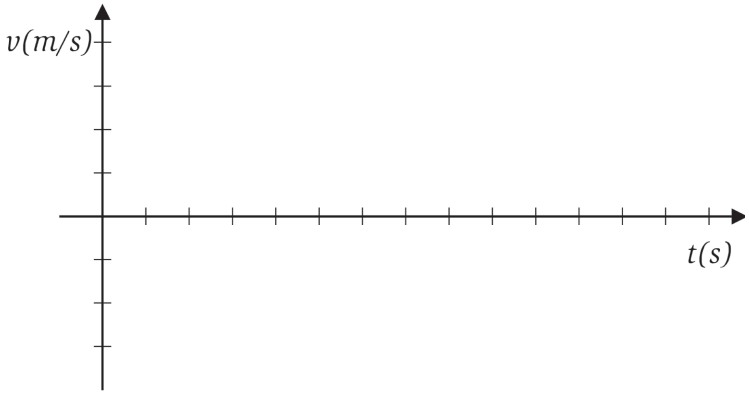
Skica poskusa: Opis začetnega položaja z ničlo in usmerjenostjo osi *x*.

Naloga:

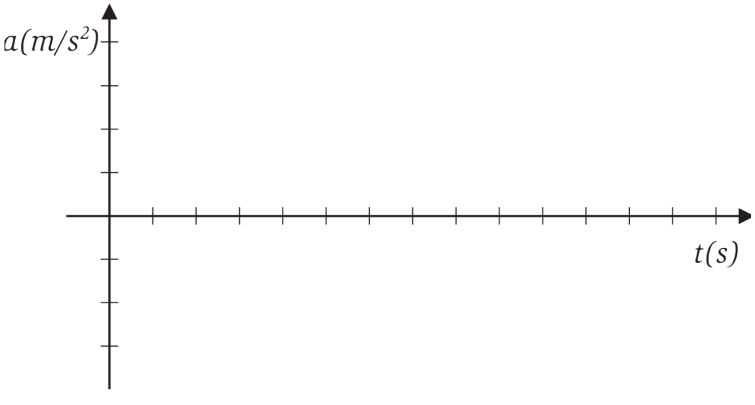
V koordinatne sisteme skicirajte ustrezne grafe in uporabite dogovorjene oznake za čase in višine. Čas začnemo meriti približno eno sekundo, preden spustimo žogo, in končamo v trenutku, ko se žoga dotakne tal.



Graf 1: Skicirajte graf koordinate v odvisnosti od časa $x(t)$.



Graf 2: Skicirajte graf hitrosti v odvisnosti od časa $v(t)$.



Graf 3: Skicirajte graf pospeška v odvisnosti od časa $a(t)$.

* **DODATNA NALOGA**

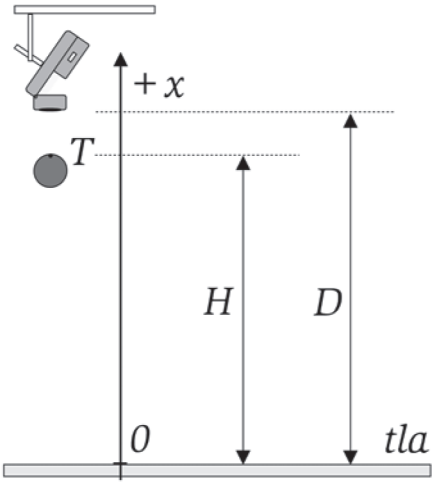
V koordinatne sisteme skicirajte ustrezne grafe in uporabite dogovorjene oznake za čase in višine. Čas začnemo meriti približno eno sekundo, preden spustimo žogo, in končamo po tretjem odboju žoge.

Priporočila za učitelje

Grafi pri enakomerno pospešenem premem gibanju

Izvedba ure:

Delovni list za dijake je pripravljen glede na osnovni primer, pri čemer je ničla in usmerjenost osi x enaka privzetim nastavitvam slednika. Dijakom razdelimo delovne liste, pri čemer se lahko tudi kako drugače dogovorimo, kateri del gibanja žoge bomo opazovali (padanje, dviganje, padanje, odboj in dviganje) in v katerem koordinatnem sistemu. V tem primeru je treba v delovnem listu za dijake prirediti besedilo in zamenjati skico.

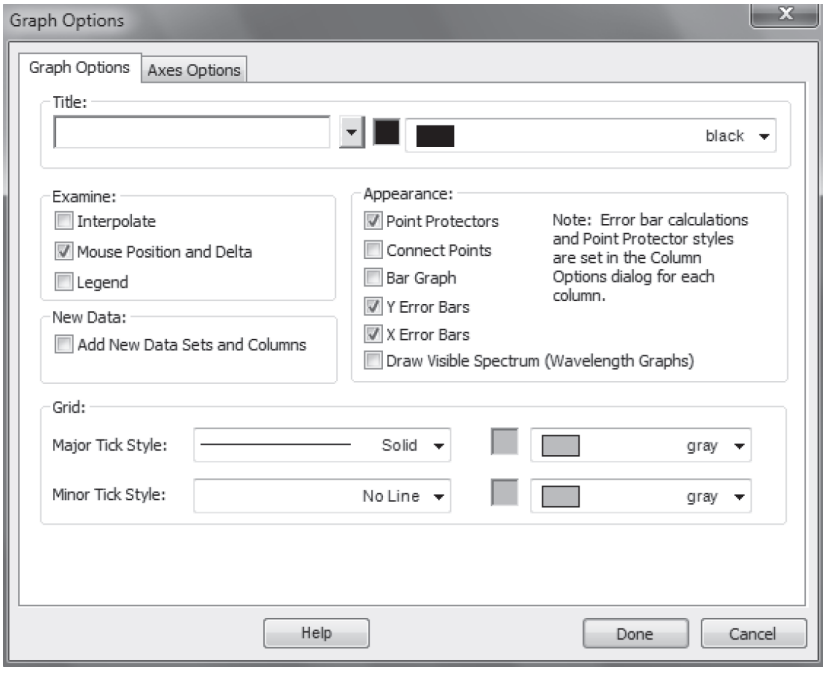


Skica poskusa, v kateri je začetni položaj spremenjen. Usmerjenost osi x je obrnjena v primerjavi s privzetimi nastavitvami slednika in kaže navpično proti sledniku, ničla osi x je postavljena na tla.

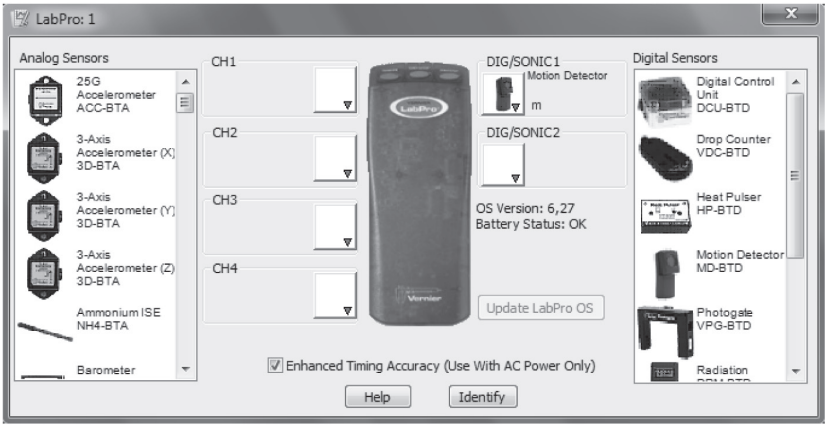
Dijaki predvidevajo in napovejo odvisnosti fizikalnih količin in skicirajo grafe. Pravilnost napovedi preverimo s poskusom.

Izvedba meritev (namigi in zvijače):

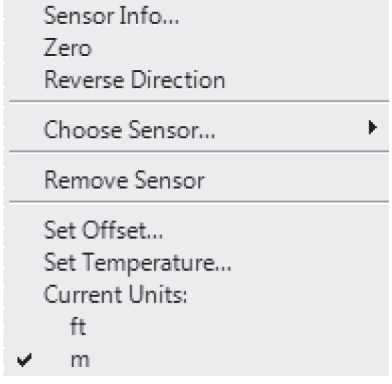
1. Začetna lega žoge naj bo nekaj dm pod slednikom.
2. V lastnostih grafa (menu **Options/Graf Options**) onemogočite povezavo med točkami, ki ustrezajo izmerkom – polje **Connect Points** mora biti odznačeno. Tako dobimo realnejši občutek o tem, kaj smo v resnici izmerili. Dejansko imamo končno množico izmerjenih leg med gibanjem, v katerih z ultrazvokom zadenemo žogo. Vmesno dogajanje ni izmerjeno, lahko pa o njem sklepamo.



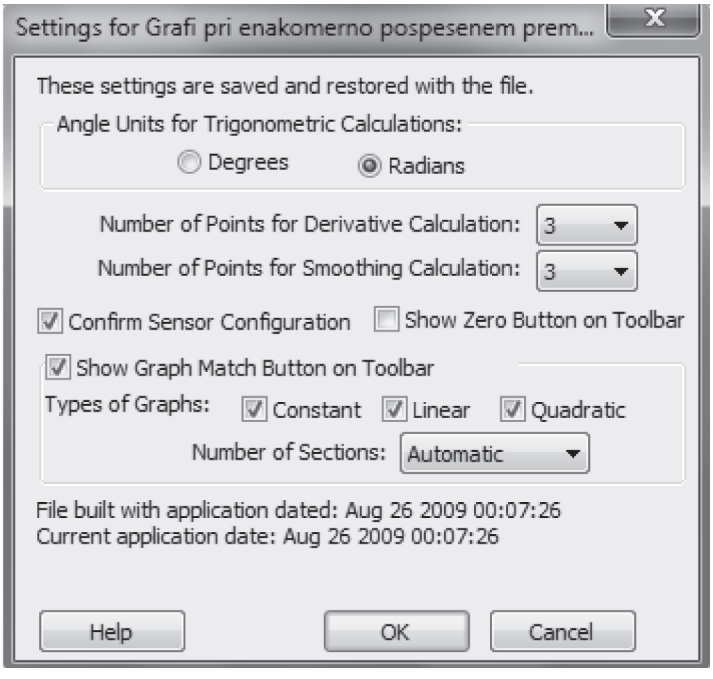
3. Z ukazom **Eksperiment/Set Up Sensors/Show All Interfaces** odprete okno, v katerem je prikaz vseh senzorjev, priključenih na vmesnik:



4. S klikom na ikono **Motion Detector** se vam odpre meni, v katerem dostopate do spreminjanja nastavitev ultrazvočnega slednika glede ničle (**Zero**) in izbire pozitivne smeri koordinatnega sistema (**Reverse Direction**).

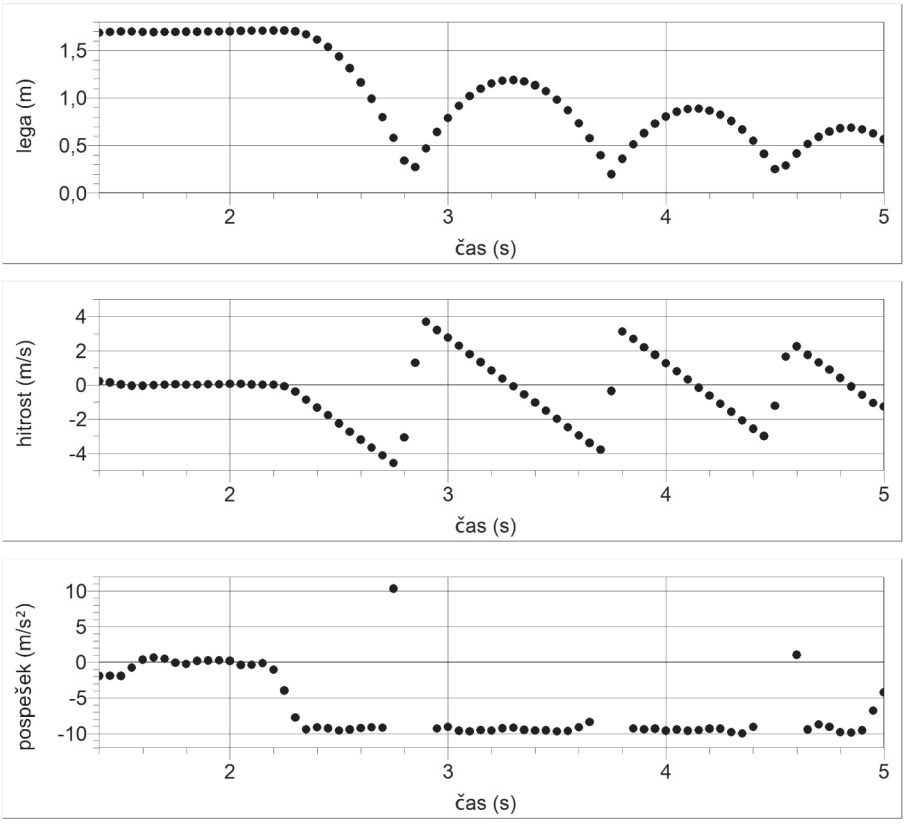


5. V izboru **File/Settings for Filename** ... nastavite število točk za izračunavanje odvodov na 3 in število točk za glajenje na 3. Privzeta vrednost je 7, kar povzroča težave v okolici »nezveznih« dogodkov za našo natančnost merjenja, kot je odboj od tal.



6. Graf pospeška v odvisnosti od časa dodate z ukazom **Insert/Graph**. Za zgornjo mejo grafa vtipkajte +12 m/s^2, za spodnjo pa -12 m/s^2. Avtomatska skala upošteva tudi velike pospeške in pojemke med odbojem, ki nas v tem primeru ne zanimajo in na grafu *a(t)* niso potrebni.
7. Vse tri grafe poravnate tako, da jih najprej označite (držite tipko **Shift** in z miško po enkrat kliknete na vsak graf), nato pa jih z ukazom **Page/Align Objects/Space Evenly Down** poravnate.
8. Z ukazom **Page/Group Graphs (X-Axes)** še poravnamo časovni osi obeh grafov.

Primer rezultatov meritve, ko je ničla koordinatnega sistema na tleh in kaže pozitivna smer navzgor proti ultrazvočnem sledniku gibanja:



Slika 33: »Daljice«, ki ustrezajo konstantnemu težnemu pospešku, so mnogokrat še bolj vijugaste kot na zgornjem grafu. O vplivu nenatančnosti lege na izračunane hitrosti in pospeške se je tu smiselno še enkrat pogovoriti.

Prilagajanje gradiva za dijake

Tukaj predstavljeno gradivo za dijake predstavlja enega izmed množice več gradiv. Napravite si nekaj kopij in jih poenostavite ali pa »začinite« z dodatnimi stopnjami težavnosti. Predlogi:

- Zahtevate le približne skice grafov v fazi padanja žoge, brez označenih časov in leg – osredotočimo se le na obliko grafov in predznake. Gibanje po odboju nas ne zanima.
- Zahtevate le približne skice grafov v fazi dviganja žoge, brez označenih časov in leg – osredotočimo se le na obliko grafov in predznake, s padanjem se ne ukvarjamo.
- * Zahtevate grafe obeh faz in postavite zahtevo, da na abscisni osi označijo:
  - t_{zp} – začetni čas prostega padanja,
  - t_{kp} – končni čas prostega padanja,
  - t_{zd} – začetni čas dviganja žoge po prvem odboju, ko se odlepi od tal, in
  - t_{kd} – končni čas dviganja žoge po prvem odboju, ko se odlepi od tal.

  Dijaki naj premislijo in zapišejo, kaj se dogaja v časovnem intervalu med t_{kp} in t_{zd}.

- ** Zahtevate grafe obeh faz in postavite zahtevo, da na abscisni osi označijo:
  - t_{zp} – začetni čas prostega padanja,
  - t_{kp} – končni čas prostega padanja,
  - t_{zd} – začetni čas dviganja žoge po prvem odboju, ko se odlepi od tal, in
  - t_{kd} – končni čas dviganja žoge po prvem odboju, ko se odlepi od tal.

  Dijaki naj premislijo in zapišejo, kaj se dogaja v časovnem intervalu med t_{kp} in t_{zd}. Pomembnejše lege gibanja naj določijo z uporabo dogovorjenih simbolov za dolžine in razdalje na ordinatni osi.
- Zahtevajte grafe za čas od trenutka, ko se žoga odlepi od tal, do trenutka, ko se ponovno dotakne tal.

3.5 Ohranitev energije

Samo Božič, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Gradivo je primerno za uporabo pri laboratorijskih vajah. Dijaki pri vaji samostojno preverijo veljavnost izreka o ohranitvi energije pri metu žoge navzgor. Največkrat na šoli ni dovolj eksperimentalne opreme, da bi lahko vsi dijaki hkrati izvajali vajo z računalnikom. Priporočamo, da štiri dvojice izvajajo vajo z računalniki, ostale štiri dvojice pa vajo s preprosto in lahko dostopno eksperimentalno opremo, npr. vajo Energija telesa pri gibanju po klancu. Navodilo za vajo je v poglavju 5.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • uporabljajo računalniško merilno opremo in računalniški program za delo s preglednicami, za risanje grafov in analizo podatkov; • uporabijo izrek o mehanski energiji in razložijo, kdaj se mehanska energija ohranja: $A = \Delta W_k + \Delta W_p + \Delta W_{pr}$; • vedo, v katerih primerih lahko uporabimo izrek o mehanski energiji, ter da je A delo vseh zunanjih sil razen teže; • izmerjene vrednosti prikažejo s tabelami in grafi z računalniškim programom *Logger Pro*.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki v dvojicah izvajajo eksperimentalno vajo, nato pa samostojno napravijo izračune in napišejo odgovore.				
Priporočilo za izvedbo	Pred izvedbo učne enote morajo dijaki poznati pojma kinetična in potencialna energija.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • 5 datotek programa Logger Pro (cmbl).			

Slika 34: Pripomočki pri izvedbi poskusa

Učni list za dijake

Ohranitev energije

Potrebna oprema: računalnik z vmesnikom, ultrazvočni slednik, žoga, tehtnica

Razlaga:

Iz izreka o kinetični in potencialni energiji sledi: Če je delo rezultante vseh zunanjih sil, razen sile teže, enako nič, potem se vsota kinetične in potencialne energije ohranja.

Če je $A = 0$, potem $W_{k1} + W_{p1} = W_{k2} + W_{p2} = konst$

Potek dela:

- Stehtajte žogo in zapišite njeno maso .....
- Postavite ultrazvočni slednik na mizo in zaženite program *Logger Pro*.
- S pritiskom na gumb lahko spremenite časovni interval meritve in pogostost zajemanja meritev.
- Vsaj 40 cm nad merilnik postavite žogo in počakajte, da sošolec pritisne tipko **Collect**.
- Žogo nato vrzite navpično navzgor.
- Dobljena grafa *h(t)* in *v(t)* shranite in natisnite ter odgovorite na vprašanja.

OPOZORILO: Bodite previdni, da vam pri metanju žoga ne pade na merilnik.

Vprašanja in naloge:

OSNOVNA NALOGA

- Na obeh grafih označite dva dogodka - trenutek (1), ko je imela žoga največjo hitrost, in trenutek (2), ko je bila v najvišji točki.
- Izračunajte kinetično in potencialno energijo žoge v prvem in drugem trenutku. Manjkajoče podatke razberite z grafov in tabel.

.....

- Ali se je pri metu žoge navzgor energija ohranila? Zapišite svojo ugotovitev.

.....

* **DODATNA NALOGA 1**

- V programu *Logger Pro* izrišite graf kinetične energije in graf potencialne energije v odvisnosti od časa. Primerjajte obe krivulji. Kaj se dogaja s kinetično energijo, medtem ko potencialna energija raste?

.....

- V programu izrišite še graf vsote kinetične in potencialne energije v odvisnosti od časa. Ali lahko na podlagi grafa sklepate, da se je med letom vsota kinetične in potencialne energije žoge ohranjala? Odgovor utemeljite.

- Ali lahko preverite veljavnost izreka tudi brez podatka o masi žoge? Odgovor utemeljite.

Priporočila za učitelje

Ohranitev energije

Potrebščine: računalniki, Vernierjevi vmesniki *Lab Pro*, ultrazvočni slednik, žoga (košarkaška, odbojkarska, nogometna ...)

Največkrat na šoli ni dovolj opreme, da bi lahko vsi dijaki hkrati izvajali vajo z računalnikom, vmesnikom in senzorjem. Vse gimnazije so bile leta 2004 opremljene s po štirimi kompleti računalnikov, vmesnikov in senzorjev. Če postavimo štiri komplete računalnikov z vmesniki skupaj v isti prostor, lahko vajo izvaja osem dijakov.

Za ostalih osem dijakov pripravimo drugo vajo, ki za izvedbo potrebuje preprosto in lahko dostopno eksperimentalno opremo. Dijaki jo izvajajo na drugem koncu razreda ali z laborantom v drugi učilnici. Primerna vaja za kombinacijo je *Energija telesa pri gibanju po klancu*, ki jo najdete v poglavju 5. Naslednjič se skupini zamenjata.

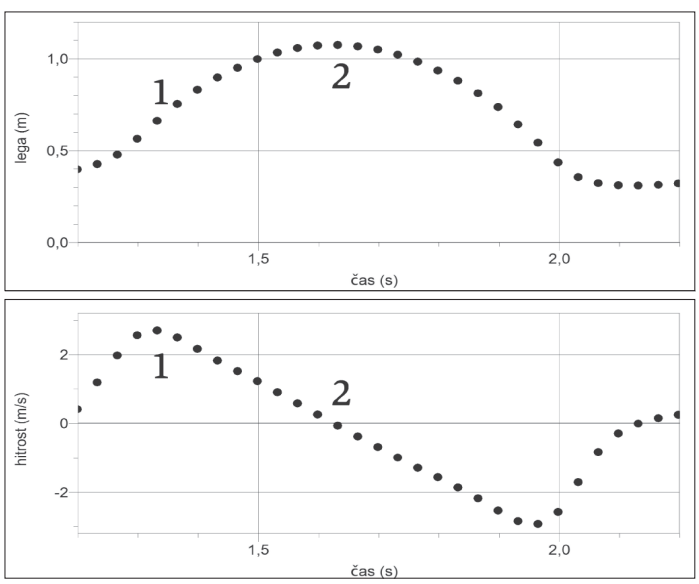
Priporočamo, da so dijaki predhodno seznanjeni z delovanjem ultrazvočnega slednika in z uporabo ukaza **New Calculated Column** (v meniju **Data**) v programu *Logger Pro*.

OPOZORILO: Pri metanju žoge nad merilnikom je potrebna previdnost. Paziti je treba, da žoga ne pade na merilnik. Zaradi varnosti lahko slednik pritrdimo na višino in ga usmerimo navzdol, kar pa nam oteži predpripravo na izvedbo laboratorijske vaje.

Rešitve:

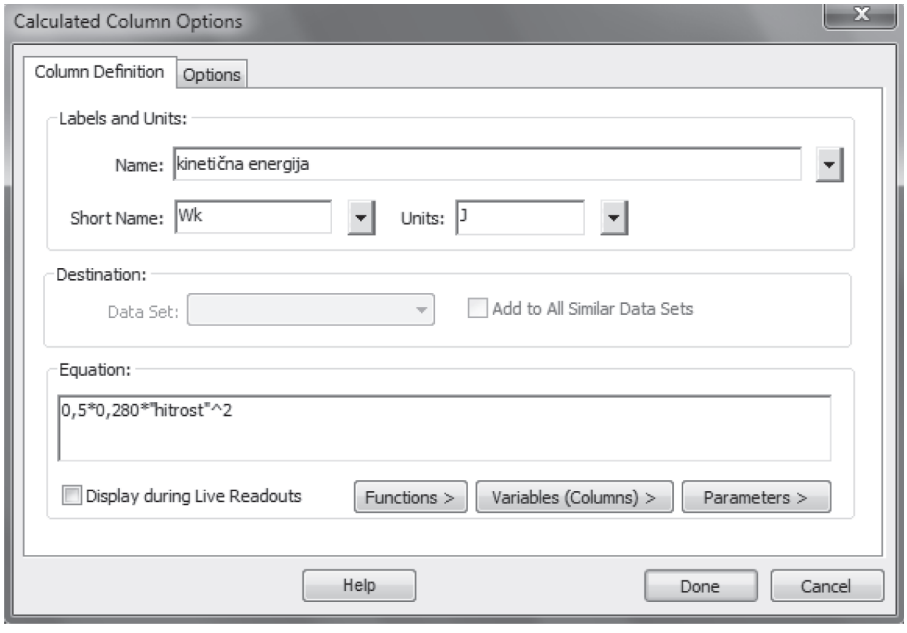
Podane rešitve so za žogo za odbojko z maso 280 g. Na sliki 35 sta označena dogodka, ko je imela žoga največjo hitrost (1) in ko se je žoga nahajala v najvišji točki (2).

dogodek	*t (s)*	*h (m)*	*v (m/s)*	*Wk (J)*	*Wp (J)*	*Wk+Wp (J)*
1	1,33	0,662	2,70	1,0	1,8	2,8
2	1,63	1,075	–0,06	0,0	3,0	3,0



Slika 35: Graf višine in hitrosti žoge v odvisnosti od časa

Kinetično energijo in potencialno energijo izračunamo s pomočjo ukaza **New Calculated Column**, ki ga izberemo v meniju **Data**. V okno vpišemo podatke za novo količino.



