Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi

FIZIKA

Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi

FIZIKA – elektrika in magnetizem, valovanje, moderna fizika

Milenko Stiplovšek
Dr. Gorazd Planinšič
Samo Božič
Ivanka Toman
Ruben Belina
Mag. Miroslav Cvahte
Peter Gabrovec
Aleš Iršič
Peter Jevšenak
Mag. Mirijam Pirc
Peter Šlajpah
Miran Tratnik

Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi

Fizika – elektrika in magnetizem, valovanje, moderna fizika

Uredili:	Milenko Stiplovšek, Ivanka Toman, Samo Božič
Avtorji	Milenko Stiplovšek, dr. Gorazd Planinšič, Samo Božič, Ivanka Toman, Ruben Belina, mag. Miroslav Cvahte, Peter Gabrovec, Aleš Iršič, Peter Jevšenak, mag. Mirijam Pirc, Peter Šlajpah, Miran Tratnik
Strokovni pregled:	dr. Zlatko Bradač, mag. Peter Sekolonik
Jezikovni pregled:	Tatjana Ličen
Izdal in založil:	Zavod RS za šolstvo
Predstavnik:	dr. Vinko Logaj
Urednici zbirke:	izr. prof. dr. Amalija Žakelj, mag. Marjeta Borstner
Tehnična urednica:	Alenka Štrukelj
Oblikovanje:	Irena Hlede
Grafični prelom:	Silveco, d.o.o.
Objavljeno na spletnem naslovu:	http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi FIZIKA

Prva izdaja

Ljubljana, 2014

Publikacija je brezplačna.

Zbirka Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi je nastala v okviru projekta Posodobitev kurikularnega procesa na osnovnih šolah in gimnazijah v sklopu Posodobitev pouka na osnovnih šolah in gimnazijah.

Izid publikacije sta sofinancirala Evropski socialni sklad Evropske unije in Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport.

© Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2014

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE, ZNANOST IN ŠPORT

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

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)(0.034.2)

IZZIVI razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi. Fizika - elektrika in magnetizem, valovanje, moderna fizika [Elektronski vir] / avtorji Milenko Stiplovšek ... [etal.] ; uredili Milenko Stiplovšek, Ivanka Toman, Samo Božič. - 1. izd. - El. knjiga. - Ljubljana : Zavod RS za šolstvo, 2014
Način dostopa (URL):
http://www.zrss.si/digitalnaknjiznica/Izzivirazvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijskipraksi FIZIKA