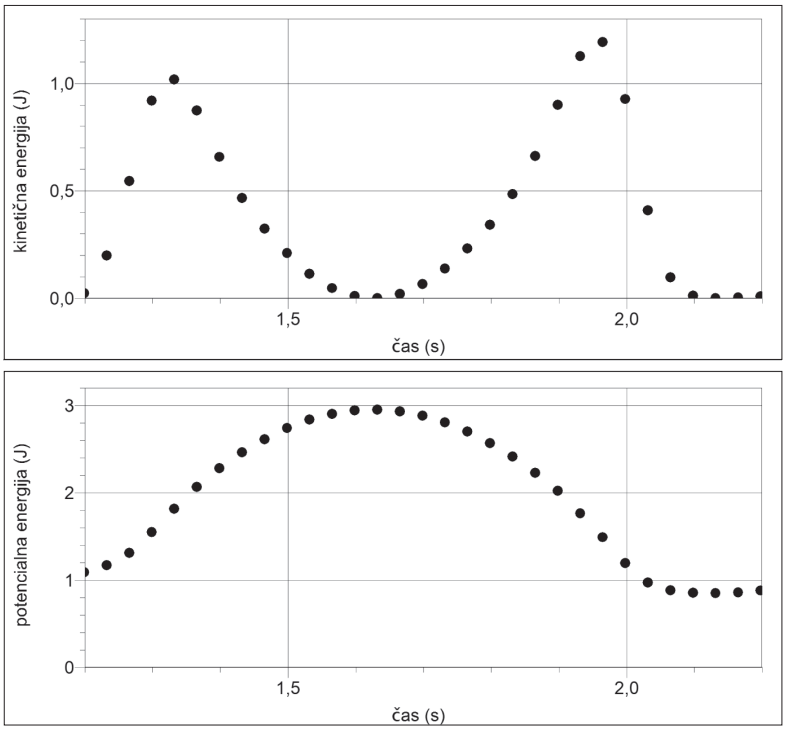
V vrstico *Equation* vpišemo števila in količine, ki jih izbiramo izmed **Variables**. Pri vpisu uporabljamo računske znake + , –, * , / in ^ ali pa uporabimo izbrane funkcije **Functions**.

Kinetično energijo žoge izračunamo z enačbo $W_k = \frac{1}{2}\ m\ v^2$. Žoga ima maso 280 g. Izmed ponujenih spremenljivk **Variables (Columns)** izberemo »*hitrost*«. Za potence se uporablja znak ^. Enačbo za kinetično energijo žoge bo računalnik razumel v zapisu:

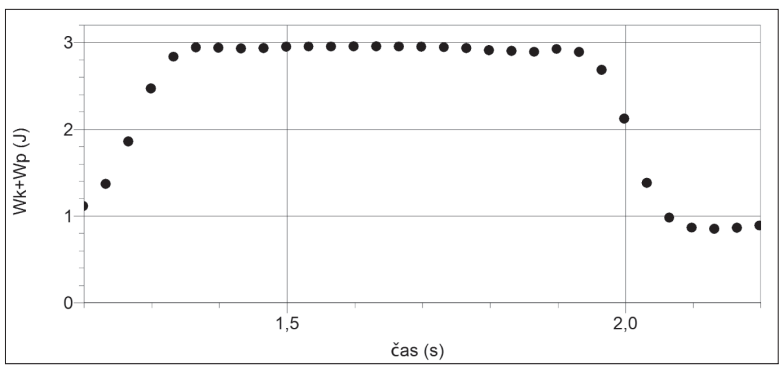
0,5 * 0,280 * “hitrost” ^ 2.

V tabeli se pojavi nov stolpec izračunanih vrednosti na novo definirane količine. Če želimo izrisati še graf, v meniju **Insert** izberemo ukaz **Graph**.

Podobno izračunamo še potencialno energijo in vsoto kinetične in potencialne energije žoge in narišemo grafe.



Slika 36: Graf kinetične in potencialne energije žoge v odvisnosti od časa

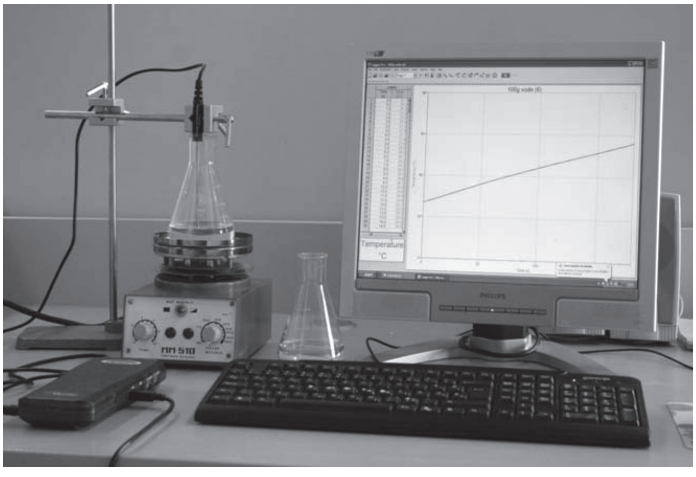


Slika 37: Graf vsote kinetične in potencialne energije žoge v odvisnosti od časa

3.6 Specifična toplota kapljevin

Ivanka Toman, Tehniški šolski center Kranj

Kratek opis za učitelje	Za izvedbo vaje potrebujemo računalniški merilni sistem s temperaturnim senzorjem. Izvedemo tri poskuse zaradi primerjave rezultatov (segrevamo 100 g olja, 200 g olja, 100 g vode). Grafe natisnemo. Na osnovi grafov dijaki ugotavljajo odvisnost temperature od časa in kako na spremembo temperature vpliva masa in vrsta snovi.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • uporabljajo računalniško merilno opremo; • uporabljajo računalniški program za risanje grafov; • na osnovi meritev iščejo zveze med fizikalnimi količinami; • ovrednotijo pomen eksperimenta pri preverjanju fizikalnih zakonitosti; • uporabijo definicijo specifične toplote; • uporabijo enačbe, ki povezujejo fizikalne količine in izračunajo iskano količino.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Učno enoto lahko izvedemo kot laboratorijsko vajo, ki jo dijaki izvajajo v skupinah. Če nimamo dovolj opreme, poskuse izvedemo demonstracijsko, dijakom pa v obravnavo razdelimo posnete grafe. Dijaki grafe samostojno analizirajo.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo kot obravnavo nove snovi.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	lahka	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 38: Za vajo potrebujemo računalniški merilni sistem s temperaturnim senzorjem (slika: Vera Brezar).

Demonstracijski poskus

Specifična toplota kapljevin

Potrebna oprema: 3 steklene čaše, 100 g vode, 100 g in 200 g olja, magnetno mešalo, grelnik, temperaturni senzor, računalnik z ustrezno programsko opremo in tiskalnik

Potek dela:

Priklopite grelnik na delovno temperaturo. V čašo položite magnet, nalijte 100 g vode in vanjo potopite temperaturni senzor. Čašo postavite na segret grelnik, vklopite magnetno mešalo in začnite z merjenjem. Po končani meritvi shranite graf za nadaljnjo obravnavo.

Meritev ponovite s 100 g olja in 200 g olja.

Natisnite grafe za vse tri meritve in jih oštevilčite:

Graf 1: Segrevanje 100 g vode

Graf 2: Segrevanje 100 g olja

Graf 3: Segrevanje 200 g olja

Učni list za dijake

Specifična toplota kapljevin

Namen vaje: ugotavljanje odvisnosti med fizikalnimi količinami na osnovi grafov, uporaba enačbe, ki povezujejo fizikalne količine in izračun iskane količine.

Potek vaje:

Izvedli smo naslednje poskuse: segrevali smo 100 g vode, 100 g olja in 200 g olja. Učitelj vam bo razdelil liste, na katerih so prikazani izmerjeni grafi za opisane tri poskuse. Pogoji segrevanja so bili pri vseh poskusih enaki.

Naloga:

1. Iz oblike grafov ugotovite, kakšna je odvisnost med temperaturo in časom pri segrevanju.

   .....

2. Iz grafov odčitajte, kolikšna je sprememba temperature v eni minuti na izbranem odseku.

   Dopolnite in odgovorite:

   V eni minuti se je 100 g vode segrelo za _____ °C, 100 g olja pa za _____ °C. Kaj sklepate iz teh meritev?

   .....

   V eni minuti se je 100 g olja segrelo za _____ °C, 200 g olja pa za _____ °C. Kaj sklepate iz teh meritev?

   .....

3. Kaj vpliva na hitrost segrevanja snovi?

   .....

4. Specifična toplota vode je 4200 J/kgK. Kaj nam pove ta podatek?

   .....

* **DODATNA NALOGA**

Vodo in olje smo segrevali pod enakimi pogoji. S pomočjo znane specifične toplote vode izračunajte specifično toploto olja. Pomagajte si s prejšnjimi ugotovitvami in z učbenikom. Dobljeno specifično toploto olja primerjajte z vrednostjo iz tabele. Navedite vzroke za morebitna odstopanja.

Priporočila za učitelje

Specifična toplota kapljevin

Dijaki lahko opisane poskuse izvedejo kot laboratorijsko vajo. Pri delu uporabljajo temperaturni senzor, vmesnik in programsko opremo, vse to pa pripravimo že pred vajo. Pripraviti moramo varno delovno mesto za dijaka: preverimo delovanje grelnika, odmaknemo grelnik od tipkovnice in računalnika, dijakom damo navodila za varno delo. Poskrbimo za enake pogoje pri segrevanju: temperatura okolice, delovna temperatura grelnika, enake posode, hitrost mešanja.

Dogovorimo se za nastavitev parametrov na grafu (čas merjenja, temperaturni interval, vzorčenje). Grafe dijaki natisnejo in analizirajo.

Potek dela:

Najprej segrejemo grelnik na delovno temperaturo. V ustrezno posodo položimo magnet, posodo postavimo na tehtnico in nalijemo 100 g vode. V vodo namestimo temperaturni senzor in posodo postavimo na segret grelnik. Vklopimo magnetno mešalo in sprožimo meritev. Mešanje mora biti dovolj počasno, da je dovedeno delo zaradi mešanja zanemarljivo v primerjavi z dovedeno toploto. Ker grelnik vzdržuje stalno temperaturo grelne plošče, je v dovolj kratkem časovnem intervalu dovedena toplota sorazmerna s časom.

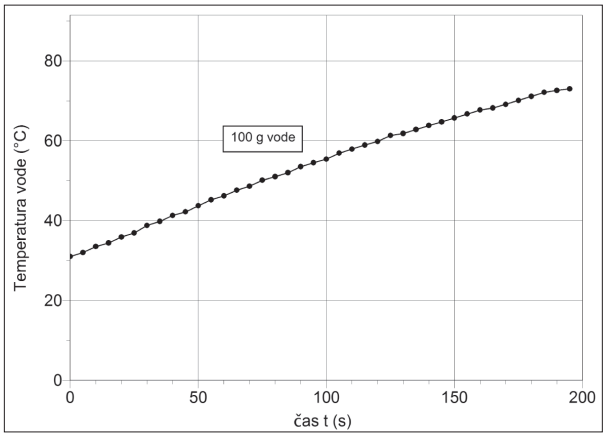
Pri analizi grafov dijake opozorimo na nelinearnost grafa in skupaj ugotavljamo vzroke: neizolirana in nepokrita posoda, doveden toplotni tok se z večanjem temperature kapljevine začne manjšati.

Demonstracijsko lahko izvedemo meritve, pri katerih vode ne mešamo in utemeljimo, zakaj moramo pri poskusih vodo vedno mešati.

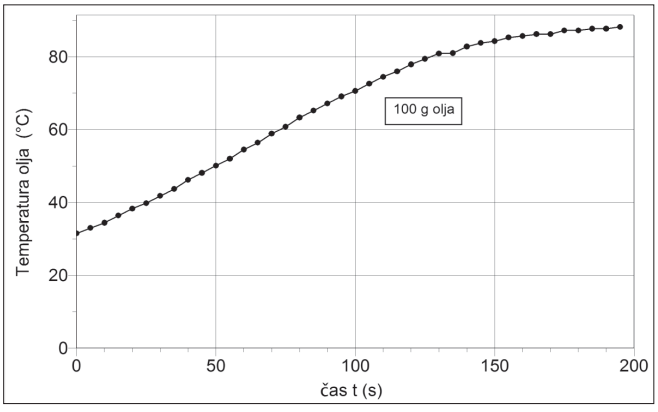
Natančnejše rezultate dobimo, če v izolirani posodi segrevamo kapljevino s potopnim grelnikom. Če je znana moč grelnika (ali če merimo napetost in tok za grelnik), lahko dijaki izračunajo, koliko toplote je voda prejela v času poskusa.

V primeru da na šoli nimamo dovolj opreme, poskuse izvedemo demonstracijsko in dijakom razdelimo posnete grafe.

Primer analize grafov:



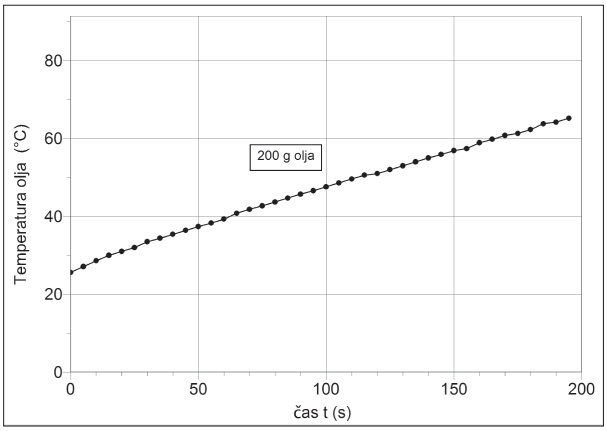
Graf za segrevanje 100 g vode



Graf za segrevanje 100 g olja

Primerjamo hitrost segrevanja enake količine vode in olja in opazimo zelo veliko razliko. V 60 sekundah se 100 g olja segreje za 24°C, 100 g vode pa le za 14°C. Iz tega lahko sklepamo, da je specifična toplota vode večja od specifične toplote olja. Če obema materialoma dovajamo enako količino toplote, se bo olje segrevalo hitreje.

Ko primerjamo naklon grafov 2 in 3, lahko opazimo, da se v 60 sekundah segreje 100 g olja za 24°C, 200 g olja pa za 12°C. Torej se dvakrat večja masa segreva dvakrat počasneje.



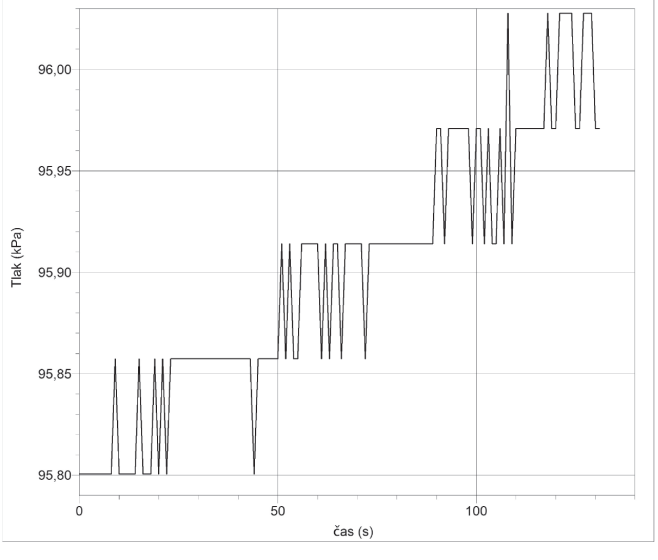
Graf za segrevanje 200 g olja

Pri vprašanju na višji zahtevnostni ravni (*) dijaki potrebujejo enačbo za izračun toplote $Q = mc_p\Delta T$ in jo zapišejo za vodo in olje. Ob predpostavki, da so bili pogoji segrevanja enaki, izenačijo toploto pri segrevanju in izračunajo specifično toploto olja. Na osnovi zgornjih grafov dobimo za specifično toploto olja 2400 J/kgK. V literaturi največkrat omenjajo, da je specifična toplota olja približno dvakrat manjša od specifične toplote vode. Kot vzroke za odstopanja dijaki navedejo toplotne izgube (neizolirana in nepokrita čaša), nekateri omenijo tudi neenakomerno dovajanje toplote.

3.7 Gostota zraka

Peter Jevšenak, Šolski center Velenje

Kratek opis za učitelje	Z demonstracijsko eksperimentalno vajo z računalniškim merilnim sistemom (senzor tlaka, sledilnik gibanja) približno izmerimo, kako se spreminja zračni tlak z višino. Meritve lahko napravijo dijaki, učitelj poskrbi za pripomočke in pravilen potek. Vajo lahko izvedemo, če je višinska razlika med najnižjim in najvišjim nadstropjem na šoli vsaj 10 metrov.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • spoznajo računalnik z vmesnikom in senzorjem kot merilni sistem za zajemanje podatkov; • grafično prikažejo zvezo med fizikalnimi količinami; • razlikujejo primere, ko merimo tlak ali razliko tlaka; • kvalitativno razložijo, kako se zračni tlak spreminja z višino.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Za meritve potrebujemo 10 do 15 minut, nato pa dijaki iz meritev (glej sliko) samostojno izračunajo gostoto zraka in odgovorijo na vprašanja.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvajamo, ko dijaki že poznajo tlak v tekočinah.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	lahka	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 39: Naraščanje zračnega tlaka, ko gremo z merilnikom tlaka iz 4. nadstropja v pritličje. Zaradi majhne višinske razlike so spremembe tlaka na meji občutljivosti merilnika.

Učni list za dijake

Gostota zraka

OSNOVNA NALOGA

Z merjenjem spreminjanja zračnega tlaka z višino izračunajte gostoto zraka.

Namen vaje: razumevanje fizikalnih konceptov (zračni tlak, padanje tlaka z višino), spoznavanje računalniško-merilnega sistema Vernier, risanje in branje grafov

Potrebna oprema: računalniški merilni sistem s senzorjem tlaka in ultrazvočnim slednikom, meter

Dodatna razlaga:

Pri majhnih spremembah višine v atmosferi (do nekaj deset metrov) lahko predpostavimo, da je gostota zraka konstantna, pri čemer za spreminjanje tlaka z višino velja enačba:

$p = p_0 - \rho \cdot g \cdot h$

p_0 – zračni tlak v najnižji točki poskusa	p – zračni tlak v višji točki poskusa
ρ – gostota zraka	h – višinska razlika

Potek dela:

Učitelj vam bo predstavil računalniški merilni komplet in senzor tlaka. Najprej boste izmerili zračni tlak v učilnici (p_0). Nato naj izbrani dijak ponese računalniški vmesnik s senzorjem tlaka v najvišje nadstropje šole. Ostali dijaki v skupinah sami načrtujte poskuse, kako bi čim natančneje izmerili višinsko razliko h med najvišjim nadstropjem in pritličjem. Ena skupina lahko uporabi ultrazvočni slednik.

Pri ponovnem priklopu vmesnika s senzorjem tlaka na računalnik program izriše spremembe tlaka v odvisnosti od časa pri hoji dijaka od najvišjega nadstropja v pritličje. Diagram (glej sliko) bo učitelj projiciral na platno. Iz izmerjene višinske razlike in podatkov na diagramu izračunajte gostoto zraka.

Meritve in izračuni:

Vprašanje:

Ob predpostavki, da je gostota zraka v atmosferi konstantna, narišite graf za zračni tlak v odvisnosti od višine $p(h)$. Za več točk na premici lahko izračunate tlak na izbranih višinah npr. 1000 m, 2000 m ... Kako visoko bi segala taka atmosfera?

Opomba: gostota zraka se v resnici z višino manjša in atmosfera sega precej više, kot bo pokazal graf.

Priporočila za učitelje

Gostota zraka

Eksperimentalno vajo *Gostota zraka* po fizikalni zahtevnosti uvrščam med lažje, izvajamo jo demonstracijsko z udeležbo dijakov, potrebno računalniško merilno opremo imajo vse srednje šole.

Za uspešno izvedbo vaje pa je vseeno dobro upoštevati nekaj napotkov:

Naša fizikalna učilnica je v pritličju, šola pa ima štiri nadstropja, tako da je maksimalna višinska razlika 16,8 m. Če razliko tlakov večkratnih ponovitev preračunam na nadstropje, znese povprečno 56 Pa na 4,2 m višine. Tako dobimo za gostoto zraka okrog 1,3 kg/m^3. Po izkušnjah mora biti višinska razlika vsaj 10 m za rezultat okoli 1,4 do 1,5 kg/m^3.

Dijak naj odnese vmesnik in senzor v najvišje nadstropje in ga šele tam vklopi. Vklopljenega naj drži na dogovorjeni višini (ob pasu) vsaj 10 sekund, potem pa se začne spuščati po stopnicah. V vsakem nadstropju se lahko ustavi za nekaj sekund. Med premikanjem meritve niso več natančne, saj so spremembe tlaka na meji občutljivosti merilnika. Pri meritvi lahko z grafa razberemo minimalni in maksimalni tlak, hkrati pa lahko na grafu vidimo večanje tlaka, ko se dijak spušča po nadstropjih.

Za natančno meritev višine nadstropja lahko uporabimo ultrazvočni slednik gibanja. Treba je izmeriti tudi debelino betonske plošče. To je po navadi možno na stopnišču.

Iz izmerjene gostote 1,3 kg/m^3 lahko izračunamo, kako visoko bi segala atmosfera, če se gostota ne bi spreminjala z višino. Pri podatkih p_0 = 96,77 kPa (Velenje, n. v. 400 m) in ρ = 1,3 kg/m^3 bi bil vrh atmosfere 7300 m nad Velenjem.

Po plinski enačbi dobimo za gostoto zraka pri sobni temperaturi slabih 1,2 kg/m^3. Glavni razlog neujemanja je verjetno v nenatančnosti merilnika tlaka, ki tako majhnih sprememb ne meri natančno.

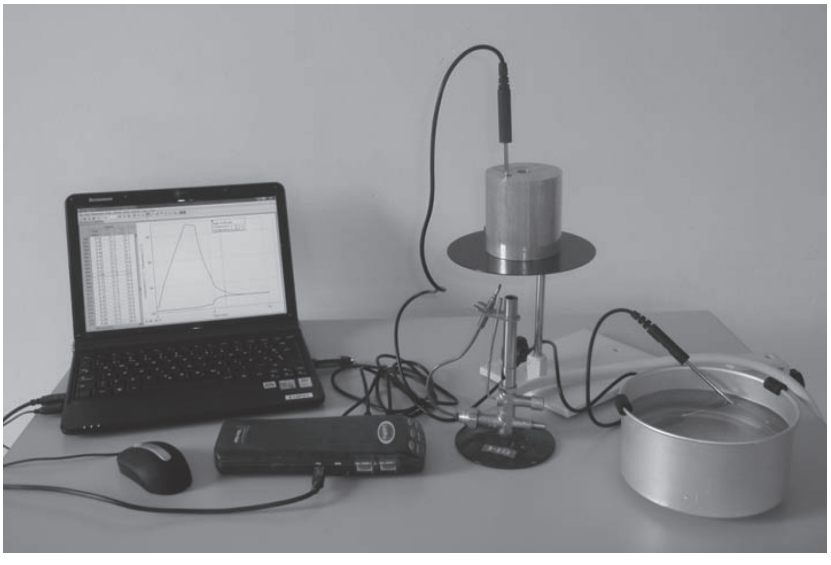
Priprava vmesnika na merjenja brez povezave z računalnikom

V vmesnik je treba vstaviti štiri napolnjene 1,5-voltne baterije velikosti AA. Nato vmesnik povežemo z računalnikom in senzorjem tlaka. V Logger Pro okolju kliknemo možnost **Experiment/Remote/Setup/LabPro:1**. V prikazanem okencu **Labpro Remote Setup** preverimo nastavitve (čas zajemanja 900 s, hitrost zajemanja 1 meritev na sekundo) in potrdimo. Prikaže se okno, ki nas obvesti, da lahko vmesnik odklopimo od računalnika in električnega omrežja. Če je vse v redu, sta prižgani rumena in zelena kontrolna lučka. Vmesnik s senzorjem tlaka odnesemo na želeno mesto in s tipko **Start/Stop** sprožimo meritev. Tedaj začne utripati zelena lučka. Ko končamo meritev, pritisnemo tipko **Start/Stop**. Nato vmesnik priključimo nazaj na računalnik in potrdimo, da želimo prenesti podatke. Na zaslonu se izriše graf, ki kaže tlak v odvisnosti od časa. Program po navadi dobro izbere meje, tako da grafa ni treba popravljati.

3.8 Zmesna temperatura

Peter Šlajpah, Gimnazija Želimlje

Kratek opis za učitelje	S pomočjo Vernierjeve opreme merimo temperaturo vzorca snovi z višjo temperaturo, ki ga nato potopimo v hladnejšo vodo. Opazujemo časovni potek vzpostavljanja termodinamičnega ravnovesja. Iz pridobljenih podatkov lahko računamo specifično toploto merjenca ali zmesno temperaturo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • grafično prikažejo zveze med fizikalnimi količinami; • ponovijo in uporabijo definicijo toplote; • poznajo specifično toploto in jo uporabijo pri računanju; • presodijo zanesljivost pridobljenih rezultatov; • pri računanju uporabijo poenostavljena pravila za upoštevanje merskih napak pri osnovnih računskih operacijah in zapisu rezultata.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Učitelj predstavi problem, nato dijaki samostojno rešujejo uvodna vprašanja. Učitelj izvede demonstracijski poskus ali predstavi shranjene rezultate (Vernierjeva datoteka).				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvajamo kot utrjevanje znanja o toploti in specifični toploti.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 40: Eksperimentalna oprema za vajo

Učni list za dijake

Zmesna temperatura

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: uporaba zakona o ohranitvi energije za izračun specifične toplote aluminija

Potrebna oprema: računalnik, vmesnik Vernier in dva temperaturna senzorja, kovinski merjenec, posoda z vodo, plinski grelnik

Naloga:

Ob stiku dveh teles različnih temperatur teče toplota s telesa z višjo temperaturo na telo z nižjo temperaturo. Toplota teče, dokler se ne vzpostavi termodinamično ravnovesje, ko imata obe telesi isto (zmesno) temperaturo T. Če sta telesi toplotno izolirani od okolice, je toplota Q_1, ki jo odda telo z višjo temperaturo, enako velika kot toplota Q_2, ki jo prejme telo z nižjo temperaturo:

$Q_1 = Q_2$

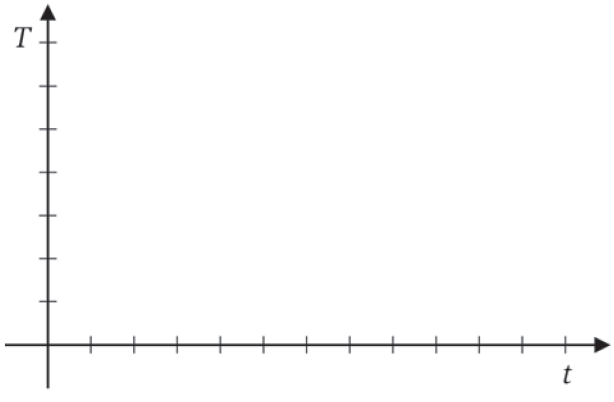
$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2$

Telo z višjo temperaturo je merjenec, ki ga bomo najprej segreli s plinskim gorilnikom, nato pa potopili v vodo z nižjo temperaturo.

Izmerjena masa merjenca: _____; masa vode: _____

Potek dela:

1. Napovejte približno vrednost zmesne temperature, če vemo, da je specifična toplota vode večja od specifične toplote merjenca. Podatke o začetni temperaturi vode in merjenca posreduje učitelj.
2. Na spodnjem grafu $T(t)$ skicirajte predvidene spremembe temperature merjenca od trenutka, ko ga začnemo segrevati, preko ohlajanja v vodi do stanja, ko skupaj z vodo doseže zmesno temperaturo. V isti diagram približno narišite tudi, kako se je spreminjala temperatura vode.



3. Primerjajte svoja predvidevanja s prikazanim grafom.

.....

4. Iz projiciranega grafa *T(t)* preberite potrebne podatke o začetnih temperaturah merjenca in vode ter izračunajte specifično toploto merjenca.

Meritve in izračuni:

5. Ugotovite, iz katere snovi je merjenec, in primerjajte dobljeni rezultat s podatki iz literature.

6. Z besedami opišite potek spreminjanja temperature merjenca.

7. ** Kako bi se spremenil potek grafa, če bi uporabili druge snovi (železo, svinec, medenino ...) ali vzorce z manjšo (večjo) maso?

8. ** Komentirajte morebitna odstopanja (vzroki, predlogi za izboljšave merjenja ...) in razliko izrazite na relativen način.

*** DODATNA NALOGA 1**

Z znano specifično toploto merjenca izračunajte zmesno temperaturo pri opravljeni meritvi.

Rezultat primerjajte s predvideno in izmerjeno vrednostjo. Razliko izrazite na relativen način.

**** DODATNA NALOGA 2**

Kako na merilni rezultat vpliva posoda, v kateri je voda?

Ponovite izračun zmesne temperature tako, da boste upoštevali tudi posodo.

Masa (aluminijeve) posode je _____ g.

Priporočila za učitelje

Zmesna temperatura

Računanje specifične toplote (aluminija ali kake druge snovi) in zmesne temperature izvedemo na osnovi merjenj, pri katerih uporabimo Vernierjev vmesnik in dva termometra.

Poskus lahko izvedemo v celoti ali pa ga samo opišemo in uporabimo merilne rezultate, ki smo jih pridobili s predhodnim merjenjem in jih shranili v datoteko.

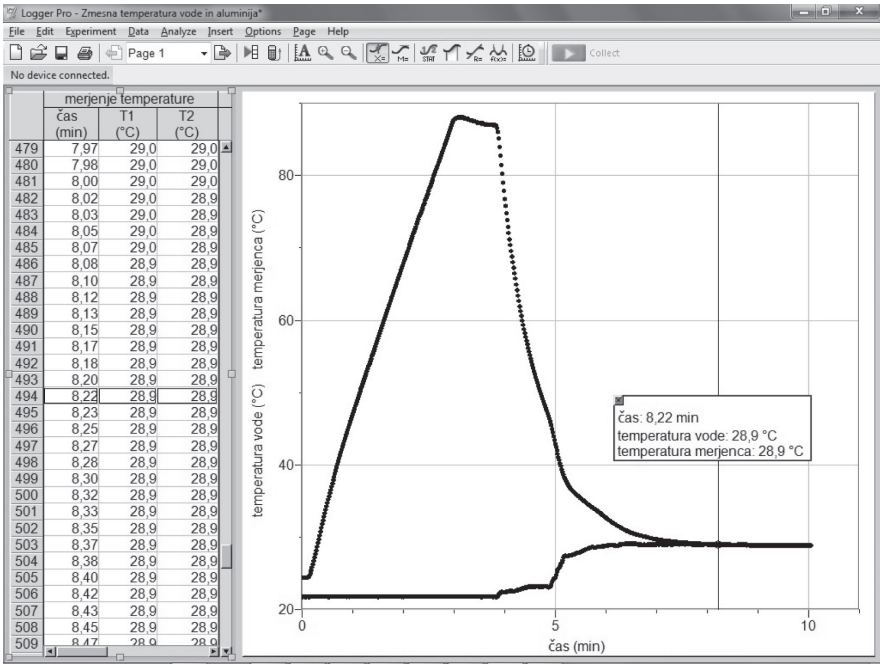
Preden dijaki ugotavljajo predvideno zmesno temperaturo, jim posredujemo podatke o temperaturi merjenca in vode pred mešanjem.

Graf pokažemo šele, ko so dijaki že narisali svoj predlog.

Da lahko merimo temperaturo merjenca, potrebujemo vzorec z merilno izvrtino, v katero vstavimo sondo termometra. Če takega vzorca nimamo, si lahko pomagamo s potapljanjem vzorca v vročo vodo, katere temperaturo lahko merimo.

Podatki o masi merjenca (aluminij), vode in posode za spodaj prikazano meritev so:

m_{al} = 1007 g, m_v = 1565 g, m_p = 167 g.



Slika 41: Primer meritve

Skupaj z dijaki komentiramo potek grafov; predvsem razne »nepravilnosti« na njih.

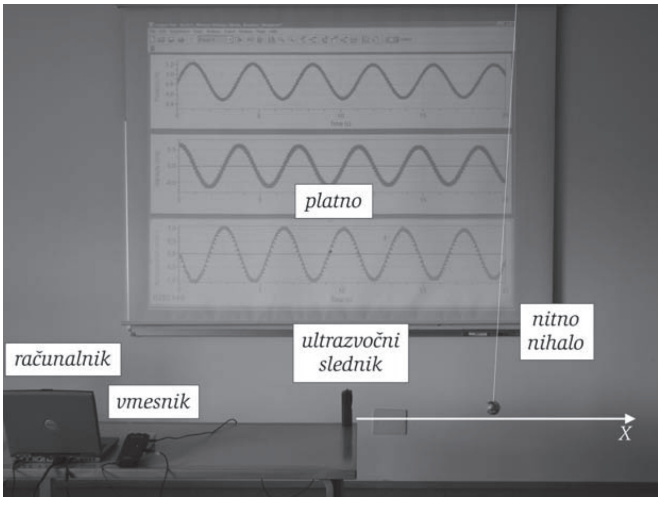
Graf lahko natisnemo in razdelimo dijakom, da ga priložijo poročilu.

Opisana vaja je demonstracijske oblike, lahko pa jo izvedemo kot vajo za dijake tako, da sami merijo temperaturo s termometrom, merjence (različnih snovi) pa segrevamo v vroči vodi.

3.9 Grafi pri nihanju nitnega nihala

Samo Božič, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Dijaki bodo z lastno aktivnostjo in s prikazom demonstracijskega poskusa nihanja nitnega nihala spoznali obliko grafov $x(t)$, $v(t)$ in $a(t)$ in povezave med njimi ter spoznali odvisnost pospeška od lege telesa pri sinusnem nihanju. Demonstracijski poskus izvedemo z ultrazvočnim slednikom, ki je prek vmesnika povezan z računalnikom. Dogajanje na računalniku prikazujemo na platnu.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • analizirajo fizikalni pojav – nihanje nitnega nihala; • opišejo nihanje in nitno nihalo ter njegove lastnosti; • grafično prikažejo časovno spreminjanje odmika pri sinusnem nihanju (sled nihanja) in iz grafa odmika v odvisnosti od časa določijo amplitudo in nihajni čas; • iz grafa odmika v odvisnosti od časa znajo skicirati grafa hitrosti in pospeška v odvisnosti od časa.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Učitelj izvede demonstracijske poskuse in meritve. Med izvajanjem poskusov dijaki samostojno odgovarjajo na vprašanja z delovnega lista.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvajamo kot obravnavo nove učne snovi.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	Da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • datoteka programa Logger Pro (cmbl).			



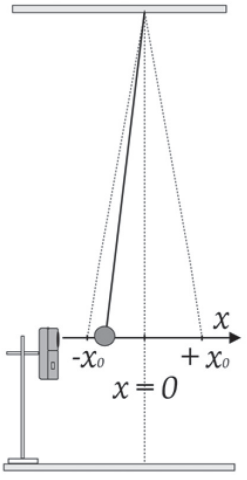
Slika 42: Pripomočki pri izvedbi poskusa

Učni list za dijake

Grafi pri nihanju nitnega nihala

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: V učni uri boste spoznali obliko grafov *x(t)*, *v(t)* in *a(t)* pri nihanju nitnega nihala.



Opis poskusa:

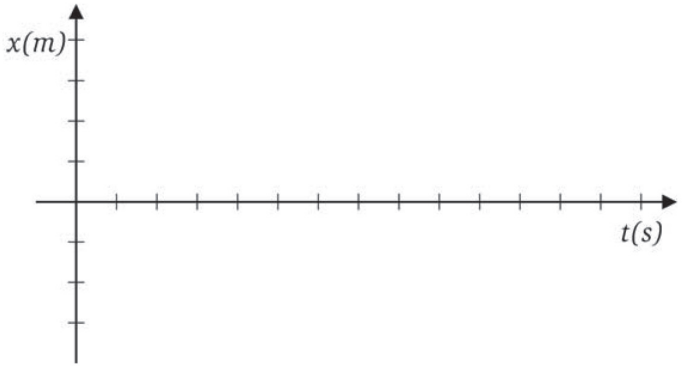
Kroglo obesimo na dolgo vrvico. Izmaknemo jo iz ravnovesne lege in spustimo (glejte sliko).

Skupina A: Z merjenjem začnemo ($t = 0$), ko se krogla giblje v desno in gre skozi ravnovesno lego ($x = 0$).

Skupina B: Z merjenjem začnemo ($t = 0$), ko je krogla v desni skrajni legi ($x = +x_0$).

Naloga:

1. Opazujte nihanje nitnega nihala in skicirajte graf odmika od ravnovesne lege v odvisnosti od časa *x(t)*. Poskušajte skicirati graf v merilu, pri čemer čase in vrednosti za odmike ocenite brez merilnih pripomočkov.



Graf 1: Približno skicirajte graf: odmik od ravnovesne lege v odvisnosti od časa *x(t)*.

2. S sošolcem iz druge skupine se posvetujta in primerjajta skicirana grafa. Zapišite vsaj eno podobnost in vsaj eno razliko.

.....

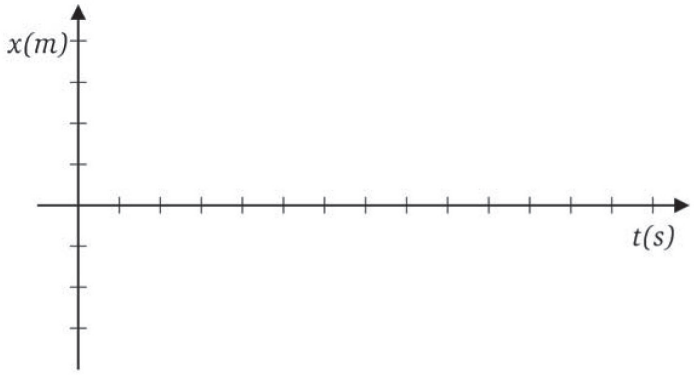
3. Počakajte, da učitelj izvede poskus za obe skupini. Preverite, ali je bila vaša napoved pravilna, in v koordinatni sistem [Graf 2] narišite pravilni graf odmika v odvisnosti od časa *x(t)*.

4. S pomočjo grafa *x(t)* [graf 2] in opazovanja nihanja predvidite, kakšen je graf hitrosti krogle v odvisnosti od časa *v(t)* in ga narišite v koordinatni sistem [graf 3].

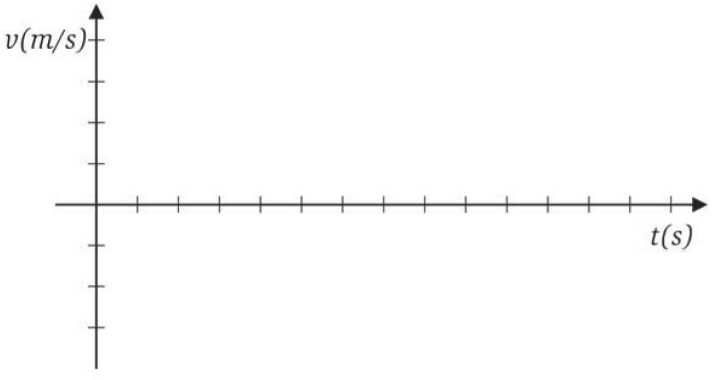
Namigi in vprašanja, ki naj vam bodo v pomoč pri razmisleku in risanju:

- Pri risanju vseh treh grafov uporabite isto časovno skalo.
- Razmislite o smeri hitrosti. Kje je hitrost krogle največja in kje enaka 0 m/s?

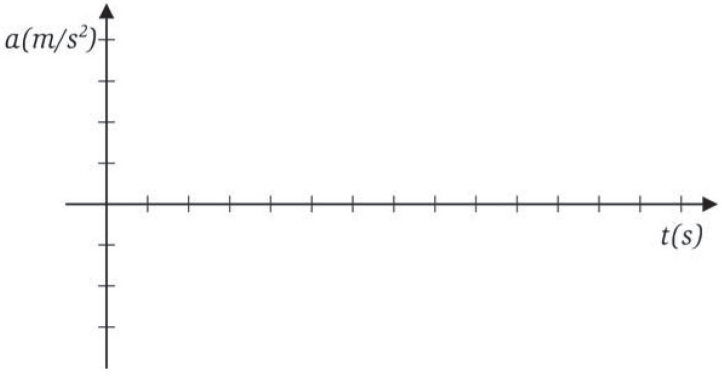
Počakajte, da učitelj izvede poskus z računalniškim zajemanjem meritev, in preverite, ali je bila vaša napoved pravilna.



Graf 2: Narišite pravilni graf: odmik od ravnovesne lege v odvisnosti od časa $x(t)$.



[Graf 3]



[Graf 4]

*** DODATNA NALOGA 1**

5. ** S pomočjo grafov *x(t)* in *v(t)* ter opazovanja nihanja predvidite, kakšen je graf pospeška v odvisnosti od časa *a(t)*. Narišite ga v koordinatni sistem [graf 4].

   Namig, ki vam bo v pomoč pri razmisleku in risanju:

   - Razmislite o smeri pospeška. Kje je pospešek krogle največji in kje enak 0 m/s^2?

**** DODATNA NALOGA 2**

6. ** Primerjajte grafa *x(t)* in *a(t)*. Razmislite, v čem sta si grafa podobna in v čem različna. S pomočjo ugotovitev skušajte zapisati enačbo, ki bi opisala zvezo med pospeškom krogle in odmikom od ravnovesne lege.

7. ** Napovejte in skicirajte obliko grafa pospeška krogle v odvisnosti od odmika od ravnovesne lege.

Priporočila za učitelje

Grafi pri nihanju nitnega nihala

Potrebščine: računalnik s projektorjem, Vernierjev vmesnik LabPro, ultrazvočni slednik, nitno nihalo

Nihalo naj bo postavljeno blizu platna, na katerem prikazujemo sliko z računalnika. Priporočamo, da nihalo pritrdite na strop učilnice in s tem povečate nihajni čas. Dijaki na ta način laže hkrati sledijo nihanju nihala in risanju grafov na platnu.

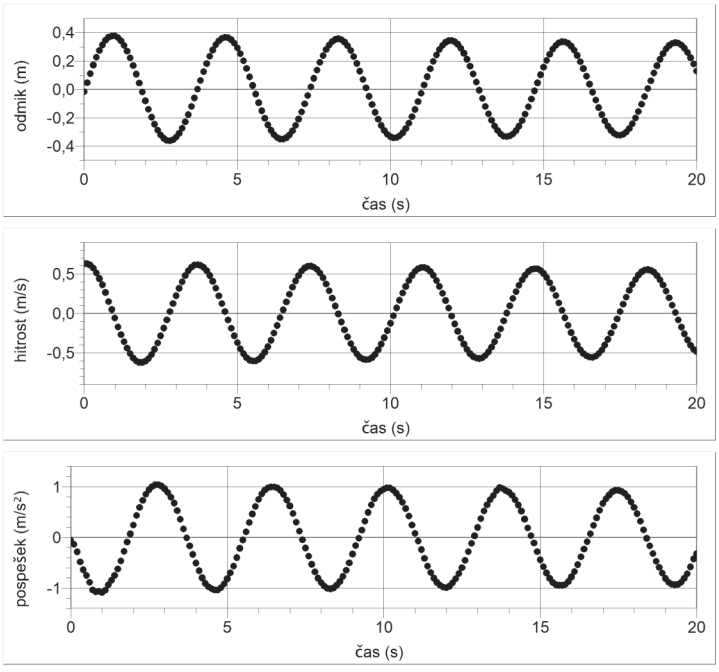
Na priloženi zgoščenki je posneta datoteka *Grafi pri nihanju nitnega nihala.cmbl*, ki vsebuje štiri strani z različnimi predlogami:

- *Stran 1*: Predloga za graf *x(t);*

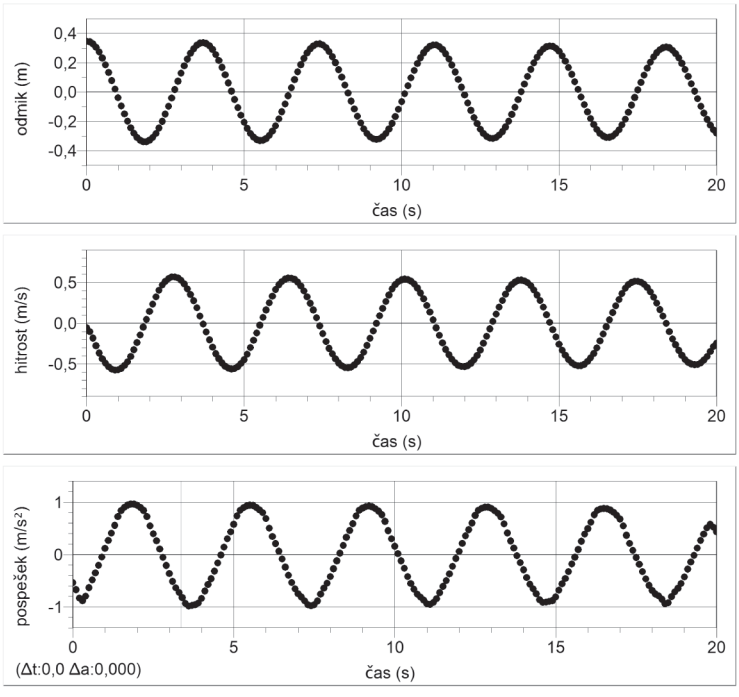
  Pri grafu *x(t)* se je treba z dijaki pogovoriti o izhodišču. Pred izvedbo poskusa ravnovesno lego postavimo na vrednost 0 s pomočjo ukaza **Zero** (Meni Experiment).
- *Stran 2:* predloga za grafe *x(t)*, *v(t)* na eni strani;
- *Stran 3*: predloga za grafe *x(t)*, *v(t)* in *a(t)* na eni strani;
- *Stran 4*: predloga za graf *a(x)*.

Rešitve:

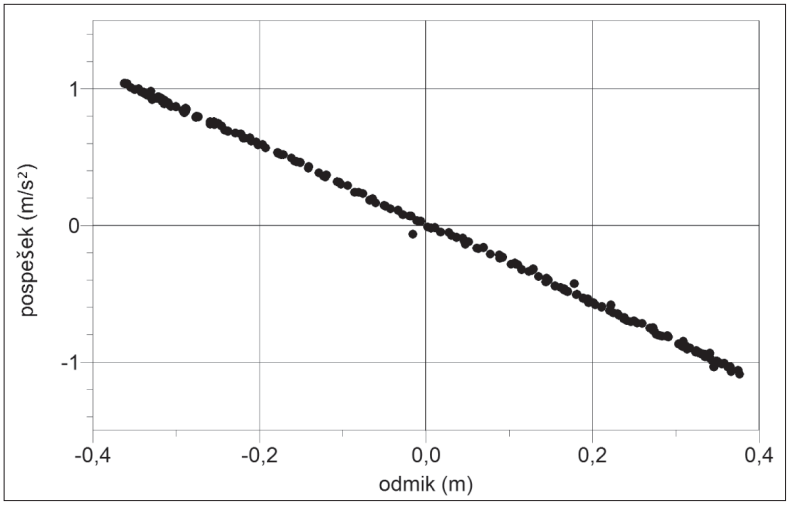
Rešitve za skupino A, ki z merjenji začne ($t = 0$), ko se krogla giblje v desno in gre skozi ravnovesno lego ($x = 0$).



Rešitve za skupino B, ki z merjenji začne ($t = 0$), ko se krogla nahaja v desni skrajni legi ($x = +x_0$).



Rešitev dodatne naloge 2 je oblika grafa pospeška kroglice v odvisnosti od odmika.