ISBN 978-961-03-0290-2 (pdf)
1. Stiplovšek, Milenko, 1957-
274816768

Kazalo

PREDGOVOR 5

UVOD *(Milenko Stiplovšek)* 7

1 PREVERJANJE IN OCENJEVANJE 9

1.1 Formativno preverjanje znanja pri pouku fizike in samoocenjevanje *(Gorazd Planinšič)* 11

1.2 Neračunske naloge *(Gorazd Planinšič)* 17

1.3 Ocenjevanje veščin eksperimentalnega dela *(Ivanka Toman)* 22

1.4 Vključevanje veščin eksperimentalnega dela v pisno in ustno preverjanje in ocenjevanje *(Milenko Stiplovšek)* 29

1.5 Avtentične naloge pri pouku fizike v gimnaziji *(Milenko Stiplovšek)* 33

2 SODOBNI DIDAKTIČNI PRISTOPI 43

2.1 Fizika kot zgled, matematika kot orodje *(Mirijam Pirc)* 45

2.2 Izbirni predmet fizika *(Peter Jevšenak)* 49

2.3 Pouk zunaj učilnice *(Miran Tratnik)* 51

3 AKTIVNI POUK IN RAZVIJANJE NARAVOSLOVNEGA MIŠLJENJA 53

3.1 Elektrika in magnetizem 55

3.1.1 Vzporedna in zaporedna vezava žarnic *(Miran Tratnik)* 55

3.1.2 Osciloskop – opazovanje in merjenje električnih količin *(Ivanka Toman)* 60

3.1.3 Lastnosti električnih elementov – fotoupornik in tranzistor *(Peter Jevšenak)* 65

3.1.4 Magnetno polje trajnega magneta *(Peter Šlajpah)* 69

3.1.5 Merjenje gostote magnetnega polja Zemlje in dolge tuljave *(Milenko Stiplovšek)* 76

3.1.6 Dušeno nihanje električnega kroga *(Milenko Stiplovšek)* 82

3.2 Valovanje 91

3.2.1 Hitrost valovanja na vrvi *(Ivanka Toman)* 91

3.2.2 Lom valovanja *(Miran Tratnik)* 95

3.2.3 Valovni pojavi *(Peter Gabrovec)* 97

3.2.4 Določanje valovne dolžine z uklonsko mrežico *(Milenko Stiplovšek)* 101

3.2.5 Absorpcija svetlobe pri prehodu skozi prozorno snov *(Miroslav Cvahte)* . 109

3.2.6 Absorpcija elektromagnetnega valovanja *(Peter Šlajpah)* 113

3.3 Moderna fizika 118

3.3.1 Vzbujena stanja helijevega atoma in spekter svetlobe, ki jo obdaja helij, ko po njem teče električni tok *(Samo Božič)* 118

3.3.2 Sevanje ozadja, razpolovni čas in aktivnost vzorca *(Mirijam Pirc)* 129
3.3.3 Eksponentno pojemanje *(Miran Tratnik)* 135
3.3.4 Radioaktivni razpad – simulacija s pomočjo metanja kock *(Aleš Iršič)* 138
3.4 Preostala področja 143
3.4.1 Tudi Sonce se vrti *(Peter Jevšenak)* 143
3.4.2 Družabna astronomska igra Galaktični activity *(Ruben Belina*) 146
3.4.3 Sonce-Zemlja-Luna, Vrste galaksij *(Ruben Belina)* 151
3.4.4 Meritve z GPS-senzorjem in barometrom *(Miran Tratnik)* 159
3.4.5 Analiza gibanja kolesarja po klancu *(Peter Gabrovec)* 165
3.4.6 Koliko energije se sprošča v človeškem telesu pri zgorevanju hrane ob različnih dejavnostih *(Miroslav Cvahte)* 169
3.4.7 Zračni upor – meritve z računalniško merilno opremo in brez nje *(Miroslav Cvahte)* 176

Predgovor

Pred vami je drugi del priročnika za učitelje in laborante fizike v gimnazijskih programih, ki je vsebinsko nadaljevanje in dopolnilo dela Posodobitve pouka v gimnazijski praksi – Fizika (Mehanika, toplota, nihanje), izdanega leta 2010. Vsebinsko nadaljevanje so prispevki s področja elektrike in magnetizma, valovanja in moderne fizike. Dopolnilo pa predstavljajo prispevki, ki se nanašajo na preverjanje in ocenjevanje ter medpredmetno sodelovanje in pouk zunaj učilnice.

Aktivni pouk in razvijanje naravoslovnega mišljenja ostaja stalnica in rdeča nit obeh delov. Avtorji verjamemo, da je to tudi stalnica in rdeča nit pri pouku fizike v Sloveniji. Upamo, da bo ta priročnik pripomogel k temu, da bosta aktivni pouk in razvijanje naravoslovnega mišljenja pri pouku fizike še pogostejša in kakovostnejša ter za učitelje lažje izvedljiva, kot sta bila do zdaj.

Priročnik, ki je pred vami, smo pripravili avtorji, sodelujoči v predmetni razvojni skupini za fiziko v okviru projekta Posodobitev kurikularnega procesa na osnovnih šolah in gimnazijah, ki ga izvaja Zavod Republike Slovenije za šolstvo ob finančni podpori Evropskega socialnega sklada Evropske unije in Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport.

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

Uvod

Milenko Stiplovšek, Zavod RS za šolstvo

Priročnik je namenjen predvsem učiteljem in laborantom fizike v gimnazijskih programih. Sestavljen je iz treh delov. Prvi del prinaša prispevke na temo preverjanje in ocenjevanje, drugi del obravnava medpredmetno sodelovanje in nekonvencionalne pristope k pouku fizike, tretji del pa predstavlja gradiva za aktivni pouk s področij, ki niso bila obravnavana v priročniku, izdanem leta 2010, in gradiva, ki intenzivneje vključujejo uporabo računalnika in nekaterih senzorjev, nabavljenih po letu 2010.