Sodelovalno učenje

4.1 Pouk fizike malo drugače – sodelovalno učenje

Mirijam Pirc, Tehniški šolski center Nova Gorica

Povzetek

Sestavek obravnava uporabo metod sodelovalnega učenja pri pouku fizike, ki temeljijo na skupinskem delu. Skupine so sestavljene iz štirih učencev, ki se učijo v posamezni skupini približno dva meseca. Učenje temelji na dveh metodah sodelovalnega učenja, to sta: sodelovalne karte in izvirna sestavljanka [1]. Učenci, pri metodi sodelovalnih kart, menjavajo vloge tako, da pri ponavljanju v parih izmenično prevzemajo vlogo učenca in učitelja. Pri metodi izvirna sestavljanka vsak član skupine rešuje svojo nalogo, ki jo nato predstavi ostalim učencem v skupini. Bistvo skupinskega dela sta visoka motivacija in aktivnost vseh učencev, čeprav skupine niso homogene ne v predznanju ne v sposobnostih in delovnih navadah. Natančno določena in izjemno pomembna je vloga učitelja, ki frontalno razlaga le temeljna dejstva, potrebna za razumevanje snovi. Učitelj prav tako menjava vloge in prevzema funkcije organizatorja, svetovalca, poslušalca in seveda predavatelja in ocenjevalca. Bistvo sodelovalnega učenja in omenjenih metod je prav v menjavi vlog in s tem aktivnost vseh udeležencev v vzgojno-izobraževalnem procesu.

Uvod

Učitelji fizike smo vedno pred novim izzivom, na kakšen način poučevati, da bodo dijaki motivirani in da se bodo s sodelovanjem v šoli čim več naučili. Na razpolago je zelo veliko metod dela. Potrebno je nekaj znanja in izkušenj, da izberemo pravo metodo za ustrezno učno snov. Eden izmed načinov je prav gotovo sodelovalno učenje [4].

Sama sem začela uporabljati metode sodelovalnega učenja v šolskem letu 2006/07 v tehniški gimnaziji, pri poglavju Električno in magnetno polje, ki ga obravnavamo v tretjem letniku. Na tehniški gimnaziji so učenci, ki imajo izbirne predmete iz strojništva, elektrotehnike in računalništva. V letih poučevanja sem opazila veliko razliko v predznanju učencev iz različnih učnih programov. V prednosti so bili učenci, ki so že imeli strokovne predmete iz elektrotehnike. Razlike so postale še bolj očitne pri frontalni metodi dela, saj je bila nekaterim učencem snov dolgočasna, nekaterim pa težka. Tudi pri ocenjevanju se je velikokrat zgodilo, da je bilo, kljub številnim vajam in zgledom, okoli 20 % do 30 % učencev ocenjenih negativno. Nasprotno pa so imeli učenci z dobrim predznanjem na tem področju zelo visoke ocene.

To je bil tudi eden izmed osnovnih vzrokov, zakaj sem se odločila za drugačen način dela prav pri tem poglavju. Z metodami, ki jih opisujem v članku, sem spodbudila učence z večjim znanjem, da so se v skupini izpostavili in pomagali pri reševanju nalog. Eden izmed glavnih ciljev, ki sem si jih zadala, je bil, da bi s sodelovalnim učenjem pritegnila vse učence k delu v šoli in hkrati med njimi spodbujala pripravljenost pomagati drug drugemu, razlagati snov, znati argumentirati svoja stališča, znati poslušati ...

S takim načinom dela sem nato nadaljevala z učenci v četrtem letniku, v šolskem letu 2007/08. Zaradi dobrih izkušenj sem v istem šolskem letu začela uvajati metode sodelovalnega učenja tudi pri naslednji generaciji učencev v tretjem letniku tehniške gimnazije.

V šolskem letu 2008/09 pa sem začela s sodelovalnim učenjem že v prvem letniku tehniške gimnazije. Za tak način poučevanja sem se odločila zaradi več vzrokov. Imela sem dobre izkušnje iz prejšnjih let in hkrati se je v tem šolskem letu začela didaktična prenova gimnazijskih programov, pri kateri je bilo zaželeno, da bi učitelji pouk posodobili z novimi metodami poučevanja.

Sestavljanje skupin

Pri sodelovalnem učenju je treba učence razdeliti v skupine. Načinov za delitev v skupine je veliko. Po večletnih izkušnjah lahko trdim, da učenci najraje žrebajo, v kateri skupini bodo. Žreb poteka tako, da učenci izvlečejo barvne listke, oštevilčene od 1 do 4. Barva listka določa skupino, v kateri je učenec, številka pa nalogo, za katero je učenec v tej skupini zadolžen. Listke učenci hranijo, dokler ne zamenjajo skupine; to je v našem primeru vsaka dva meseca. Učenci, ki tvorijo skupino štirih učencev pri metodi izvirne sestavljanke, so pri metodi sodelovalnih kart razdeljeni v dva para.

Opis metod dela

Metoda sodelovalne karte

Sodelovalne karte so listki, na katere si učenci zapisujejo definicije, zakone, kratke opise pojavov in ostale izpeljave, ki si jih je treba zapomniti. Na eno stran napišejo ključno besedo, na drugo pa odgovor. Listki so veliki od 7 x 7 cm do 10 x 10 cm. Pri celotnem poglavju Električno polje si učenci napišejo približno 15 sodelovalnih kart. Naslovi pa so naslednji:

- velikost osnovnega naboja,
- kaj je influenca,
- definicija električne poljske jakosti,
- kaj so silnice električnega polja,
- električno polje v okolici točkastega naboja, nabite plošče in kondenzatorja (trije listki, vsak s sliko silnic in formulo za velikost električne poljske jakosti),
- definicija električne napetosti,
- zveza med električno poljsko jakostjo in napetostjo,
- kapaciteta kondenzatorja,
- vzporedna in zaporedna vezava kondenzatorjev,
- energija v polju kondenzatorja in
- pospešek, hitrost in pot pri gibanju delcev v električnem polju.

Sodelovalne karte si učenci pišejo med učiteljevo razlago, nato pa ponavljajo učno snov s pomočjo kart v parih.

Koraki izvedbe te metode so [1]:

- v prvem koraku prvi učenec pokaže eno stran sodelovalne karte s ključno besedo, drugi mora zapisati odgovor v zvezek; če je odgovor pravilen, prvi učenec vrne karto drugemu, če je odgovor napačen, prvi učenec pokaže pravilen odgovor in karto zadrži,
- v drugem koraku prvi učenec ponovi postopek s kartami, ki jih je zadržal, dokler drugi učenec ne zapiše vseh odgovorov pravilno,
- v tretjem koraku enako preveri drugi učenec prvega.

Tretji korak je po navadi krajši od prejšnjih dveh, ker se je prvi učenec pri preverjanju drugega že nekaj naučil. Učitelj mora vztrajati, da si učenca odgovore zapisujeta, kajti le tako bo snov zadosti utrjena. Ob tem se izognemo prehrupnemu pouku, ki bi bil lahko za okolico moteč.

Sodelovalne karte so zelo uporabne pri poglavjih, kjer si morajo učenci zapomniti veliko definicij in formul. Zato jih uporabljamo pri premem in krivem gibanju, energijskem zakonu, nihanju, magnetnem polju in indukciji ...

Velikokrat se učencem v višjih letnikih zdi ta metoda »otročja«, zato lahko učitelj pripravi povečane sodelovalne karte na listu formata A4. Na eni strani lista so zapisane ključne besede, ki opisujejo definicijo, formulo, pojav ..., na drugi pa rešitev. Karte uporabljamo prvih pet minut učne ure. Učitelj vsem učencem naenkrat pokaže naslov karte in počaka, da zapišejo odgovor. Nato učitelj pokaže rešitev, ki jo učenci primerjajo s prej zapisanim odgovorom. Tak način ponavljanja poteka pri vsaki uri ali pa vsaj enkrat tedensko, vzame zelo malo časa in se učencem obrestuje.

Metoda izvirne sestavljanke

Metodo bom razložila s primerom. Denimo, da je v oddelku 28 učencev, ki so razdeljeni v sedem skupin po štiri. Učitelj pripravi štiri naloge in v vsaki skupini si en učenec izbere eno od teh nalog. Nato se vseh sedem učencev, ki so izbrali prvo nalogo, zbere v »ekspertni skupini 1«, kjer skupno rešujejo prvo nalogo. Drugih sedem se zbere v »ekspertni skupini 2«, kjer skupno rešujejo drugo nalogo. Enako velja za »3. in 4. ekspertno skupino«. Vsak član »ekspertne« skupine mora imeti na koncu, preden se razidejo, nalogo rešeno. Po delu v »ekspertnih« skupinah se učenci spet zberejo v »matičnih skupinah«, kjer vsak razloži potek reševanja svoje naloge ostalim trem učencem.

Naloge so približno enako zahtevne (časovno in vsebinsko) in strukturirane tako, da je prvo vprašanje lahko, nato sledijo zahtevnejša vprašanja. Primer:

- *Kondenzator s površino plošč 3 cm^2 in razdaljo med ploščama 5 mm priključimo na napetost 10 V.*
- *Kolikšna je kapaciteta in kolikšen naboj se nabere na kondenzatorju?*
- *Na ta kondenzator priključimo prazen kondenzator, ki ima dvakrat manjšo razdaljo med ploščama.*
- *Kolikšna je kapaciteta drugega kondenzatorja?*

- *Kolikšen naboj se nabere na vsakem kondenzatorju?*
- *Kolikšna je napetost na posameznem kondenzatorju? Ali bi lahko sklepali, za kakšno vezavo gre? Razloži.*

Potek učne ure

Učna ura je po navadi razdeljena na tri dele. V prvem delu (okoli 10 minut) učitelj največkrat razloži osnovne pojme pri posamezni snovi (frontalno podajanje znanja z demonstracijskimi poskusi) ali pa učenci ponavljajo snov s pomočjo sodelovalnih kart.

V drugem delu ure velikokrat uporabimo metodo izvirne sestavljanke. Učenci se zberejo v »ekspertnih« skupinah, kjer vsi v skupini rešujejo isto nalogo (od 10 do 15 minut). Ta del ure je najbolj naporen, ker mora biti učitelj aktiven in pomagati skupinam, v katerih reševanje naloge ne steče. Če so v posamezni skupini učenci, ki snov razumejo in jo tudi znajo razložiti, je delo opravljeno. Ob koncu tega dela je treba vsaki skupini povedati končno rešitev in preleteti postopek reševanja tudi pri skupinah, ki ne rabijo pomoči.

Učenci nas velikokrat presenetijo z izvirnimi postopki, in če so vsi koraki pravilni, ne sme izostati pohvala in hkrati imamo priložnost za modelno učenje [1].

V zadnjem delu ure se učenci zberejo v »matičnih« skupinah. Vsak učenec, ki je zadolžen za svojo nalogo, jo mora razložiti ostalim. To traja do konca ure, pri daljših nalogah pa se reševanje zaključi v naslednji šolski uri. Tudi v tem delu mora učitelj spremljati delo v razredu, »prisluškovati« skupinam in pomagati pri razlagi, če učenci potrebujejo pomoč. Slabšim učencem mora v tem delu, navadno priskočiti na pomoč, saj se jim zdi reševanje naloge v »ekspertni« skupini (kjer vsi rešujejo isto nalogo skupaj) lahko. Ko pa morajo v »matični« skupini isto nalogo razložiti sošolcem, jim to ne uspe. V tem primeru mora učitelj pomagati z raznimi namigi, vprašanji, razlago, vendar tako, da imajo ti učenci še vedno možnost sodelovanja in razlage.

Prav tako se mora učitelj postaviti v vlogo učenca, če v skupini niso štirje učenci, in nalogo mora razložiti. Če je v razredu npr. 22 učencev, sta v eni »matični« skupini samo dva učenca. V skupino se vključi učitelj in razloži dve nalogi. Ob takih priložnostih učitelj laže spozna, kako teče delo, ali so naloge dovolj zahtevne, ali učenci razumejo snov itd. Ob tem dobi veliko povratnih informacij o svojem delu in znanju učencev. Pri frontalnih metodah dela imamo manj stika z učenci in smo velikokrat razočarani nad njihovim znanjem, čeprav smo se z razlago zelo trudili [3].

Najbolje je, da so v urniku za tako učenje po dve strnjeni uri (blokuri). Kljub temu da se z učenci srečamo le enkrat na teden, je delo učinkovito, učenci so motivirani, čas jim hitro mine in pri pouku se veliko naučijo.

Ocenjevanje pri sodelovalnem učenju

Na veliko načinov lahko učence motiviramo k temu, da se splača usvojiti in uporabljati metode sodelovalnega učenja. Sama sem za začetek izbrala zelo preprost sistem nagrajevanja. Ob tem sem imela pomisleke, da bom delila same prav dobre in odlične ocene, in skrbelo me je, da bom s takim sistemom preveč radodarna. Do

teh pomislekov so me privedli učenci, ker se jim je na začetku zdelo, da bodo z lahkoto prišli do dobrih ocen. Učenci so kasneje spoznali, da se je moral vsak član skupine zelo potruditi, da je opravil svoj del naloge, zaradi česar je bila uspešna cela skupina.

Znanje ocenjujemo s testom po vsakem obravnavanem sklopu snovi, kot pri drugih načinih poučevanja. Drugačen je le način podeljevanja točk, ki jih dobijo učenci, če so kot skupina uspešni. Če vsi učenci v skupini pišejo test pozitivno, se vsakemu v skupini prišteje 10 % vseh možnih točk. Če pišejo vsi učenci v oddelku test pozitivno, se vsem prišteje še 5 % vseh možnih točk, kar je skupaj 15 %. Kriterij in sistem ocenjevanja je prikazan v tabeli 1.

Tabela 1: Prikaz kriterija in dodatnih odstotkov, ki jih dobijo učenci, če vsi člani »matične« skupine pišejo test pozitivno ali če vsi učenci v razredu pišejo test pozitivno. Vsota odstotkov iz testa in nagrada določata končno oceno.

Odstotki, doseženi pri testu	0 – 44 %	45 % – 100 %			
Nagrada, ki se prišteje prejšnjim odstotkom	0	10 % ali 15 %			
Vsota odstotkov	0 % – 44 %	45 % – 59 %	60 % – 74 %	75 % – 86 %	87 % – 115 %
Ocena	1	2	3	4	5

Običajen kriterij je tak, da je med posameznimi mejami več kot 10 %, in če je učenec komaj dosegel oceno zadostno, dobro ali prav dobro, mu 10 % še ne prinese višje ocene. Komaj nadaljnjih 5 % prinese višjo oceno, vendar sem to nagrado podelila le enkrat. Takrat so učenci dobili ocene dobro, prav dobro in odlično. Priznati moram, da sem imela nenavadne občutke, ko sem pisala tako dobre ocene. Hkrati pa se je izkazalo, da so imeli učenci glede na prejšnje generacije manj odpora do tako obravnavanih vsebin.

Ko sem začela pri pouku uporabljati metode sodelovalnega učenja, sem imela veliko pomislekov in dvomov, kot so:

- ali bodo boljši učenci pripravljeni pomagati slabšim,
- ali se bodo učenci pogovarjali o snovi, ali bodo zapravljali čas ob temah, ki ne sodijo k pouku fizike,
- ali bo pri pouku dovolj discipline, da ne bomo motili pouka v sosednjih učilnicah ...

Z veseljem lahko zapišem, da so se že po prvem mesecu uporabe teh metod, dvomi razblinili. Učenci so po nekaj urah spoznali, da ima vsak svojo odgovornost in da lahko z razlago ostalim svoje znanje le utrdi. Zelo redko je treba opozarjati na disciplino. Učenec, ki je zadolžen za določeno nalogo, ima besedo, ostali trije ga

poslušajo ali prekinejo z vprašanji, če je potrebno. Večkrat sem učence vprašala za mnenje, ali bi opustili sodelovalno učenje in se spet učili z individualnim delom, vendar je bil njihov odgovor vedno negativen. Tako s to metodo dela nadaljujem, ker je pouk le ob frontalni razlagi bolj dolgočasen in tudi manj učinkovit.

Sklep

Poročilo Mednarodne komisije o izobraževanju za 21. stoletje je strnjeno v knjigi Učenje skriti zaklad [2]. Gradivo obravnava štiri sklope izobraževanja: učiti se, da bi vedeli, učiti se, da bi znali delati, učiti se, da bi znali živeti v skupnosti, in učiti se biti. Tretji in četrti sklop sta v našem izobraževanju najmanj zastopana.

Vzgoja in izobraževanje tretjega sklopa naj bi temeljila na dveh temeljnih pristopih: v odkrivanju drugih in v vključevanju v skupne naloge. Sodelovalno učenje je gotovo ena izmed poti, ki vodijo k temu cilju. Vključevanje v skupne naloge privede učence in učitelje do novih poti pri reševanju nalog, problemov in sporov. Ob tem se oblikujejo dobri medsebojni odnosi, ki so temeljni pogoj za kakovostno delo v šoli.

Literatura

1 *Peklaj, C. idr. (2001). Sodelovalno učenje ali Kdaj več glav več ve. Ljubljana: DZS.*

2 *Delors, J. (1996). Učenje skriti zaklad. Poročilo mednarodne komisije o izobraževanju za 21. stoletje, pripravljeno za UNESCO.*

3 *Crouch, C. H. and Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. V: Am. J. Phys. 69 (9), 970–977.*

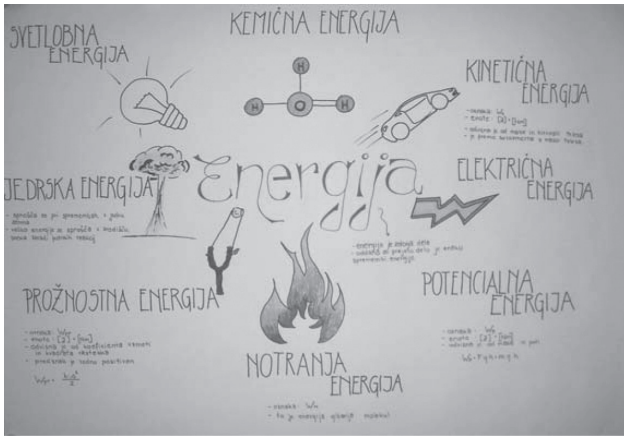
4 *Beicher, R. J. in Saul J. M. (2003). Introduction to the SCALE-UP (Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs) Project. NC State University [online]. Dostopno na naslovu: http://www.ncsu.edu/per/Articles/Varenna_SCALEUP_Paper.pdf (april 2008).*

5 *Pirc, M. (2007). Pouk fizike s sodelovalnim učenjem. Fizika v šoli, 12, 65–71. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.*

4.2 Delo in energija

Ivanka Toman, Tehniški šolski center Kranj

Kratek opis za učitelje	Gradivo vključuje postopke za izvedbo treh ur pouka, ki jih nadgradimo z dvema urama reševanja računskih primerov: 1. ura: delo z učnimi listi, delo z učbeniki 2. ura: poročanje 3. ura: sodelovalne karte, miselni vzorec, analiza energijskih sprememb				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • uporabljajo strokovni jezik fizike; • razvijajo zmožnost dela v skupini; • uporabljajo učna gradiva in internet; • samostojno zbirajo informacije; • ponovijo in uporabijo definicijo dela; • zapišejo in znajo uporabiti izrek o mehanski energiji; • razvijajo natančno bralno razumevanje, pisno sporočanje in govorno sporočanje.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Navedena poglavja so dijaki že obravnavali v osnovni šoli, zato jih usmerjamo z različnim oblikam sodelovalnega učenja. Dijaki delajo v skupinah, uporabljajo različne vire informacij, pripravijo predstavitve, oblikujejo miselne vzorce, utrjujejo znanje s pomočjo sodelovalnih kart, rešujejo naloge.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvajamo kot nadgradnjo znanja iz osnovne šole.				
Čas za izvedbo	3 ure	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	ne
Priloge		• učni listi za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • predloga za izdelavo sodelovalnih kart (doc).			



Slika 43: Dijaki v skupini izdelajo miselni vzorec, najboljši miselni vzorec doma izdelajo kot plakat.

Priporočila za učitelje

Delo in energija

Dijaki se s pojmom delo in energija seznanijo že v osnovni šoli, zato učno enoto izvedemo tako, da delajo čim več samostojno oziroma sodelujejo v skupini. Skupine so lahko izbrane naključno ali pa jih določi učitelj. Priporočam sestavo heterogene skupine, v kateri si dijaki med seboj lahko pomagajo.

Prvo uro dijaki delajo v skupini po štiri. Vsaka skupina prejme učni list z vprašanji. Če je dijakov več, damo enake učne liste več skupinam. Dve mizi postavimo skupaj tako, da dijaki lahko sodelujejo in se pogovarjajo. Naključno si razdelijo gradiva, ki jih imajo na mizi, in vsak zase najprej napiše odgovore v zvezek. V skupini potem oblikujejo skupne odgovore in jih zapišejo na list za poročanje. Določijo tudi poročevalca za naslednjo uro.

Dijaki na mizo prejmejo knjige:

Keith Johnson: FIZIKA Preproste razlage fizikalnih pojavov

Stephen Pople: FIZIKA – shematski pregledi

Marjan Hribar in sodelavci: MEHANIKA & TOPLOTA

Rudolf Kladnik: ENERGIJA, TOPLOTA …

Na učiteljevo mizo položimo še tiste knjige, ki razlagajo obravnavano snov, pa nimamo dovolj izvodov za vse skupine. Dijaki lahko odgovore iščejo tudi prek računalnikov, ki jih imamo v učilnici. Učitelj pomaga z nasveti.

Primeri učnih listov za delo v skupinah:

UČNI LIST 1

DELO

Kako opredelimo fizikalno delo?

Kako izračunamo delo sile, ki je vzporedna s premikom?

Enoto za delo zapišite z osnovnimi enotami.

Kako izračunamo delo sile, ki ni vzporedna s potjo? Odgovor ponazorite tudi grafično.

Navedite primer, ko sila ne opravlja dela.

Ali je delo sile lahko negativno? Odgovor utemeljite.

Delo konstantne sile ponazorite na grafu *F(s)*.

* Kako izračunamo delo sile, ki se enakomerno povečuje? Odgovor ponazorite tudi z grafom *F(s)*.

UČNI LIST 2

ENERGIJA – splošno

Kaj je energija?

Kakšna je povezava med delom in energijo?

Kaj se zgodi z energijo telesa, ki opravi delo?

Naštejte različne oblike energije.

MOČ, IZKORISTEK

Poiščite vrednosti značilnih moči: človek, konj, avto, lokomotiva, hidroelektrarna, jedrska elektrarna Krško, Sonce.

Zapišite enačbo za računanje moči.

Enoto za moč zapišite tako, da bo v njej vidna enota za delo, nato še tako, da bo vidna enota za silo.

Enoto za moč izrazite z osnovnimi enotami.

Kaj pomeni, če je izkoristek stroja 20 %?

UČNI LIST 3

KINETIČNA ENERGIJA

Od česa je odvisna kinetična energija?

Poiščite vrednosti hitrosti: hoja, tek človeka, gepard, potniški vlak, najhitrejši vlak, hitrost zvoka, rakete, Zemlja okoli Sonca.

Kako je kinetična energija odvisna od mase telesa?

Če se hitrost telesu trikrat poveča, kolikokrat se poveča kinetična energija?

Ali je sprememba hitrosti premo sorazmerna z dovedenim delom? Odgovor utemeljite.

Največ koliko dela lahko odda gibajoče telo?

Povejte izrek o kinetični energiji in opišite zgled, za katerega velja ta izrek.

UČNI LIST 4

POTENCIALNA ENERGIJA

Od česa je odvisna potencialna energija telesa?

Naštejte pojave, pri katerih se spremeni potencialna energija.

Ali je lahko potencialna energija tudi negativna? Utemeljite.

Kdaj se telesu poveča potencialna energija, kdaj zmanjša?

Kaj pravi izrek o ohranitvi kinetične in potencialne energije?

Katere energijske pretvorbe potekajo pri prostem padanju teles?

Pridete v učilnico in sedete na stol. Opišite spremembo potencialne energije svojega telesa.

UČNI LIST 5

PROŽNOSTNA ENERGIJA

Kaj je deformacija telesa? Navedite razliko med prožno in neprožno deformacijo.

Kako imenujemo zakon, kjer je raztezek vzmeti premo sorazmeren s silo? Navedite ta zakon in ga predstavite z grafom.

Od česa je odvisna prožnostna energija?

Kakšen je predznak prožnostne energije?

Drugo uro dijaki poročajo o svoji nalogi prejšnje ure, sošolci pazljivo poslušajo in pišejo zapiske ali pa liste za poročanje razmnožimo za vse dijake. Učitelj postavlja dodatna vprašanja in opozarja na posebnosti. Za domače delo dijaki poiščejo slike pojavov, ki kažejo energijske spremembe, in jih analizirajo.

Tretjo uro ponovimo simbole in enote količin s pomočjo sodelovalnih kart. Sodelovalne karte lahko izdelajo dijaki sami. Iz kartona izrežejo pravokotnike velikosti 7 × 10 cm. Na eno stran napišejo simbol količine, na hrbtno stran pa ime količine. Preverjanje poteka v paru. Eden od dijakov prevzame nalogo izpraševalca, drugi je dijak. Izpraševalec pokaže karto, dijak odgovarja. Če je odgovor pravilen, karto izroči dijaku. Če odgovor ni pravilen, izpraševalec pove pravilnega in karto vrne na svoj kup. Igrata toliko časa, da so vse karte pri dijaku. Potem vlogi zamenjata.

Primer sodelovalnih kart

W_k	kinetična energija
W_p	potencialna energija
W_{pr}	prožnostna energija
A	delo
P	moč
η	izkoristek
[N]	newton
[W]	vat
[J]	joule

Na zgoščenki je wordova predloga za izdelavo sodelovalnih kart.

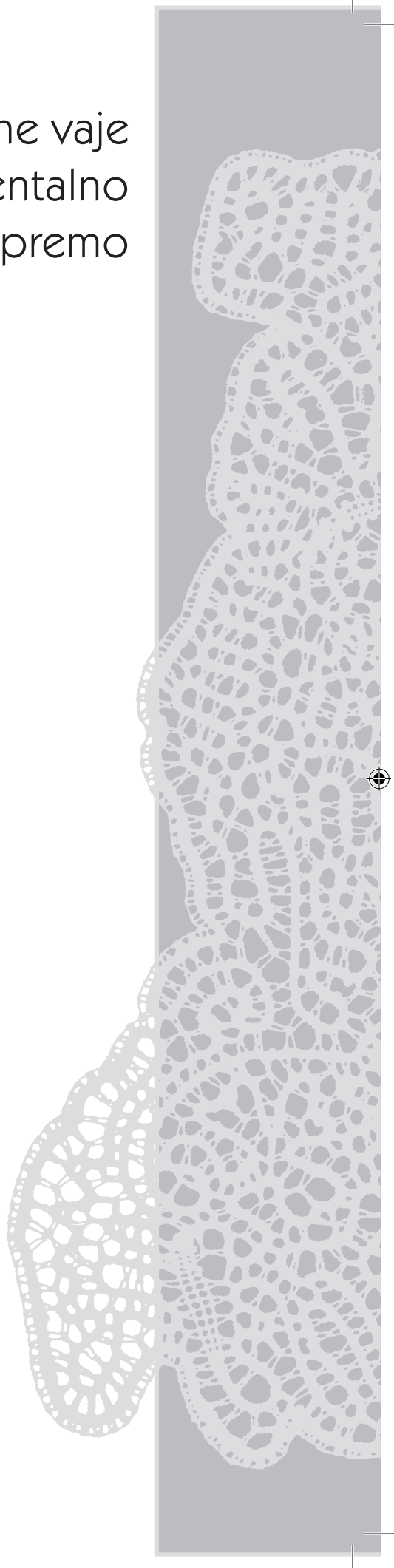
Dijaki v skupini izdelajo miselni vzorec za celotno obravnavano snov. Najboljši miselni vzorec skupina doma izdela kot plakat, nagradimo jih z dobro oceno.

Skupina opiše energijske pretvorbe pojava, ki je na sliki. Slike lahko pripravimo sami ali pa analiziramo slike, ki so jih dijaki prinesli kot domače delo.

Znanje preverjamo s pomočjo vprašanj, ki so na učnih listih.

Računske primere (**dve uri**) izberemo tako, da dijake vodimo skozi obravnavano snov.

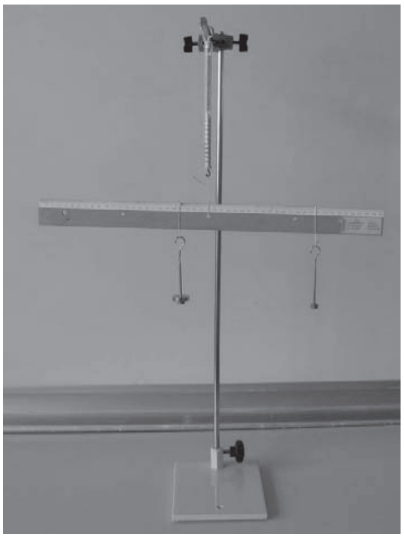
Eksperimentalne vaje s preprosto eksperimentalno opremo



5.1 Ravnovesje sil in navorov

Vitomir Babič, Šolski center Celje

Kratek opis za učitelje	Vajo lahko izvedemo s preprosto eksperimentalno opremo. Pripravljena je na dveh zahtevnostnih ravneh, dodani so napotki za učitelje. Poudarek je na razumevanju fizikalnih konceptov (navor, ravnovesje sil, ravnovesje navorov, težišče) in razvijanju procesnih znanj, predvsem samostojnemu opazovanju in eksperimentiranju.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • ponovijo in uporabijo definicijo navora; • zapišejo in znajo uporabiti izrek o ravnovesju sil; • zapišejo in znajo uporabiti izrek o ravnovesju navorov glede določene osi; • pri računanju uporabijo poenostavljena pravila za upoštevanje merskih napak pri osnovnih računskih operacijah in zapisu rezultata.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki v dvojicah izvajajo eksperimentalno vajo, nato pa samostojno napravijo izračune in napišejo odgovore. Večina opravi osnovno nalogo, bolj motivirani dijaki pa izvedejo še dodatni nalogi. Del izračunov lahko naredijo doma.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo definicije ravnovesja in navora.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 44: Eksperimentalna oprema

Učni list za dijake

Ravnovesje sil in navorov

OSNOVNA NALOGA

Preveri veljavnost zakona o ravnovesju za telo, na katerega delujejo različne sile v različnih točkah.

Namen vaje: Ob izvajanju preproste meritve spoznati oz. utrditi znanje o ravnovesju in pogojih, ki morajo biti izpolnjeni za dosego tega stanja. Pridobiti izkušnje o vplivih sil na zasuk telesa in o pomenu porazdelitve sil na telo, ki je v ravnovesju.

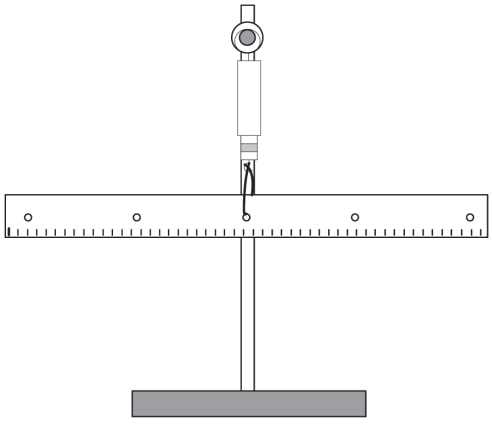
Potrebna oprema: ravnilo (masa 20 g) z vsaj dvema dodatno izvrtanima luknjama – ena mora biti zvrtana v težišču ravnila, uteži (z maso po 10 g), vrvica, silomer z merilnim območjem približno 1,0 N (natančnost merjenja vsaj 0,1 N), stativni material

OPOZORILO: Z opremo ravnaj previdno, da med opravljanjem vaje ne poškoduješ sebe, sošolcev, opreme ali šolskega inventarja.

Potek dela:

Na mizi sestavite stojalo tako, kot kaže spodnja slika. Potrebovali boste stabilno mesto, v katerega boste vpeli silomer.

1. Ravnilo obesite s pomočjo vrvice na silomer. Če je vrvica privezana na ravnilo ravno v njegovem težišču, teža ravnila ne bo zavrtela in bo ostalo v vodoravnem položaju. Na spodnjo sliko vrišite sile na ravnilo in razmislite, kako je z vsoto teh sil. Kaj pa velja za navore sil, ki delujejo na ravnilo?



Sila, ki jo kaže silomer, je .....

.....

Teža ravnila je .....

.....

Odgovor za navore: .....

.....

2. Na ravnilo s pomočjo vrvice obesite **dve uteži** z različnima masama – vsako na svojo stran. Ali je vseeno, kje na ravnilu ju obesite? Poiščite tako lego vrvic z obešenima utežema, da bo ravnilo ostalo vodoravno. Na spodnjo sliko vrišite sile in razmislite, kako je z vsoto sil, ki delujejo na ravnilo.

Sila, ki jo kaže silomer, je .....

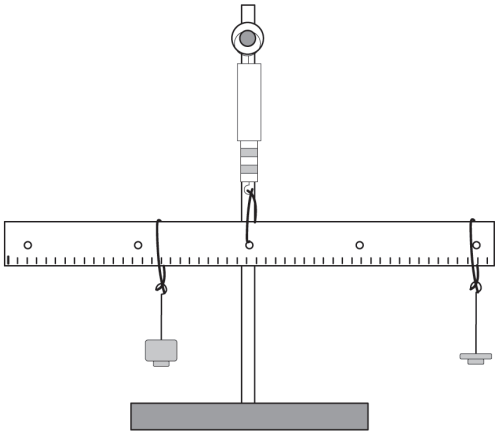
Teža ravnila je .....

Teža desne uteži je .....

Teža leve uteži je .....

Izberite osišče in izrazite navore sil, ki delujejo na ravnilo, ter jih izračunajte.

.....



Razdalja med obesiščem in levo utežjo je _____ , med obesiščem in desno utežjo je _____

3. Izračunajte navora obeh uteži okrog obesišča in ju primerjajte po velikosti in smislu.

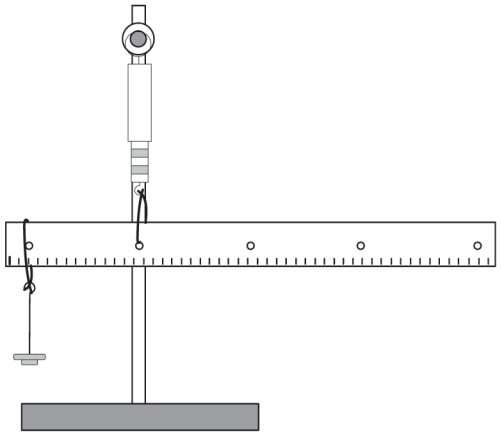
4. Vprašanja:
   - Kolikšen je navor teže ravnila glede na obesišče?
   - Kolikšen je navor sile silomera glede na obesišče?
   - Kaj velja za vsoto vseh sil, ki delujejo na ravnilo?

   Odgovori:

   .....

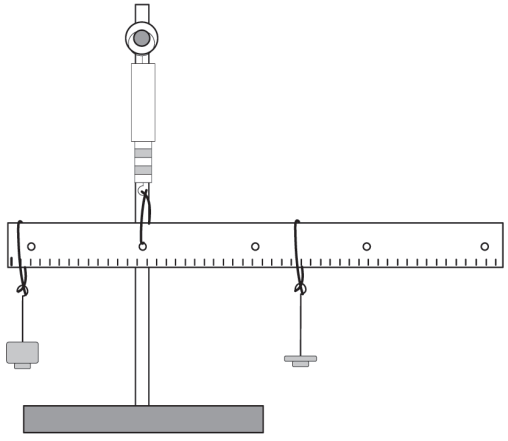
*** DODATNA NALOGA 1**

5. Ravnilo obesite na silomer v luknji, ki leži približno na četrtini dolžine ravnila. Ali ravnilo ostane v vodoravni legi? Zakaj? Pojasnite. Da ga obdržite v vodoravni legi, morate uporabiti vsaj eno dodatno utež. Izberite utež s težo, ki je večja od teže ravnila. Z računom lahko napoveste, na katero mesto jo moramo obesiti, da bo ravnilo mirovalo. Poskusite jo obesiti tako, da bo ravnilo ostalo uravnovešeno v vodoravni legi. Na spodnjo sliko vrišite sile na ravnilo in razmislite, kako je z vsoto teh sil. Izrazite navore za os, ki poteka skozi pritrdišče silomera z ravnilom. Kolikšna je njihova skupna vsota?



**** DODATNA NALOGA 2**

6. Ravnilo ostane vpeto na silomer v isti legi kot pri prejšnjem delu vaje. Obtežite ga z dvema utežema (ena na levo in ena na desno od silomera) tako, da ga obdržite v vodoravni legi. Kam ju morate obesiti, da bo ravnilo ostalo uravnovešeno v vodoravni legi? Na spodnjo sliko vrišite sile na ravnilo in izmerite, kolikšno silo kaže silomer. Poskusite izračunati razdaljo, na kateri se mora nahajati desna utež, da ravnilo ostane vodoravno.



Priporočila za učitelje

Ravnovesje sil in navorov

Pri sestavljanju te vaje je bilo glavno vodilo, da naj bo vaja čim bolj enostavna – tako za dijaka kot tudi za profesorja. Poleg silomerov, ki so na voljo v vsakem srednješolskem laboratoriju skupaj s stativnim materialom, pri vaji potrebujemo še leseno ravnilo z nekaj pazljivo izvrtanimi luknjami in svitek vrvice. Vaja je gotovo poceni in najbrž se jo da izvesti s celim razredom hkrati, če jo dijaki izvajajo v parih.

Prvi del vaje je nekakšno umerjanje sistema – dijak ugotovi, da je neobremenjeno ravnilo v ravnovesju, če je težišče ravnila natanko pod obesiščem. Na tem mestu je možen pogovor o težišču telesa. Priporočam, da imate v razredu nekaj plastelina – tako lahko z dodajanjem majhnih koščkov uravnovesite ravnilo v vodoraven položaj. Pomembno je, da si dijaki zapišejo silo, ki jo kaže silomer, in da v njej prepoznajo velikost teže ravnila.

Drugi del vaje je klasična vaja o vzvodu, ki ne potrebuje posebnega komentarja. Pomembno je, da so na vrvice obešene uteži različne in da imajo maso, ki je primerljiva z maso ravnila. Dijaki morajo v tem delu vaje prepoznati, da je velikost sile, ki jo kaže silomer, enaka teži ravnila z dodatnima utežema, legi vrvic, na katerih visita uteži, pa sta določeni z ravnovesnim pogojem za navore. Ta del vaje naj bi opravili vsi dijaki.

Tretji del vaje je že bolj abstrakten, saj bodo dijaki računali navor sile, ki je ne »vidijo«. Obesišče (silomer) prestavimo zunaj težišča – ravnilo je treba uravnovesiti s silo, ki uravnovesi NAVOR teže (ne njeno velikost!).

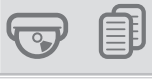
Četrti del vaje je pravzaprav dodatek za bolj sposobne in motivirane dijake, saj morajo poiskati ustrezno lego dodatne uteži ob upoštevanju teže ravnila.

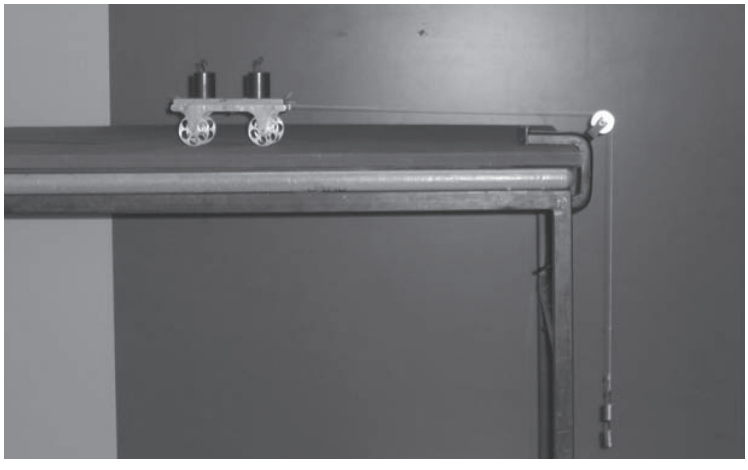
Praktični napotki:

- Ravnilo je kot vzvod uporabljeno zato, da dijaki zlahka odčitajo ustrezne ročice z natančnostjo 1 mm. Lahko se ga nadomesti s kakršnim koli drugim vzvodom, le da je v tem primeru treba zagotoviti merjenje ročic z ustreznim merilom.
- Dobro je, da so uteži primerljive z maso ravnila. Uporabljam uteži z masami od 10 g do 100 g.
- Zanke iz vrvic, na katere obešamo uteži, naj se dobro prilegajo ravnilu, saj se zna zgoditi, da bodo dijakom uteži (ne?)hote padale po mizah in na tla – kar bo sprejeto s prešernim odobravanjem okolice.

5.2 Drugi Newtonov zakon

Matej Forjan, Šolski center Novo mesto

Kratek opis za učitelje	Pri nalogi s pomočjo drugega Newtonovega zakona dijaki napovejo, da bo gibanje vozička in uteži enakomerno pospešeno, ker je tudi rezultanta sil, ki delujejo na oba, konstantna. Napovejo tudi, kolikšen bi teoretično moral biti pospešek. S pomočjo ultrazvočnega slednika preverijo, ali so pravilno napovedali grafa lege in hitrosti v odvisnosti od časa, in iz strmine premice na grafu hitrosti v odvisnosti od časa razberejo pospešek.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • delajo z merilnimi napravami, ki temeljijo na digitalni tehnologiji; • uporabljajo računalniške programe; • zapišejo in znajo uporabiti Newtonove zakone pri premem gibanju; • razumejo, da je masa merilo za vztrajnost telesa; • ponovijo in uporabljajo zvezo med težo in maso.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki samostojno eksperimentirajo in odgovarjajo na vprašanja ter napovejo izid poskusa. Svoje napovedi primerjajo z rezultati meritev in delajo nadaljnje analize.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo drugi Newtonov zakon in zakonitosti enakomerno pospešenega gibanja.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 45: Enakomerno pospešeno gibanje vozička

Učni list za dijake

Drugi Newtonov zakon

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: razvijanje samostojnega eksperimentiranja, razmišljanja in sklepanja, razumevanje fizikalnih konceptov (drugi Newtonov zakon) in trajnejša zapomnitev.

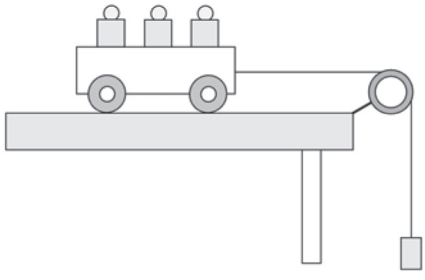
Potrebna oprema: ultrazvočni slednik, računalnik, projektor, voziček, uteži, vrv, škripec, tehtnica

Naloga:

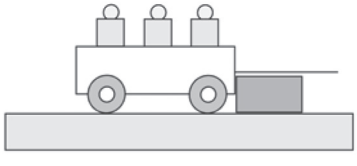
Izvedite eksperiment in odgovorite na zastavljena vprašanja.

Potek dela:

Voziček z lahko vrvico povežemo z utežjo, ki visi prek lahkega škripca.



1. Pred voziček postavimo desko, tako da voziček miruje. Narišite vse sile na voziček med mirovanjem in zapišite, kolikšna je njihova rezultanta. Pojasnite svoj odgovor.



2. Narišite vse sile na utež med mirovanjem ter zapišite, kolikšna je njihova rezultanta. Pojasnite svoj odgovor.

Ko umaknemo desko, se začne utež spuščati, voziček pa gibati proti škripcu.

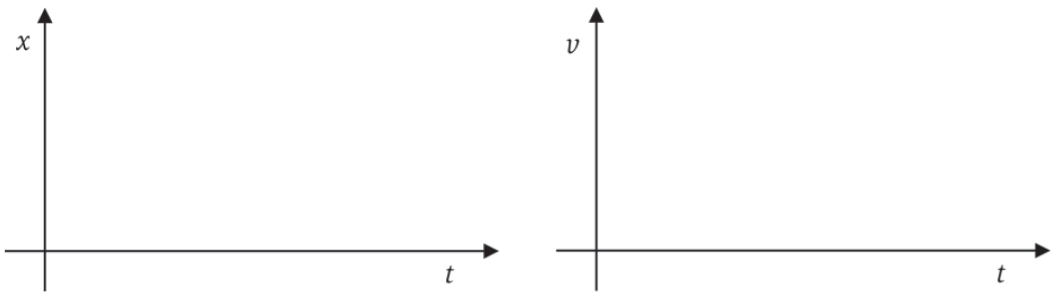
3. Pojasnite, kakšno je gibanje vozička in uteži, in zapišite vse predpostavke, ki ste jih pri tem privzeli.

4. S pomočjo drugega Newtonovega zakona izpeljite izraz za pospešek vozička in uteži.

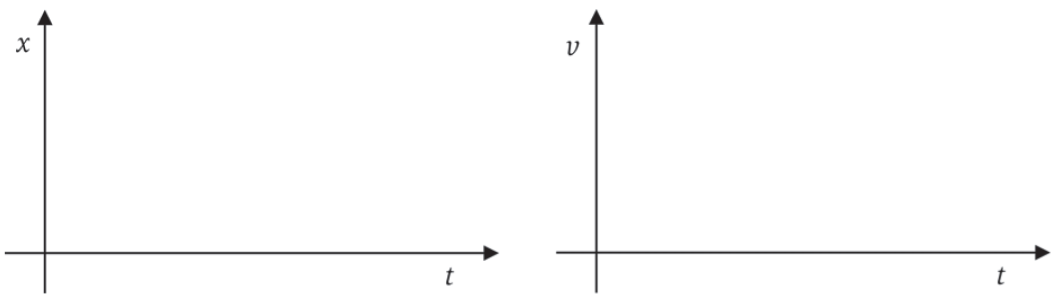
5. Izmerite vse potrebne količine in napovejte, s kolikšnim pospeškom se gibljeta voziček in utež.

Celoten poskus še enkrat ponovimo, le da gibanje vozička spremljamo z ultrazvočnim slednikom, ki je priključen na računalnik. Računalniški program Logger Pro nam prikazuje lego in hitrost vozička v odvisnosti od časa.

6. Napovejte obliko obeh grafov in pojasnite svojo napoved.



7. Izvedite eksperiment in zabeležite rezultat ter ga primerjajte s svojo napovedjo. Pojasnite morebitna odstopanja.



8. Iz grafov, dobljenih pri meritvi, lahko razberemo pospešek vozička. Zapišite, na kakšen način to lahko storimo, in zabeležite pospešek gibanja vozička. Primerjajte ga z napovedano vrednostjo in pojasnite morebitne razlike.

*** DODATNA NALOGA**

Celoten poskus izvedite še enkrat, le da zdaj voziček potisnite v nasprotni smeri, tako da se giblje pojemajoče. Iz razlike med pospeškom in pojemkom ocenite silo trenja na voziček, pri čemer zapišite celoten postopek reševanja.

Priporočila za učitelje

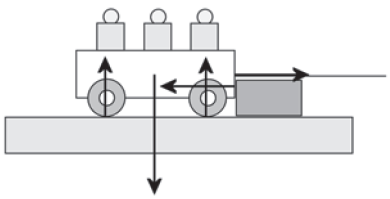
Drugi Newtonov zakon

Pri nalogi dijaki s pomočjo drugega Newtonovega zakona napovejo, da bo gibanje vozička in uteži enakomerno pospešeno, ker je tudi rezultanta sil, ki delujejo na oba, konstantna. Napovejo tudi, kolikšen bi teoretično moral biti pospešek. V ta namen morajo poznati le maso vozička in uteži. Pri tem predpostavijo, da sta vrvica in škripec lahka, da je vrvica nerazteglјiva, zanemarijo trenje pri vozičku in pri škripcu ter zanemarijo zračni upor.

S pomočjo ultrazvočnega slednika preverijo povedana grafa lege in hitrosti v odvisnosti od časa in iz strmine premice v grafu hitrosti v odvisnosti od lege razberejo pospešek.

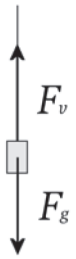
Rešitve:

1.



Na voziček delujejo štiri sile: teža, normalna komponenta sile podlage, sila vrvi in sila deske. Iz tega, da voziček miruje, sklepamo, da je vsota sil, ki delujejo na voziček, enaka 0.

2.



Na utež delujeta sila vrvi in teža uteži. Njuna vsota je nič, na kar sklepamo iz tega, da utež miruje.

Ko umaknemo desko, se začne utež spuščati, voziček pa gibati proti škripcu.

3. Gibanje vozička je enakomerno pospešeno, ker je rezultanta sil na voziček stalna.

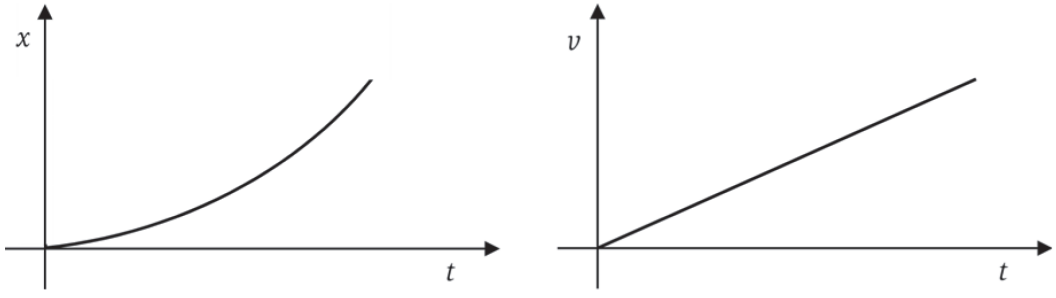
4. Obravnavamo sistem voziček + utež ter zanemarimo trenje med kolesi in podlago ter silo zračnega upora. Predpostavimo, da sta vrvica in škripec lahka. Rezultanta zunanjih sil na sistem je potem enaka teži uteži. Sledi, da je pospešek sistema:

$$a = \frac{F_{g\ uteži}}{(m_v + m_u)}$$

5. Izmerimo maso vozička (150 g) in uteži (20 g). Pospešek sistema je
$a = \frac{0,20\ \text{N}}{0,17\ \text{kg}} = 1,2\ \text{m/s}^2$

Celoten poskus še enkrat ponovimo, le da gibanje vozička spremljamo z ultrazvočnim slednikom, ki je priključen na računalnik. Računalniški program Logger Pro prikazuje lego in hitrost vozička v odvisnosti od časa.

6./7.



Grafa prikazujeta spremembo leg in hitrosti pri enakomerno pospešenem gibanju.

8. Pospešek je enak strmini premice na grafu *v (t)*.

*** DODATNA NALOGA**

Dijaki odčitajo strmino premice na dobljenem grafu *v (t)*, ki je enaka pojemku. Zapišejo drugi Newtonov zakon za pospešeno gibanje: $F_{g\ uteži} - F_{tr} = (m_v + m_u)a_1$ in drugi Newtonov zakon za pojemajoče gibanje:

$- F_{guteži} - F_{tr} = (m_v + m_u)a_{2.}$.

Rešijo sistem dveh enačb z dvema neznankama in za silo trenja dobijo:

$F_{tr} = \frac{(m_v + m_u)(a_1 + a_2)}{2}$.

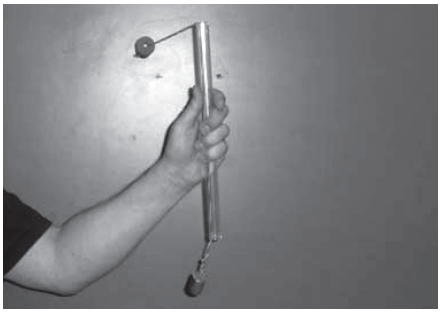
Literatura

1 *Tomić, I., Plut, B. (2001). Vaje iz fizike. Novo mesto: Šolski center.*

5.3 Centripetalni pospešek

Matej Forjan, Šolski center Novo mesto

Kratek opis za učitelje	Odrežemo približno 15 cm dolg kos plastične ali steklene cevi. Eno stran metrskega kosa vrvice pritrdimo skozi gumijasti zamašek, drugo stran pa potegnemo skozi cev. Na vrvico privežemo kovinske ploščice z maso okoli 50 g tako, kot kaže slika na učnem listu. Dijaki preverijo, ali je centripetalni pospešek enak količniku med težo ploščic in maso zamaška, če trenje in težo vrvice zanemarimo. Pred začetkom merjenj naj dijaki malce vadijo vrtenje zamaška in merjenje časa. Robovi cevi so lahko na začetku ostri, dijaki pa naj sami ugotovijo, da jih je treba zaradi prevelikega trenja zbrusiti.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • razumejo postopek, kako z eksperimentom ugotovimo fizikalne zakonitosti; • zapišejo radialni pospešek, pojasnijo njegov pomen in ga izračunajo za dano enakomerno kroženje; • znajo pojasniti, da je enakomerno kroženje pospešeno gibanje, ker se spreminja smer hitrosti; • radialni pospešek povežejo z radialno silo.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Delo dijakov v parih, pri čemer opravijo meritve, naredijo izračune in odgovarjajo na vprašanja.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo uporabo drugega Newtonovega zakona pri kroženju. S poskusom raziskujemo odvisnost centripetalnega pospeška od polmera kroženja in obodne hitrosti. Preverimo drugi Newtonov zakon za kroženje.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	kombinirana	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 46: Izvedba poskusa

Učni list za dijake

Centripetalni pospešek

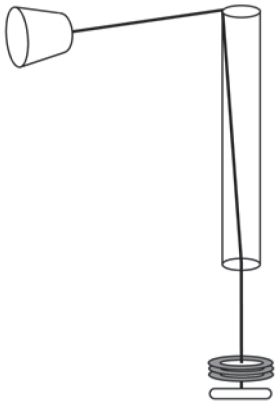
OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: razvijanje samostojnega opazovanja, razmišljanja in sklepanja, razumevanje fizikalnih konceptov (drugi Newtonov zakon za kroženje) in trajnejša zapomnitev

Potrebna oprema: kos plastične ali steklene cevi, kovinske ploščice, vrvica, sponke za papir, gumijasti zamašek z luknjico, štoparica, ravnilo, tehtnica

Naloga:

S poskusom boste preverili veljavnost drugega Newtonovega zakona za kroženje.



Potek dela:

1. Izmerite maso ploščic in maso zamaška.
2. Primite za cev in jo vrtite tako, da zamašek kroži s stalno hitrostjo. Pri tem pazite, da je razdalja od vrha cevi do zamaška ves čas enaka izbranemu polmeru. Nad ploščicami pritrdite sponko za papir, ki bo služila kot kazalnik, ali je kroženje enakomerno. Če se sponka ne premakne, sta polmer in velikost hitrosti kroženja konstantni.
3. Hitrost zamaška izračunamo tako, da delimo obseg kroga z obhodnim časom $v = 2\pi r/t_0$. Obhodni čas najlaže določimo tako, da izmerimo čas, potreben za več obhodov. Za 5 različnih polmerov izmerite obhodni čas ter izračunajte hitrosti in centripetalne pospeške zamaška.

Polmer (m)	Obseg (m)	Obhodni čas (s)	Hitrost (m/s)	Centripetalni pospešek (m/s^2)

Vprašanja:

1. Zakaj pri enakomernem kroženju rezultanta sil ni enaka nič?
2. Pri poskusih ste ugotovili, da je centripetalni pospešek konstanten. Zakaj?
3. Iz drugega Newtonovega zakona izrazite pospešek zamaška in ga primerjajte s povprečjem izmerjenih vrednosti centripetalnega pospeška.
4. Pojasnite morebitna odstopanja med izračunano in izmerjeno vrednostjo pospeška.

*** DODATNA NALOGA**

Na rob vrteče se plošče postavimo dve kladi z enako spodnjo ploskvijo in različnima masama. Katera klada bo prej zdrsnila s plošče, če se ta začne vrteti čedalje hitreje? Pojasnite svoj odgovor, nato pa ga preverite z eksperimentom. Je bila vaša napoved skladna z eksperimentom? Pojasnite morebitna odstopanja.

Priporočila za učitelje

Centripetalni pospešek

Odrežemo približno 15 cm dolg kos plastične ali steklene cevi. Eno stran metrskega kosa vrvice zvežemo skozi gumijasti zamašek, drugo stran pa potegnemo skozi cev. Na vrvico privežemo kovinske ploščice z maso okoli 50 g tako, kot prikazuje slika na učnem listu.

Dijaki naj pred začetkom merjenja vadijo vrtenje zamaška in merjenje časa. Robovi cevi so lahko na začetku ostri, dijaki pa naj sami ugotovijo, da jih je treba zaradi prevelikega trenja zbrusiti. Dijaki preverijo, da je centripetalni pospešek enak količniku med težo ploščic in maso zamaška, če lahko trenje in težo vrvice zanemarimo.

Odgovori na vprašanja:

1. Po drugem Newtonovem zakonu rezultanta sil ni enaka nič zato, ker je kroženje pospešeno gibanje. Če bi bila rezultanta sil enaka nič, bi se telo gibalo enakomerno ali pa bi mirovalo.
2. Viseče ploščice prek vrvice delujejo na zamašek s stalno silo. Ker je masa ploščic konstantna, se pri povečanem polmeru tudi hitrost poveča, saj se centripetalni pospešek ne spremeni.
3. $a = F / m_{zamaška} = m_{ploščic} g / m_{zamaška}$.

*** DODATNA NALOGA**

Zapišemo drugi Newtonov zakon za kroženje, kjer je rezultanta sil enaka sili lepenja. V zapisani enačbi se masi krajšata, zato je pričakovan odgovor, da obe zdrsneta pri enaki hitrosti, ker le-ta ni odvisna od mase. To preverimo na vrteči se plošči, na katero postavimo dve enaki kladi, le da drugo dodatno obtežimo.

5.4 Merjenje težnega pospeška

Aleš Mohorič, Fakulteta za matematiko in fiziko, Ljubljana

Kratek opis za učitelje	Dijaki izmerijo gravitacijski pospešek, ko analizirajo fotografski posnetek padanja kroglice (povečana fotografija je na naslednji strani). Pri fotografiranju smo namerno nastavili daljši čas osvetlitve 1/10 sekunde. Precej več se dijaki naučijo, če samostojno izvedejo in posnamejo poskus kot kratko projektno nalogo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • premišljeno opazujejo in sklepajo; • ponovijo in uporabijo enačbe za enakomerno pospešeno gibanje; • razumejo fizikalno razlago delovanja fotoaparata.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki ob analizi fotografije samostojno izračunajo pospešek prostega padanja. Zahtevnejša naloga: Dijaki lahko doma posnamejo padanje kroglice in izračunajo pospešek prostega padanja.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo enakomerno pospešeno gibanje.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

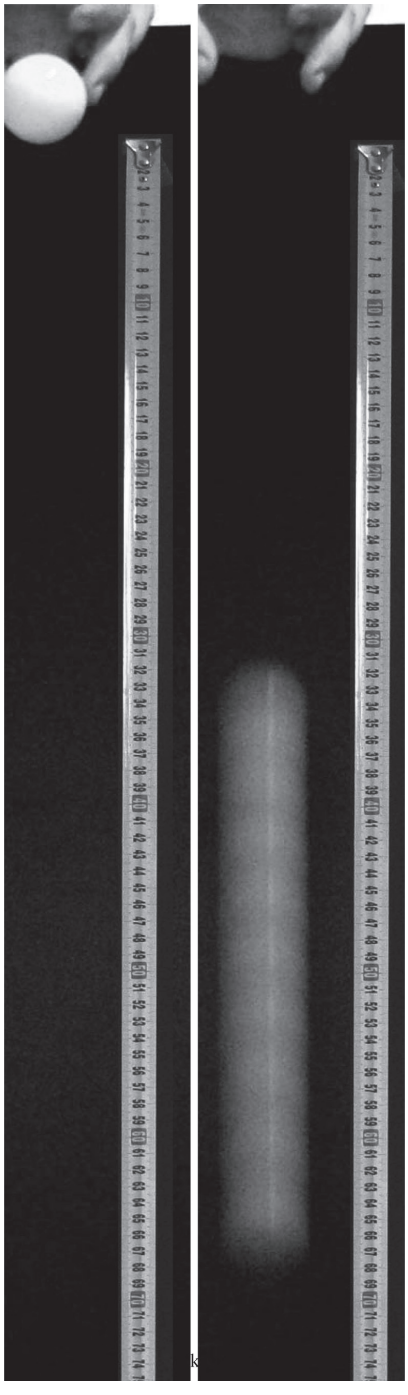
Učni list za dijake

Merjenje težnega pospeška

OSNOVNA NALOGA

Naloga:

Iz posnetka leta žogice na desni sliki ugotovite, kolikšen je gravitacijski pospešek. Ogromno pa se boste naučili o fotografiranju, če doma (dva ali trije dijaki v skupini) izvedete in posnamete poskus kot kratko projektno nalogo.



Potek dela:

Pri fotografiranju smo namerno ročno nastavili nekoliko daljši čas osvetlitve 1/10 sekunde. Po nekaj posnetkih nam je uspelo, da smo ravno ujeli žogico med letom (desna slika).

Priprava na vajo:

Pri prostem padanju je telo ob času t v razdalji h_1 od izhodišča, nekoliko kasneje ob času $t + \Delta t$ v razdalji h_2.

Pri tem veljata enačbi:

$h_1 = g\,t^2/2$ in $h_2 = g(t + \Delta t)^2/2$.

Iz enačb lahko izrazimo gravitacijski pospešek

$$g = \frac{2\left(\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1}\right)^2}{\Delta t^2} =$$

Iz desnega posnetka žogice izračunajte, kolikšen je gravitacijski pospešek, če je bil čas osvetlitve 1/10 sekunde.

*** DODATNA NALOGA 1**

Iz enačb $h_1 = g\,t^2/2$ in $h_2 = g(t + \Delta t)^2/2$ izrazite gravitacijski pospešek g.

**** DODATNA NALOGA 2**

Precej več pa se boste naučili, če doma (dva ali trije dijaki v skupini) izvedete in posnamete poskus kot kratko projektno nalogo. Potrebujete digitalni fotoaparat s stojalom, temno ozadje, svetlo žogico in merilo.

Priporočila za učitelje

Merjenje težnega pospeška

Nekaj napotkov:

Merilo pritrdite na temno ozadje in v primerni razdalji (približno 2 m) na stojalo postavite fotoaparat. Postavitev naj bo taka, da zajamemo merilo od ničle do razdalje vsaj 1 meter. Posnetek izostrite na pravo razdaljo, čas osvetlitve nastavite na 0,1 sekunde tako, da na fotoaparatu izberete ročne nastavitve (*manual*). Sprožilec pritisnite po občutku, tako da boste ulovili žogico med letom. Poskus bo treba večkrat ponoviti, preverite tudi osvetljenost slike in jo po potrebi popravite.

Na posnetku laže ulovimo gibanje kroglice, če na fotoaparatu izberemo način fotografiranja »continuous«. To je način, ko fotoaparat ponavlja posnetke drugega za drugim, dokler je sprožilec pritisnjen. Fotoaparat sprožimo, da zaporedoma snema posnetke in pri tem z vrha merila spustimo žogico. Pri nastavljanju fotoaparata si pomagajte z navodili.

Rešitve:

Na desni sliki je žogica med padanjem. Pri določanju lege žogice moramo opazovati le eno točko telesa – odločimo se za spodnji rob žogice. Iz desne slike preberemo začetek sledi, ki mu prištejem višino žogice (≈ 5 cm), saj opazujemo gibanje spodnjega dela žogice. Začetek sledi je torej pri 36 cm. Sled se konča pri legi 68 cm. Vse lege so odčitane na 1 cm natančno. Večjo natančnost lahko dosežemo, če sliko na računalniku povečamo.

$$g = \frac{2\left(\sqrt{h_2} - \sqrt{h_1}\right)^2}{\Delta t^2} = 10{,}1\ \mathrm{m/s^2}$$

Če bi ocenjevali natančnost meritve, bi napako časa ocenili z najkrajšim časom osvetlitve 1 ms, tako da je pri času 0,1 sekunde relativna napaka približno 1 %.

5.5 Vzgon

Miroslav Cvahte, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Vajo lahko izvedemo z zelo preprosto in poceni eksperimentalno opremo, tako da jo lahko izvaja ves oddelek hkrati v dvojicah. Dodatna eksperimentalna naloga se bistveno razlikuje od osnovne, zahteva samostojno načrtovanje poskusov in globlje razumevanje. Učno zmožnejši dijaki naj preskočijo osnovno nalogo in takoj začnejo z dodatno eksperimentalno nalogo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • zapišejo in znajo uporabiti izrek o ravnovesju sil; • pri računanju uporabijo poenostavljena pravila za upoštevanje merskih napak pri osnovnih računskih operacijah in zapisu rezultata (število zapisanih veljavnih mest); • pri zahtevnejši nalogi samostojno načrtujejo izvedbo poskusov.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki v dvojicah izvajajo eksperimentalno vajo, nato pa samostojno napravijo izračune in napišejo odgovore. Bolje motivirani dijaki lahko napravijo dodatno eksperimentalno nalogo samostojno.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto lahko izvedemo kot uvodno uro v poglavje o vzgonu, saj so dijaki vzgon obravnavali že v osnovni šoli.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Slika 48: Eksperimentalna oprema je tako preprosta, da lahko vajo izvaja ves oddelek hkrati v dvojicah. Bolje motivirani naj preskočijo osnovno nalogo in napravijo dodatno eksperimentalno nalogo samostojno.

Učni list za dijake

Vzgon

OSNOVNA NALOGA

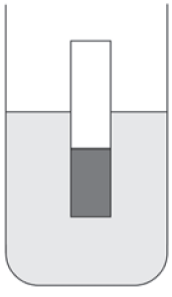
Namen vaje: uporaba osnovnih merilnih naprav, razumevanje fizikalnih konceptov (ravnovesje sil in vzgon)

Potrebna oprema: škatlica za vitaminske tablete, čaša z vodo, 30 matic M6, ravnilo, 3 ali 4 skupne tehtnice

Naloga:

Preučite sile pri plavanju teles (plavanje škatlice v vodi).

Potek dela:



1. Stehtajte maso 30 matic in škatlice ter izračunajte težo ene matice in škatlice.
2. V škatlico dajte 16 matic in jo položite v čašo z vodo, da bo plavala v navpični legi.
3. Na desni skici narišite vse sile, ki delujejo na škatlico z maticami. Pri vsaki sili napišite oznako za silo in z besedo še ime sile. Približno poskusite zadeti tudi razmerje med velikostmi sil. Ne pozabite na silo okolišne tekočine, ki jo imenujemo sila vzgona in označimo F_{vzg}.
4. Iz izreka o ravnovesju sil izračunajte silo okolišne tekočine (silo vzgona).

   F_{vzg} = ...
5. Izmerite potrebne količine in izračunajte prostornino vode, ki jo je izpodrinila škatlica, ter težo izpodrinjene vode. Gostota vode je ρ = 1,00 g/cm^3.

   Teža izpodrinjene vode $F_{g\,izp}$ = ...
6. Ponovite vajo še za primer, ko daste v škatlico 30 matic.

   30 matic v škatlici: $F_{vzg\,30}$ = ... $F_{g\,izp\,30}$ = ...
7. Če upoštevate, da so izmerjene vrednosti zaradi nenatančnosti pri merjenjih le približne, lahko iz rezultatov točk 4, 5 in 6 ugotovite povezavo med silo vzgona (silo okolišne tekočine) in težo izpodrinjene tekočine. Zapišite ugotovitev z besedami.

   .....
8. Z besedami zapišite še smeri sile teže in sile vzgona

   .....

   Podoben sklep je pred več kot 2000 leti napravil Arhimed, pravilo po njem imenujejo Arhimedov zakon.

Če vam ostane še kaj časa, začnite reševati dodatno teoretično nalogo.

** **DODATNA EKSPERIMENTALNA NALOGA (Osnovno nalogo lahko preskočite.)**

Namen vaje: samostojno načrtovanje poskusov, razumevanje fizikalnih konceptov (vzgon in ravnovesje sil pri plavanju), uporaba matematičnih orodij, interpretiranje rezultatov

Potrebna oprema: škatlica za vitaminske tablete, čaša z vodo, 30 matic M6, ravnilo

Naloga:

Že v osnovni šoli ste se naučili, da je sila vzgona (sila okolišne tekočine) enako velika kot teža izpodrinjene tekočine.

Brez uporabe tehtnice:

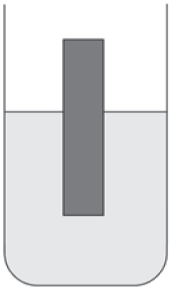
a) s poskusi ugotovite, kolikšna je masa matice,

b) ugotovite maso škatlice.

Namig: Merite le v primeru, ko škatlica plava navpično, pri čemer mora biti v škatlici dovolj matic, pa tudi razporejene morajo biti enakomerno.

Če vam ostane še kaj časa, začnite reševati dodatno teoretično nalogo.

* **DODATNA TEORETIČNA NALOGA**



Silo okolišne tekočine (silo vzgona) lahko izračunamo tudi teoretično. Za lažjo predstavo naj plava v vodi poln valj z osnovno ploskvijo S, v vodi je potopljen del valja z višino h. Zračni tlak naj bo p_o, gostota vode pa ρ.

Tekočina deluje s silo zaradi tlaka pravokotno na stene telesa. Zato je vsota vseh sil v vodoravni smeri enaka nič. Celotna sila vode in zraka je torej rezultanta sil na obe osnovni ploskvi (ena je spodaj in druga zgoraj).

Izpeljite enačbo za silo vzgona.

Priporočila za učitelje

Vzgon

Rešitev dodatne eksperimentalne naloge

Nalogo so pred leti reševali osnovnošolci na državnem tekmovanju iz fizike. Merili so maso kovanca za 5 tolarjev.

a) V škatlo damo najprej npr. 16 matic M6 in izmerimo, da se škatlica v vodi potopi za 72 mm. Ko damo v škatlico 30 matic, pa se potopi za 117 mm. Težo dodanih 14 matic je uravnovesila povečana sila vzgona in škatlica je dodatno izpodrinila prostornino $V = \pi r^2 \Delta h$. Premer škatlice je $2r$ = 29 mm, ploščina osnovne ploskve pa 6,6 cm^2. Prostornina dodatno izpodrinjene vode je 6,6 cm^2 · (117 – 72) mm ≈ 30 cm^3. Teža dodatno izpodrinjene vode je 30 cm^3 · 10 N/dm^3 = 0,30 N. Teža 14 matic je torej 0,30 N, masa pa 30 g. Masa ene matice je približno 2,1 g.

b) Ko je bilo v škatlici 30 matic, se je potopila za 117 mm. Od tod izračunamo silo vzgona na škatlico $F_v = \rho\, g\, V$ = 10 N/dm^3 · 6,6 cm^2 · 11,7 cm = 0,77 N, ki je po velikosti enaka teži škatlice in matic, kar ustreza masi 77 g. Ko odštejemo maso 30 matic (63 g), dobimo za maso škatlice približno 14 g.

Preizkus:

S tehtanjem dobimo vrednosti:

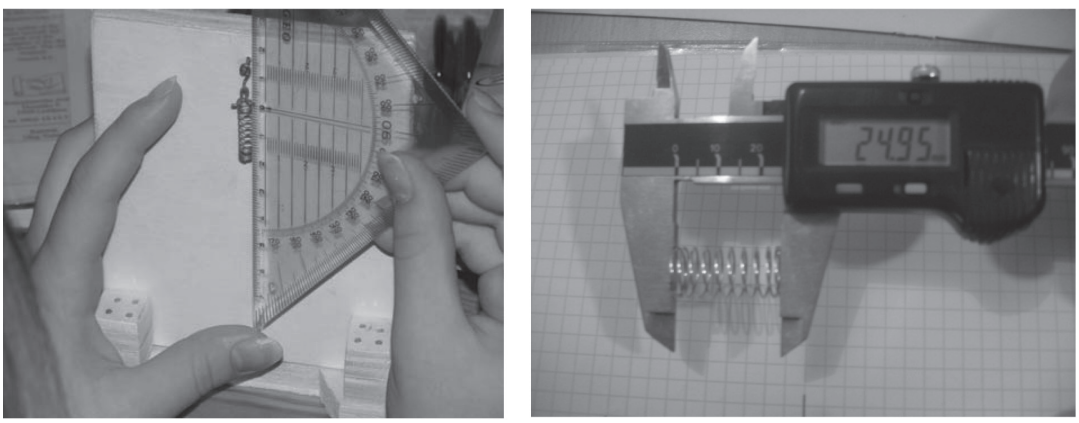
Masa 30 matic je 62,2 g, masa ene je torej približno 2,1 g.

Masa škatlice je 13 g.

5.6 Določanje konstante vzmeti

Milenko Stiplovšek, Škofijska gimnazija A. M. Slomška, Maribor

Kratek opis za učitelje	Dijaki naj kakor najbolje vedo in znajo določijo konstanto vzmeti, ki jo imajo v enem od kemičnih svinčnikov. Izvedba je v največji možni meri prepuščena njihovi iznajdljivosti in kreativnosti.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • razvijajo ustvarjalnost; • sprejemajo odločitve; • znajo izmeriti izbrane fizikalne količine; • uporabljajo osnovne merilne naprave; • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • uporabljajo strokovni jezik fizike pri oblikovanju poročil; • predstavijo izide poskusov.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki delajo v parih ali trojicah pri pouku. Dijak ali par dijakov izvede meritve in izračune kot kratko projektno nalogo in jo predstavi.				
Priporočilo za izvedbo	Nalogo lahko naredimo kot preverjanje predznanja iz osnovne šole, kot obravnavo nove vsebine ali pa kot preverjanje in utrjevanje znanja po predelani vsebini.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 49: Merjenje deformacije vzmeti na dva načina z različno natančnostjo

Učni list za dijake

Določanje konstante vzmeti

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: Dijaki ponovijo definicijo konstante vzmeti in ugotovijo vrednost konstante za izbrano vzmet.

Potrebna oprema: vzmet iz kemičnega svinčnika

OPOZORILO: Pazite, da vam vzmet ne skoči v obraz ali oko in vas poškoduje. Če boste vzmet med meritvijo stiskali, si nadenite zaščitna očala.

Naloga:

Čim bolj natančno določite konstanto vzmeti, ki jo imate v kemičnem svinčniku. Svoje delo in rezultate predstavite v pisnem poročilu, ki ga oddate učitelju. Na zahtevo učitelja predstavite poročilo in meritve pred sošolci v razredu.

Potek dela:

Odločite se, kaj boste merili in kako, da boste lahko izračunali konstanto vzmeti v kemičnem svinčniku. Svoje delo dokumentirajte tudi s fotografijami in/ali videoposnetki, ki jih boste vključili v poročilo.

Izdelava poročila:

Pri pisanju poročila sledite splošno uveljavljeni zgradbi pisanja znanstvenih poročil in člankov, t. i. IMMRAD (Introduction – uvod, Methods & Materials – metode in oprema, Results and Discussion – rezultati meritev ter izračunov in razprava). Poročilo naj vsebuje tudi fotografije (ali celo videoposnetke) bistvenih faz dela med meritvami. Na fotografijah (ali videoposnetku) se mora videti, kaj je merjeno in kako ter kdo je meril.

*** DODATNA NALOGA**

Isti vzmeti določite konstanto z dvema različnima metodama. Primerjajte rezultate in njihovo natančnost. Izdelajte poročilo v skladu z zgornjimi zahtevami.

Priporočila za učitelje

Določanje konstante vzmeti

Uvodni komentar

Namen naloge je predvsem pridobivanje in testiranje kompetenc, opredeljenih v prenovljenem učnem načrtu za pouk fizike v gimnazijah. S stališča potrebne opreme naloga ni nujno zahtevna, nudi pa veliko raznih možnosti za ideje o izboljšanju natančnosti meritev, kar jo lahko naredi zahtevnejšo. Osnovno težavo predstavlja dijakom prvih letnikov realna ocena veljavnih mest rezultata glede na natančnost izmerjenih podatkov in uporabljene računske operacije. Zanimivo bi jo bilo ponoviti tudi z dijaki, ki so se odločili za maturo iz fizike, in primerjati njihovo delo z delom dijakov začetnih letnikov.

Nekaj didaktičnih priporočil:

- Nalogo lahko uporabimo:
  1. kot uvod v merjenje sil in definicijo konstante vzmeti (sklicevanje na osnovno šolo in samostojno delo z učbenikom) – **zahtevno** – ali pa
  2. kot primer uporabe že pridobljenega in utrjenega znanja pri prejšnjih urah pouka – **manj zahtevno.**
- Reševanje projektne naloge lahko poteka kot individualno delo ali kot skupinsko delo (spodbujamo delo v parih).
- Za materialno plat **izvedbe v obliki kratke projektne naloge** poskrbijo dijaki (izvajalci naloge).
- **Izvedba v šoli:** Dijaki zapišejo, kaj bodo potrebovali za izvedbo meritev, in prevzamejo potrebno opremo od laboranta. Laborant skrbi za evidenco izposoje in vračanja. K nalogi sodi tudi izdelava poročila, ki ga pripravi posameznik ali par oziroma skupina (lahko v obliki predstavitve na spletni strani), in kratka predstavitev dela sošolcem v razredu. Dijake navajamo, da pri pisanju poročila sledijo splošno uveljavljeni zgradbi pisanja znanstvenih poročil in člankov, t. i. IMMRAD (**I**ntroduction – **uvod**, **M**ethods & **M**aterials – **metode in oprema**, **R**esults **a**nd **D**iscussion – **rezultati meritev ter izračunov** in **razprava**). Poročilo naj vsebuje tudi fotografije (ali celo videoposnetke) bistvenih faz dela med meritvami. Na fotografijah (ali videoposnetku) se mora videti, kaj je merjeno in kako ter kdo je meril.
- **Pri predstavitvi v razredu** učitelj z dodatnimi vprašanji preverja, ali dijak(i) razume(jo) pojme in razlage, ki so del predstavitve. Med predstavitvijo dela sošolcem moramo biti s postavljanjem vprašanj zelo previdni in obzirni, da ne zmedemo dijaka in prekinemo toka predstavitve, predvsem naj gre za spodbujanje, če se kje zatakne. Kar koli »sumljivega« si zapišimo in prihranimo za čas po koncu predstavitve.
- **Ocenjevanje:** To, ali bo dijak s svojim delom pridobil oceno, je mnogokrat bistveno pri odločanju za izvedbo naloge. Če bomo delo ocenili, povejmo to vnaprej. Povejmo tudi, kaj bomo ocenjevali in kako. Ena od možnosti: ocenjevanje projektnih nalog čim bolj približamo običajnemu pridobivanju ustnih ocen.

5.7 Delo trenja na klancu

Peter Gabrovec, Gimnazija Bežigrad

Kratek opis za učitelje	Vaja temelji na preprostem spuščanju klade po klancu. Osnovni del naloge obsega izračun končne hitrosti pri pospešenem gibanju in določanje spremembe kinetične in potencialne energije ter od tod izračun dela trenja. V dodatnem delu vaje izračunajo dijaki silo trenja na klancu iz ravnovesja sil na klancu ali iz izmerjenega koeficienta trenja. Iz sile trenja izračunajo delo trenja in primerjajo tako dobljen rezultat z izračunanim delom trenja v prvem delu vaje ter ovrednotijo odstopanja na osnovi napak pri merjenju.				
Cilji	Pri vaji dijaki v konkretni situaciji uporabijo znanje iz poglavja pospešenega gibanja in energije, v dodatnem delu pa tudi iz trenja in sil na klancu. V zahtevnejšem delu dijaki razvijajo sposobnosti lastnega načrtovanja poskusa in vrednotenja meritev.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Vajo izvajajo dijaki v parih.				
Priporočilo za izvedbo	Vajo lahko izvedemo na koncu obravnave poglavja Energija. Za izvedbo dodatne naloge morajo dijaki obvladati obravnavo sil na klancu in računanje sile trenja.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Učni list za dijake

Delo trenja na klancu

OSNOVNA NALOGA

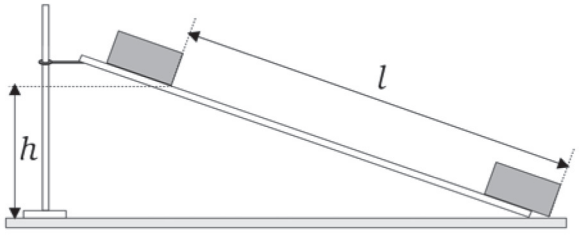
Potrebna oprema: klada in klanec, štoparica, meter, silomer

Naloga:

Določi delo sile trenja pri drsenju klade po klancu.

Potek dela:

1. S stativnim materialom in desko sestavite klanec, po katerem boste pri vaji spuščali klado. Strmina naj bo dovolj velika, da bo klada drsela pospešeno, vendar ne prevelika, da bodo časi drsenja po klancu še dovolj veliki za merjenje s štoparico.



2. Narišite vse sile, ki delujejo na klado, ko drsi po klancu.
3. Malo pod zgornjim koncem deske je narisana črta, ki označuje od kod boste spuščali klado. Izmerite višino črte nad mizo (h) in razdaljo od črte do mize v smeri deske (l).
4. S silomerom stehtajte težo klade.
5. Klado spustite petkrat po klancu in vsakokrat izmerite čas drsenja od označene črte do mize.
6. Izračunajte povprečen čas drsenja klade po klancu in povprečno hitrost klade pri drsenju.
7. Drsenje klade po klancu je enakomerno pospešeno gibanje z začetno hitrostjo nič. Zato je hitrost, s katero klada doseže mizo, dvakrat večja kot povprečna hitrost. Izračunajte končno hitrost in kinetično energijo klade, ko doseže mizo.
8. Izračunajte razliko potencialne energije klade v začetni legi in v točki, ko klada doseže mizo.
9. Iz spremembe kinetične in potencialne energije izračunajte delo trenja pri opazovanem gibanju klade po klancu.

*** DODATNA NALOGA**

Naloga:

Določite silo trenja z merjenjem sile, s katero vlečete klado po deski, in izračunajte delo trenja še iz definicije dela.

Potek dela:

1. Silo trenja med klancem in klado določite z uporabo silomera in količin, ki ste jih izmerili že prej, in izračunajte delo trenja še iz definicije dela.
2. Primerjajte izračunana rezultata za delo trenja v osnovni nalogi in v dodatni nalogi. Katere količine ste izmerili pri vaji najmanj natančno? Ocenite relativno napako teh meritev in jih primerjajte z relativno razliko obeh izračunanih vrednosti dela trenja.

Priporočila za učitelje

Delo trenja na klancu

Za klanec je primerna deska dolga vsaj 1,5 m, da so časi pospešenega drsenja dovolj dolgi. Pomembno je, da je **klanec dovolj strm** (okrog 25°), **da se klada res giblje enakomerno pospešeno**, sicer navodilo za računanje končne hitrosti (točka 7) na listu ni ustrezno in so rezultati slabi. Če je klanec preveč strm, so časi drsenja klade krajši in postane relativna napaka pri merjenju časa prevelika, rezultati pa nenatančni. Izmerjeni časi pod 1,2 sekunde so po navadi izmerjeni premalo natančno. Merjenje časa bi lahko izboljšali z uporabo svetlobnih vrat, z njimi bi lahko neposredno merili tudi končno hitrost.

Lesena klada mora imeti na najmanjši stranici kaveljček, na katerega lahko pripnemo silomer pri merjenju sile trenja in teže.

Tipični napaki dijakov v prvem delu vaje sta:

- za hitrost na dnu klanca vzamejo kar povprečno hitrost in ne dvakrat večjo vrednost,
- pri računanju dela trenja ne upoštevajo različnih predznakov pri spremembah kinetične in potencialne energije.

Drugi del vaje je namenjen boljšim dijakom. Navodila so tu namenoma bolj skopa. Dijaki naj bi vajo deloma sami tudi načrtovali. Določitve sile trenja se lahko lotijo na dva načina:

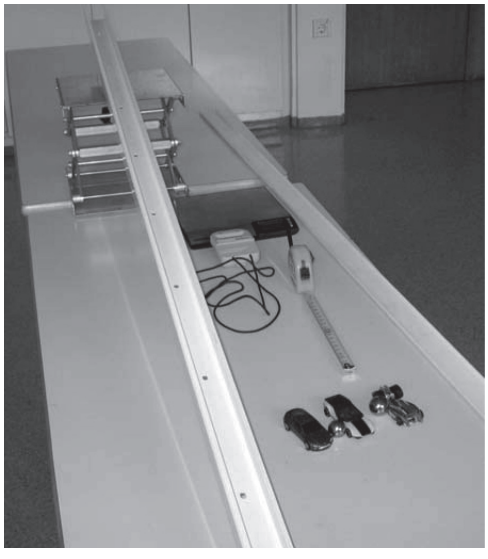
1. Izmerijo silo, s katero morajo klado enakomerno vleči po klancu navzgor, in od nje odštejejo dinamično komponento teže.
2. Desko postavijo v vodoravno lego in vlečejo klado s silomerom enakomerno po njej. Tedaj je vlečna sila enaka trenju, izmerijo še težo in izračunajo koeficient trenja. Iz teže, naklonskega kota in koeficienta trenja lahko sedaj izračunajo velikost trenja na klancu. Naklonski kot izračunajo iz izmerjene višine začetne točke h in dolžine klanca l.

Pri drugem vprašanju naj bi dijaki ugotovili, katere meritve so najbolj vplivale na odstopanja med rezultati dela trenja, dobljenimi pri osnovni in dodatni nalogi. Najbolj nenatančno izmerijo čas drsenja po klancu in silo trenja. Ugotovili naj bi, da je relativna napaka najmanj natančno izmerjene količine istega reda velikosti kot relativno odstopanje obeh rezultatov pri računanju dela trenja. Tipična odstopanja so od 10 % do 30 %.

5.8 Energija telesa pri gibanju po klancu

Peter Jevšenak, Šolski center Velenje

Kratek opis za učitelje	Eksperimentalno vajo izvedemo s preprosto in lahko dostopno eksperimentalno opremo. Dijaki spuščajo po klancu avtomobilček in kovinsko kroglico in analizirajo pretvarjanje energij iz ene oblike v drugo. Ugotavljajo, kolikšen del začetne energije avtomobilčka predstavlja delo trenja.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • razvijajo zmožnost kompleksnega razmišljanja; • uporabljajo osnovne fizikalne merilne naprave; • uporabljajo enačbo za kinetično energijo pri translacijskem gibanju; • znajo uporabiti izrek o mehanski energiji; • iz enačbe, ki povezuje fizikalne količine, izračunajo iskano količino.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki v skupinah po tri ali štiri izvajajo eksperimentalno vajo: izvedejo meritve, napravijo izračune ter zapišejo ugotovitve. Vprašanja, označena z zvezdico, prepustimo samostojnemu delu dijakov.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki poznajo izrek o kinetični in potencialni energiji ter delo trenja.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 50: Vajo izvedemo s preprosto eksperimentalno opremo.

Učni list za dijake

Energija telesa pri gibanju po klancu

Namen vaje: razumevanje fizikalnih konceptov (potencialna in kinetična energija, delo trenja, ohranitev energije), uporaba osnovnih merilnih naprav

Potrebna oprema: avtomobilček, kovinska kroglica, plastični kanal in klade za podlaganje, štoparica (uporabite mobitel ali ročno elektronsko uro), meter, tehtnica

1. naloga:

Za telo (avtomobilček) na klancu ugotovite, kolikšen delež začetne potencialne energije se pretvori v kinetično energijo in koliko v delo za premagovanje trenja.

Ponovitev:

- *hitrost avtomobilčka na dnu klanca*:

  Pri gibanju po klancu se hitrost avtomobilčka enakomerno povečuje od nič do končne hitrosti v (silo upora zraka na avtomobilček lahko zanemarimo). Pri takem gibanju je končna hitrost v dvakrat večja od povprečne hitrosti $\bar{v} = \frac{s}{t}$ (s – pot avtomobilčka, t – čas vožnje).

- *delo in energija*:

  Začetna potencialna energija avtomobilčka ($W_p = mgh$) se pretvori v kinetično energijo na dnu klanca $\left(W_k = \frac{mv^2}{2}\right)$ in delo za premagovanje trenja (A_{tr}). Do trenja prihaja, ko se vrteči osi, na katerih so kolesa, drgneta ob ohišje avtomobilčka, pa tudi ob bočnih stikih avtomobilčka s steno kanala.

Potek dela:

Pripravite si klanec (pri dolžini kanala 1,5 m naj bo višinska razlika od 15 do 25 cm) in preverite delovanje štoparice.

Napravite načrt dela in zapišite vse količine, ki jih morate izmeriti, da boste lahko izračunali W_p, W_k in A_{tr}. Potem opravite meritve. Razmislite, katero količino je smiselno večkrat izmeriti, da bodo rezultati zanesljivejši.

Meritve in izračuni:

Rezultati: $W_p =$ $W_k =$ $A_{tr} =$

Odgovor: Delo trenja predstavlja _____ % začetne energije avtomobilčka.

** *Dodatno vprašanje*: Izvedene meritve omogočajo, da izračunate koeficient trenja k_{tr}. Potrebovali boste naklonski kot klanca. Lahko ga izmerite neposredno, ali pa klanec narišete v merilu (meritve h in s) in kot izmerite s skice.

2. naloga:

Preverite veljavnost izreka o ohranitvi kinetične in potencialne energije za kotaljenje kroglice po klancu.

Sila trenja pri kotaljenju je zanemarljivo majhna, kroglico pa morate spustiti po sredini kanala tako, da celotno pot prepotuje brez dotika sten.

Potek dela:

Preden izvedete meritve, zapišite najprej svoja pričakovanja glede rezultatov.

Začetna potencialna energija $W_p = mgh$ in končna kinetična energija kroglice $W_k = \frac{mv^2}{2}$ bosta v razmerju:

a) natančno se bosta ujemali

b) ujemali se bosta v okviru natančnosti

c) W_K bo znatno večja od W_P

d) W_K bo znatno manjša od W_P

Tudi za kroglico izvedite podobne meritve in izračune kot pri prvi nalogi za avtomobilček.

Meritve in izračuni:

Če se rezultati ne skladajo z vašimi napovedmi pri vprašanjih, zapišite dejanske ugotovitve.

.....

* **1. vprašanje:**

Na prvi pogled se zdi, da se je nekaj energije izgubilo. Razmislite o fizikalni razlagi rezultatov.

<u>Namig:</u> Ali enačba $W_k = \frac{mv^2}{2}$ zajema celotno kinetično energijo kotaleče se kroglice?

** **2. vprašanje:**

Predpostavimo, da imata kroglica in avtomobilček enako maso in da je tudi sila trenja na avtomobilček zanemarljivo majhna. Izberite pravilen odgovor:

Kroglica bo glede na avtomobilček klanec prepotovala:

a) znatno hitreje b) malo hitreje c) počasneje d) v enakem času

Priporočila za učitelje

Energija telesa pri gibanju po klancu

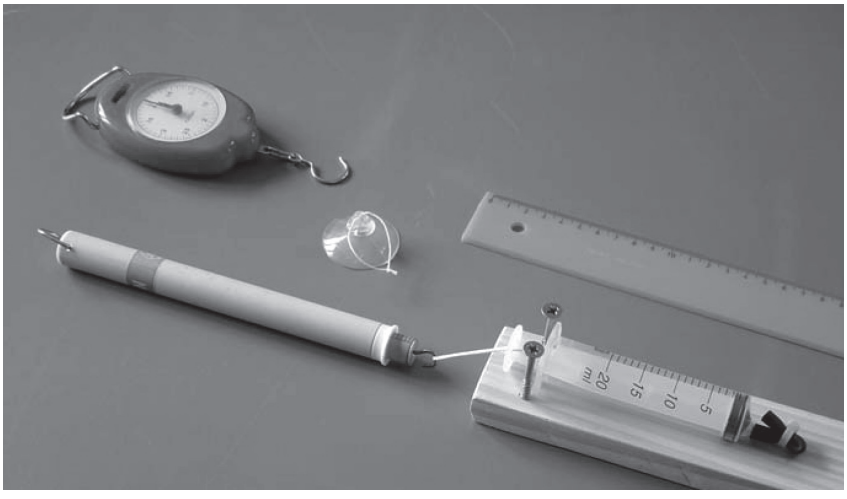
Glavni moto pri sestavljanju učnega lista Energija telesa pri gibanju po klancu je bil enostavnost izvedbe in eksperimentalnih pripomočkov. Dijaki naj bi pri izvedbi prve naloge (avtomobilček) ugotovili, da se že pri šibkem trenju znatno zmanjša energija telesa. Pri drugi nalogi (kroglica) pa naj bi bil sklep, da se zaradi kotaljenja del začetne potencialne energije pretvori v kinetično energijo (gibanje težišča kroglice), del pa v rotacijsko energijo (tudi vrtenje je način gibanja).

Za klanec smo uporabili 4 cm široke plastične kanale za skrivanje hišnih instalacij. Po njih lahko spuščamo cenene avtomobilčke s kovinskim ohišjem širine ca. 3 cm. Ker avtomobilčki po navadi ne držijo smeri, z boki drgnejo ob steno kanala. Zato mora imeti klanec dovolj velik naklonski kot (nekje med 6^o in 10^o) , da je gibanje avtomobilčka ves čas pospešeno. Kanal dobro drži obliko in se zanemarljivo malo upogne, ko ga podložimo. Lahko pa kanal leži na mizi in podstavimo mizo. Kanal ima v sredini na dnu luknjice za vijake, ki pa avtomobilčke pri gibanju ne motijo. Lahko pa motijo kroglico. V tem primeru na kanal namestimo pokrov in kroglico spustimo po pokrovu.

5.9 Merjenje zračnega tlaka

Miroslav Cvahte, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Vajo lahko izvedemo s preprosto eksperimentalno opremo, edini dražji del je silomer (50 N). Pripravljena je na dveh zahtevnostnih ravneh, bolje motivirani dijaki lahko začnejo kar z dodatno nalogo. Poudarek je na razumevanju fizikalnih konceptov (zračni tlak, ravnovesje sil) in razvijanju procesnih znanj, predvsem samostojnem opazovanju in eksperimentiranju.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno eksperimentirajo, premišljeno opazujejo in sklepajo; • ponovijo in uporabijo definicijo tlaka; • zapišejo in znajo uporabiti izrek o ravnovesju sil; • pri računanju uporabijo poenostavljena pravila za upoštevanje merskih napak pri osnovnih računskih operacijah in zapisu rezultata; • razumejo mikroskopsko razlago tlaka v plinih.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki v dvojicah izvajajo eksperimentalno vajo, nato pa samostojno napravijo izračune in napišejo odgovore. Večina opravi osnovno nalogo, bolje motivirani dijaki pa izvedejo le dodatne naloge.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že poznajo tlak in Newtonove zakone, npr. kot uvod v zračni tlak.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 51: S preprosto eksperimentalno opremo lahko približno izmerimo zračni tlak. Na fotografiji je tudi tehtnica, ki lahko nadomesti laboratorijski dinamometer, in je precej cenejša.

Učni list za dijake

Merjenje zračnega tlaka

OSNOVNA NALOGA

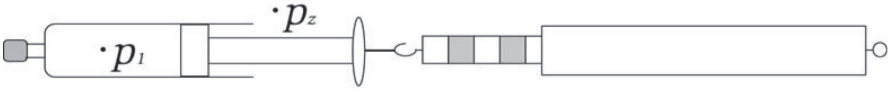
Namen vaje: razumevanje fizikalnih konceptov (zračni tlak, ravnovesje sil), uporaba osnovnih merilnih naprav, razumevanje natančnosti pri merjenjih

Potrebna oprema: brizga 20 ml, gumijasta cevka s stiščkom, silomer 50 N, ravnilo, barometer (v učilnici), vakuumski prisesek

Priprava na vajo: V zvezek zapišite povzetke za naslednje pojme: definicija za tlak, osnovna enota, barometer, manometer, povprečni zračni tlak, pretvarjanje enot bar in milibar v osnovno enoto Pa (N/m^2), prvi Newtonov zakon.

Naloga:

Z injekcijsko brizgo in silomerom približno izmerite zračni tlak in ga primerjajte z vrednostjo, ki jo pokaže barometer.



Potek dela:

Napravite poskus: Bat potisnite v brizgo do kraja, da v njej ne bo zraka. Nato zamašite vhod v brizgo s preganjeno gumijasto cevko (glej fotografijo). Z roko potegnite bat do lege približno 15 ml in ga spustite.

1. Zakaj bat skoči na ničlo, ko sila popusti?

   .....

2. Z mikroskopsko sliko kvalitativno razložite, kaj pritiska bat navznoter, da ga moramo vleči ven?

   .....

3. Približno kolikšen je tlak znotraj brizge (p_1 na risbi)

   .....

4. Nato s silomerom potegnite bat do lege med 15 in 20 ml in izmerite silo *F*. Zaradi trenja (lepenja) boste dobili ravnovesje pri različnih silah. Zato v trenutku, ko bat miruje, izmerite največjo in najmanjšo silo in v računu upoštevajte srednjo vrednost. Meritev nekajkrat ponovite.

   Meritve in izračuni:

5. Iz definicije za tlak p = ... izračunajte zračni tlak p_z ..... Kaj morate še izmeriti pred računanjem?

   Zračni tlak navadno merimo v milibarih [mbar] . Koliko milibarov ste izračunali?

   p_z = ...

Zračni tlak izmerite še z barometrom : p_{zB} = ...

6. Kako bi lahko izračunali ploščino bata injekcijske brizge, ne da bi izmerili premer bata?

7. Priloženi vakuumski prisesek malo zmočite, ga »prilepite« na gladko podlago in ga odtrgajte z roko. Z računom ocenite, kolikšno (teoretično) največjo silo prenese priloženi vakuumski prisesek, preden se odtrga. Učitelj bo z bolj robustnim dinamometrom pri demonstracijskem poskusu to silo tudi izmeril. Vaš dinamometer bi se lahko pri takem poskusu poškodoval.

** Razmislite, zakaj je izmerjena vrednost precej manjša od teoretične napovedi.

.....

*** DODATNA NALOGA 1 (osnovno nalogo lahko preskočite)**

Odgovorite na vprašanja 1., 2., 6. in 7. osnovne naloge.

.....

Meritve lahko izvedemo tudi nekoliko drugače, kot je opisano v točki 4. Razumevanje in izračuni so pri tem zahtevnejši, končni rezultat pa praviloma natančnejši.

Potek dela:

Napravite poskus: Bat brizge potisnite v brizgo do kraja, da v njej ne bo zraka. Nato zamašite vhod v brizgo s preganjeno gumijasto cevko (glej fotografijo).

8. S silomerom potegnite bat do lege 15 ml ter izmerite silo F_1, ko bat zelo počasi enakomerno vlečete navzven (v desno na skici poskusa) ter silo F_2, ko bat zelo počasi spuščate navznoter. Meritev nekajkrat ponovite.

   Narišite vse sile, ki delujejo na bat pri gibanju v levo in gibanju v desno, in iz enačb za ravnovesje sil izračunajte silo trenja in silo zraka na bat. Iz sile zraka potem izračunajte zračni tlak p_z in ga primerjajte z vrednostjo, izmerjeno z barometrom.

   Meritve in izračuni:

*** DODATNA NALOGA 2**

9. Če se ne bi spomnili, da je modro bat vleči enakomerno navzven in navznoter, bi napravili poskus samo pri gibanju v eno smer. V tem primeru bi morali silo trenja izmeriti posebej. Izmerite silo trenja pri gibanju bata, ko brizga ni zaprta, in jo primerjajte s silo trenja, ki ste jo dobili iz enačb za gibanje navzven in navznoter.

**** DODATNA NALOGA 3**

10. Ko je bat v legi 20 ml, je tlak razpetega zraka v brizgi zanemarljivo majhen v primerjavi z zračnim tlakom. Izmerite potrebne dimenzije, nato pa približno ocenite, kolikšen je tlak v brizgi, ko bat izvlečemo do oznake 20 ml. Pomagajte si z Boylovim zakonom, ki pove, da je pri izotermnem stiskanju ali razpenjanju plina produkt tlaka in prostornine plina vedno enak $p_1 V_1 = p_2 V_2 = p_3 V_3$ *(povprašajte tudi učitelja)*.

Priporočila za učitelje

Merjenje zračnega tlaka

Rešitve:

1. Ko sila popusti, skoči bat na ničlo, ker ga navznoter potiska sila okolišnega zraka.
2. Mikroskopski opis: na zunanji strani z veliko hitrostjo trkajo v bat molekule zraka, na notranji strani pa je molekul zelo malo, saj je tlak znotraj brizge (p_1 na sliki) blizu vrednosti nič.
3. Tlak znotraj brizge (p_1 na skici) je zelo majhen, približno enak nič.
4. Ko je bat miroval, smo pri naši brizgi izmerili največjo in najmanjšo silo 29 N in 37 N, srednja vrednost je bila torej 33 N.
5. Ploščina bata je bila $S = \pi\, d^2/4 \approx 3{,}1$ cm^2, zračni tlak pa približno $p_z = F/S = 33$ N$/3{,}1$ cm$^2 \approx 1$ bar.
6. Ploščino notranjega prereza injekcijske brizge bi lahko izračunali $S = V/h = 20$ cm$^3/6{,}3$ cm $= 3{,}2$ cm^2, razdalja med oznakama 0 in 20 ml je bila namreč 6,3 cm.
7. Premer našega priseska je bil 40 mm, zato bi se teoretično odtrgal pri sili $F = p_z\, \pi\, d^2/4 \approx 125$ N. Pri poskusu se odtrga pri približno za polovico manjši sili. Pri počasnem povečevanju sile vidimo, da se prisesek deformira, nato pa podenj vdre zrak in prisesek se odtrga.
8. Ko bat zelo počasi enakomerno vlečemo navzven (v desno na skici poskusa), velja $F_1 = F_{tr} + F_z$, ko pa ga spuščamo navznoter pa $F_z = F_2 + F_{tr}$, pri čemer je F_z sila zraka, F_{tr} pa sila trenja. Od tod dobimo, v našem primeru $(35\text{ N} + 29\text{ N})/2 = 32$ N in $F_{tr} = (F_1 - F_2)/2$ v našem primeru 3 N. Zračni tlak je torej približno $p_z = F/S = 32$ N$/3{,}1$ cm$^2 \approx 1$ bar. Tudi pri osnovni nalogi, ko bat miruje, bi bil približek boljši, če bi upoštevali silo lepenja, vendar bi bil račun za dijake prezahteven. Iz enačbe $F_z = (F_1 + F_2)/2$ pa vidimo, da smo maksimalno silo lepenja v resnici upoštevali, ko smo v izračun vstavili srednjo vrednost največje in najmanjše sile ob mirovanju bata.
9. Za silo trenja smo pri naši brizgi iz zgornjih enačb računsko dobili vrednost 3 N, ki se je približno ujemala z izmerjeno vrednostjo sile trenja v primeru, ko brizga ni bila zamašena.
10. Ko bat potisnemo na ničlo in brizgo zamašimo, ostane v konici brizge nekaj deset mm^3 zraka, ki se nato razpne na 20 ml, pri čemer se tlak ustrezno zmanjša, saj velja Boylov zakon.

Še nekaj napotkov:

- Brizge se dobijo v lekarnah in stanejo manj kot pol evra.
- Za 20 ml brizgo potrebujemo silomer za 50 N.
- Za merjenje sile, pri kateri se prisesek odtrga, **potrebujemo robusten silomer do 100 N, saj se nežnejši lahko poškoduje, ko sila npr. 60 N naenkrat popusti. Zato ta del meritve opravimo kot demonstracijski poskus.** Primerni in poceni so merilniki mase, ki jih uporabljajo na tržnicah – podolgovati z rumeno skalo do 10 oziroma 15 kg (ne tak, kot je na fotografiji).
- Dijaki lahko merijo sile precej bolj natančno, če je brizga vpeta na desko z dvema vijakoma, kot vidimo na fotografiji.

5.10 Specifična toplota kovin

Peter Jevšenak, Šolski center Velenje

Kratek opis za učitelje	Izvedba eksperimentalne vaje zahteva opremo, ki jo verjetno premore večina šol: kalorimeter, kovinski merjenci, posoda z vrelo vodo, termometer. Za izvedbo je potrebna cela šolska ura. Zadnja naloga je namenjena predvsem boljšim dijakom.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • spoznavajo/utrjujejo fizikalne koncepte (toplota, specifična toplota snovi, temperaturno ravnovesje); • pridobivajo osnovne veščine eksperimentiranja (varnost pri delu, uporaba termometra, presoja zanesljivosti in smiselnosti pridobljenih podatkov); • uporabijo definicijo specifične toplote.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo eksperimentalno vajo v parih, lahko tudi v večjih skupinah glede na število kosov eksperimentalne opreme.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki poznajo definicijo toplote.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • učni list 2 za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Slika 52: Eksperimentalna oprema

Učni list za dijake

Specifična toplota kovin

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: razumevanje fizikalnih konceptov (toplota, specifična toplota snovi, temperaturno ravnovesje), pridobivanje ročnih spretnosti

Potrebna oprema: kalorimeter, kovinski merjenec, hladna in vroča voda, termometer (digitalni ali navadni), elektronska tehtnica

Dodatna razlaga:

Kalorimeter rečemo posodi z dvojno steno. Zrak med stenama služi kot izolator in lahko (približno) predpostavimo, da telesa v kalorimetru toploto izmenjujejo samo med seboj, ne pa z okolico. Če imamo v kalorimetru **hladno vodo** in **vroč kovinski valj**, velja zveza:

$/Q_{spr}/ = /Q_{odd}/$

$m_1.c_1(T - T_1) = m_2.c_2\ (T_2 - T)$ (1)

Naloga:

Določi specifično toploto kovinskega merjenca z ohladitvijo v vodi.

Potek dela:

Najprej z besedami zapišite, katera snov toploto oddaja oziroma sprejema in kaj pomenijo količine v enačbi (1).

Toploto sprejema	**Toploto oddaja**	
m_1 -	m_2 -	
T_1 -	T_2 -	
c_1 -	c_2 -	T -

Izberite si merjenec (kovinski valj). V kalorimeter natočite hladno vodo iz pipe. Vode naj bo toliko, da bo merjenec ravno potopljen (če je posoda večja, naj merjenec leži). S tehtanjem prazne in polne posode določite maso vode.

V posebni posodi je segreta voda do vrelišča. Merjenec potopite v vročo vodo za približno dve minuti in ga nato hitro prenesite v kalorimeter in pokrijte s pokrovom. Pokrov ima luknjico za termometer.

Počakate tako dolgo (~ 5 minut), da se temperatura vode popolnoma ustali (ne narašča več) in to je ravnovesna temperatura.

Meritev z istim merjencem še dvakrat ponovite, meritve in rezultate prikažite v tabeli, iz meritev pa določite srednjo vrednost specifične toplote.

Meritve in izračuni:

	m_1 =	m_2 =		c_1 =
N	T_1 (°C)	T_2 (°C)	T (°C)	c_2 (J/kgK)
1				
2				
3				
			povprečje	

Vprašanja:

1. V učbeniku ali zvezku poiščite specifično toploto za kovino, iz katere je merjenec.

   Kovina : ....., c = ... J/kgK

2. Komentirajte natančnost vaših rezultatov, navedite vzroke za morebitno odstopanje (katere količine so najmanj natančno izmerjene, ustreznost postopka in izvedbe meritev).

   .....

3. * Za meritev, katere rezultat je najbliže povprečni vrednosti specifične toplote, popravite izračun tako, da upoštevate, da se del oddane toplote merjenca porabi tudi za segrevanje kalorimetra.

   Računajte, kot da se notranji steni (pol mase posode) temperatura spremeni enako kot vodi, zunanji steni pa se temperatura ne spreminja. Če ne veste, iz katere kovine je kalorimeter, vprašajte učitelja.

Priporočila za učitelje

Specifična toplota kovin

Gre za klasično vajo iz poglavja Toplota. Eksperimentalna oprema je lahko dostopna, namesto vrele vode pa lahko uporabimo tudi vročo vodo iz pipe. Na merjence pritrdimo daljše vrvice, da jih dijaki lahko brez nevarnosti potopijo v vročo vodo, vrvico pa obesijo zunaj posode.

Pri izvedbi je pomembno, da je vode v kalorimetru čim manj (toliko, da je merjenec ravno potopljen), ker je potem temperaturna razlika vode večja, kar je dobro za natančnost rezultatov. Pri čakanju na ravnovesje temperature je treba občasno premešati vodo v kalorimetru. Pri digitalnem termometru lahko razglasimo ravnovesje takrat, ko se s sondo dotaknemo potopljenega merjenca in temperatura ne poskoči več. So pa (ceneni) digitalni termometri precej nenatančni, kar se pozna pri veliki razpršenosti rezultatov (posamezne meritve lahko močno odstopajo od povprečja). Meritve lahko ponovimo z isto vodo (m_1 je enaka, spremeni se le temperatura T_1).

Sam rezultat meritve, to je povprečna specifična toplota kovine, pa je od dejanske vrednosti po navadi manjša, lahko tudi za tretjino. Glavni razlog je nepopolna toplotna izolacija, segrevanje stene kalorimetra, ohlajanje merjenca pri prenosu iz vroče vode v kalorimeter, nenatančnost termometrov, nenatančno odčitavanje temperature (kdaj je temperaturno ravnovesje) ...

Pri zadnji 3. nalogi bo morda treba namigniti dijakom, iz kakšnega materiala je kalorimeter. Po navadi so železni (c = 460 J/kgK) ali aluminijasti (c = 880 J/kgK). Naloga je namenjena spretnejšim dijakom. Rešijo jo lahko tudi doma, pomembno je le, da stehtajo kalorimeter.

Učni list za dijake 2

Specifična toplota kovin – dodatek[2]

(izvedba z zelo preprosto eksperimentalno opremo)

Naloga:

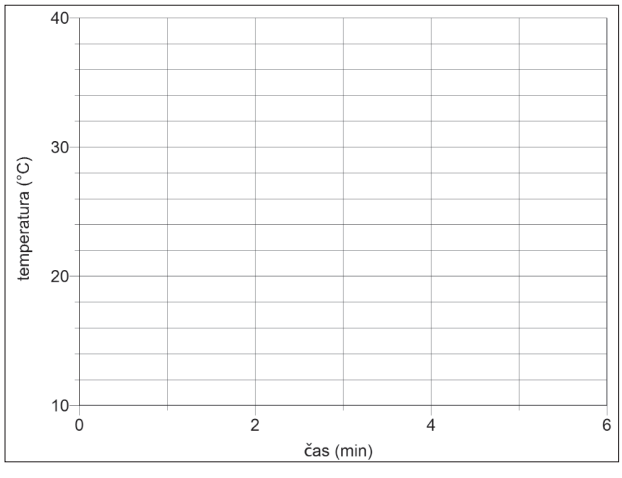
S poskusom izmerite specifično toploto železa.

Potrebna oprema: majhna čaša z oznakami za prostornino, plastenka z vodo, dvostenska čaša 2 dl, železna utež na vrvici z maso 100 g, alkoholni termometer 0 – 100 °C, mešalo, ura, posoda z vrelo vodo

OPOZORILO: Vode ne smemo mešati s termometrom, da ga ne razbijemo. Mešajte jo s plastičnim mešalom.

Potek dela:

V izolirano dvostensko čašo natočite 0,8 dl vode in približno vsake pol minute izmerite temperaturo. Po približno dveh minutah odnesite čašo z vodo do učitelja, da vam bo dal vanjo 100-gramsko utež. Utež je bila pred tem več kot 5 minut v vreli vodi. Ko se vrnete na svoje delovno mesto, izmerite temperaturo, nato pa temperaturo merite še 3 minute v razmikih približno pol minute.



1. Narišite graf, ki kaže, kako se je med celotnim poskusom spreminjala temperatura vode T v odvisnosti od časa t.
2. Koliko toplote je prejela voda od uteži?
3. Kolikšna je specifična toplota železa?

Slika 53: Vajo lahko izvedemo tudi z zelo preprosto eksperimentalno opremo.

[2] *Nalogo so reševali osnovnošolci na državnem tekmovanju iz fizike 2010, avtor naloge M. Cvahte.*

Priporočila za učitelje 2

Specifična toplota kovin – dodatek
(izvedba z zelo preprosto eksperimentalno opremo)

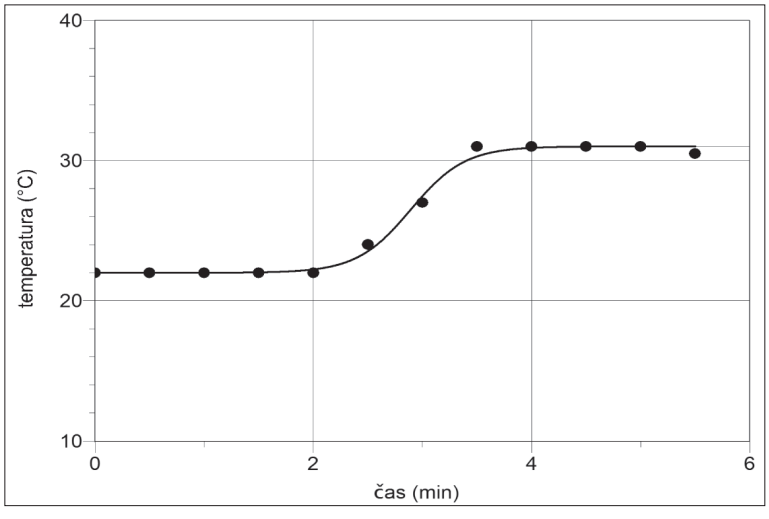
Vajo s podobnimi cilji lahko izvedemo tudi z zelo preprosto eksperimentalno opremo, tako da jo lahko izvaja ves oddelek hkrati v dvojicah. Reševali so jo osnovnošolci na državnem tekmovanju iz fizike 2010.

Za kalorimeter uporabimo dvostensko čašo iz dveh plastičnih kozarcev po 2 dl, namesto menzure pa plastični kozarec 1 dl z oznakami za prostornino. Zelo primerni in poceni so plastični kozarci izdelovalca ORPAL Domžale, dobimo jih v vseh večjih trgovinah s prehrano.

OPOZORILO: Dijaki naj sami ne jemljejo uteži iz vrele vode, saj obstaja nevarnost, da se voda razlije in se opečejo.

Rešitve:

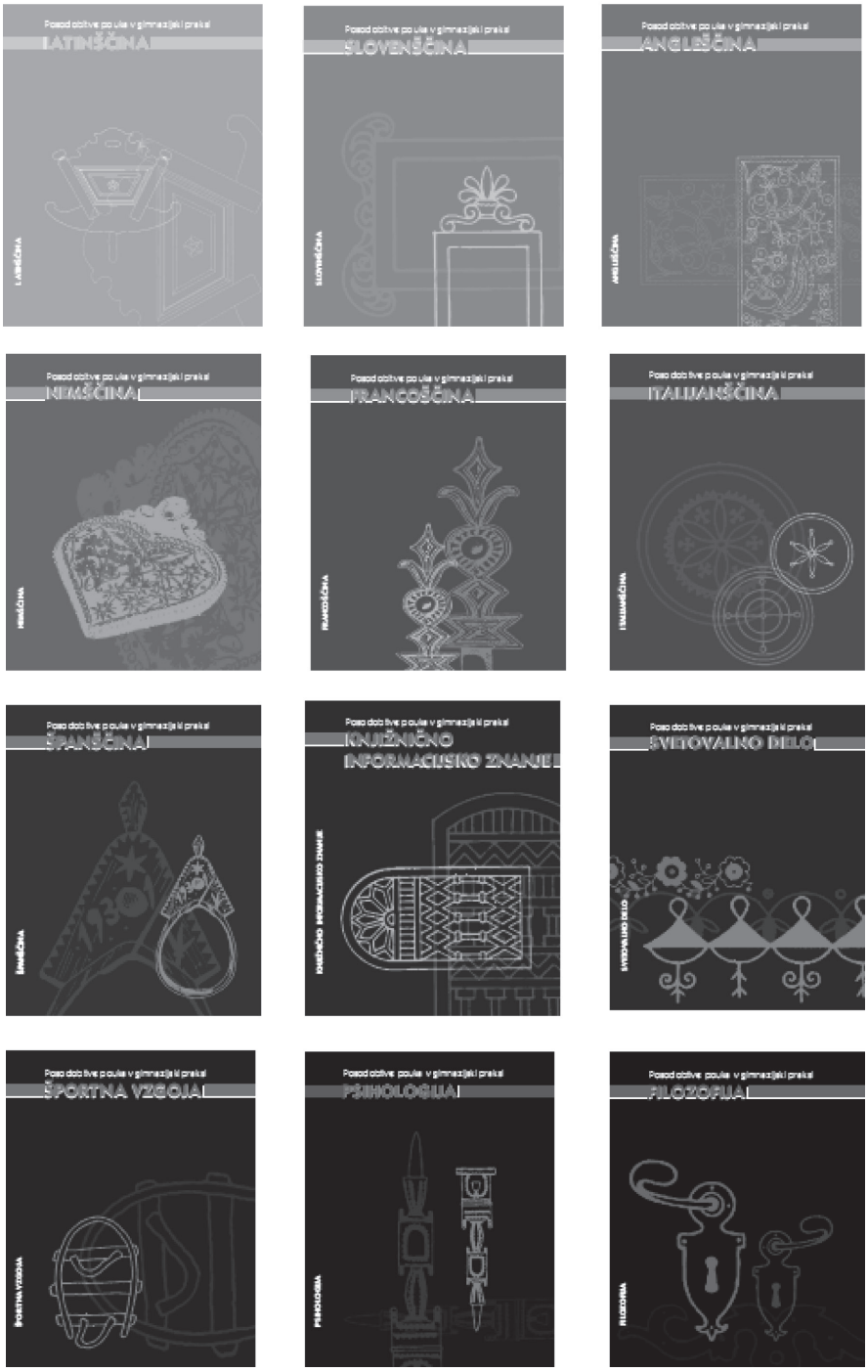
1.

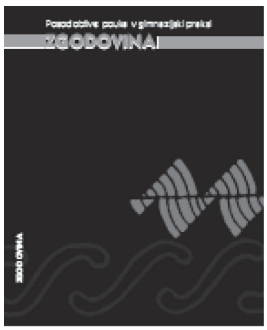


2. Voda je sprejela toploto $Q = m_v\, c_v \Delta T_v = 0{,}080\ \text{kg} \cdot 4200\ \text{J/kgK} \cdot (31 - 22)\text{K} \approx 3000\ \text{J}$.

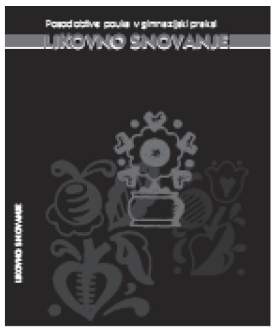
3. Železo je oddalo toliko toplote, kot jo je voda sprejela $Q = m_ž\, c_ž \Delta T_ž$, od koder sledi $c_ž = Q / m_ž\, \Delta T_ž = 3024\ \text{J} / (0{,}1\ \text{kg} \cdot (100 - 31)\text{K}) \approx 430\ \text{J/kgK}$.

V zbirki Posodobitve pouka v gimnazijski praksi bodo izšle naslednje knjige:



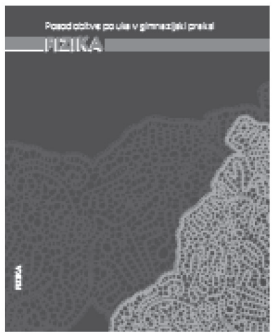

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
ZGODOVINA

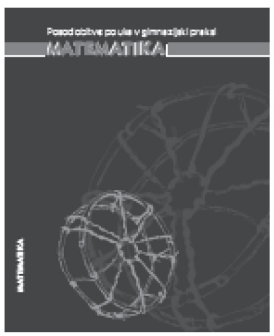
Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
UMETNOSTNA ZGODOVINA


Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
LIKOVNO SNOVANJE

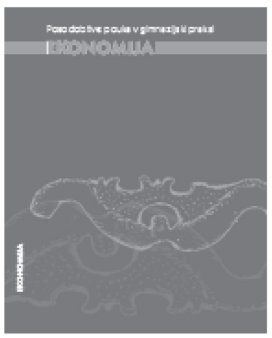
Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
GLASBA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
KEMIJA


Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
FIZIKA


Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
MATEMATIKA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
INFORMATIKA

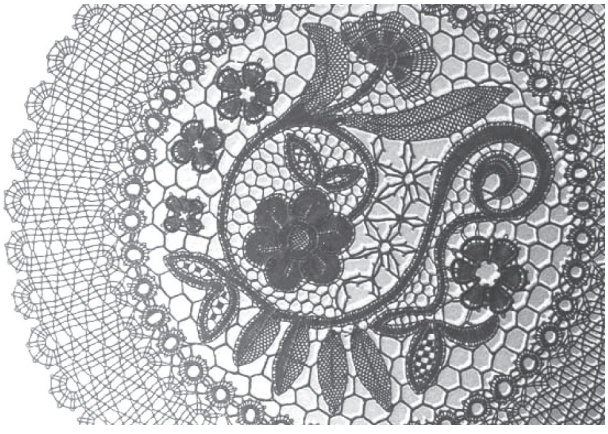

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
EKONOMIJA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
GEOGRAFIJA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
OKOLJSKA VZGOJA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
BIOLOGIJA

Posodobitve pouka v gimnazijski praksi
SMERNICE
POSODABLJANJA



Na naslovnici

KLEKLJANA ČIPKA, na Slovenskem najbolj razširjena čipka. Narejena je s klekljanjem, tj. križanjem, sukanjem in pretikanjem vsaj dveh ali več parov klekljev, na katerih je navita nit. Klekljano čipko sestavljata vzorec in temelj: vzorec je nosilec motiva, temelj pa funkcionalna povezava motivov. Pri nekaterih čipkah ni temeljev, pri drugih je to kitica, ki spaja dela vzorca. Za izdelovanje klekljane čipke so na Slovenskem uporabljali največkrat lanene, pozneje bombažne niti, redkeje naravno svilo, volno, zlate in srebne niti. Po sistemu izdelave se klekljane čipke delijo na čipke s prekinjanim in neprekinjenim potekom niti. Sledenje so po načinu izdelave stavljene in tračne čipke, po obliki pa metrske in čipke zaključenih oblik. Slovenske klekljane čipke so v 18. in 19. stol. krasile bogoslužno opremo in tekstilne izdelke za kmečke družine na Slovenskem in Hrvaškem, v prvi polovici 20. stol pa je največ kupcev prihajalo iz evropskih držav in ZDA. S klekljano čipko so okrašeni predmeti notranje opreme in oblačila (prti, zavese, šatulje, okvirjena čipka, ovratniki ...).

(Povzeto po: Baš, A. (ur.) (2004): Slovenski etnološki leksikon. Ljubljana: Mladinska knjiga, str. 210.)

ISBN 978-961-234-930-1