Glavne usmeritve priročnika so enake, kot so bile pri izdaji prvega dela 2010. Želimo, da priročnik pomaga učiteljem dosegati:

- dejavno vlogo dijakov pri pouku,
- razvoj zmožnosti naravoslovnega mišljenja pri dijakih,
- diferenciacijo (večina gradiv ima naloge na različnih ravneh zahtevnosti in je to tudi označeno),
- da bi osnovne naloge praviloma zmogli vsi dijaki.

Težavnost nalog je označena z zvezdicami:

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

Priročniku so kot priloga dodana gradiva v wordu, tako da jih bodo lahko učitelji prilagajali glede na svoje želje in možnosti pri pouku. Pri računalniško podprtih eksperimentih in meritvah so dodane tudi datoteke programa LoggerPro, ki vsebujejo primere rezultatov meritev in njihovih obdelav.

Gradiva za podporo aktivnemu pouku so sestavljena iz treh delov:

- Prvi del gradiva je preglednica z informacijami za osnovno usmeritev učitelja. Te so: naslov gradiva in ime avtorja, kratek opis, cilji, priporočila za oblike in metode dela, priporočen čas za izvedbo, ocena o zahtevnosti in podatek, ali gradivo vključuje eksperiment.
- Drugi del je učni list za dijake. Zaradi preglednosti in manjšega obsega priročnika je prostor za odgovore, izračune, skice ipd. le nakazan. V ustrezni datoteki v drugem delu je predviden prostor, kot ga predlaga avtor gradiva, učitelj pa lahko gradivo prilagodi v skladu s svojimi željami in predvidevanji.
- Tretji del posameznega gradiva so priporočila za učitelja. Ta se od gradiva do gradiva razlikujejo in so posledica izkušenj učiteljev z uporabo gradiva pri pouku. Praviloma vsebujejo:
  - informacije o potrebni opremi,
  - opozorila o morebitnih nevarnostih,

- podrobnejše napotke za izvedbo oziroma za različne možnosti izvedb,
- primere rezultatov meritev in njihove obdelave.

Večina gradiv je bila preizkušena pri pouku v taki obliki, kot so predstavljena v priročniku. Seveda ima vsak učitelj svoje mnenje glede tega, kakšno gradivo bo za njegove dijake v nekem trenutku najprimernejše, zato je zelo smiselno, da učitelji po svoji presoji v predstavljenih gradivih kaj dodate ali izpustite, spremenite ipd., preden jih posredujete dijakom. S tem namenom so tudi vsa gradiva na voljo v elektronski obliki, ki omogoča kopiranje in spreminjanje – prilagajanje kopij potrebam posameznega učitelja v določenem trenutku.

Avtorji upamo in želimo, da boste učitelji v predstavljenih gradivih našli uporabne in koristne ideje za kakovosten pouk fizike in da vam bodo ta gradiva pri pripravi na takšen pouk čim bolj pomagala.

Preverjanje in ocenjevanje

1.1 Formativno preverjanje znanja pri pouku fizike in samoocenjevanje

Dr. Gorazd Planinšič, Fakulteta za matematiko in fiziko,
Univerza v Ljubljani

Preverjanje in ocenjevanje znanja je sestavni del pouka, ki ključno vpliva na učenje in na poučevanje. Po navadi ločimo tri vrste preverjanja oziroma ocenjevanja: diagnostično ali začetno, formativno ali sprotno ter sumativno ali končno preverjanje in ocenjevanje (Marentič Požarnik in Peklaj, 2002). V tem prispevku se bomo osredotočili na formativno preverjanje znanja pri pouku fizike.

Po Blacku in Wiliamu sodijo v formativno preverjanje vse tiste dejavnosti, ki vodijo do informacij, na podlagi katerih lahko izboljšamo učenje in poučevanje; takšne dejavnosti lahko izvaja učitelj ali dijaki pri samoocenjevanju (Black in Wiliam, 1998). Formativno preverjanje daje povratno informacijo dijakom o kakovosti njihovega znanja (vključno z veščinami in kompetencami) in učitelju o tem, katere vsebine naj dodatno poglablja, da bo učenje uspešnejše. Namen formativnega preverjanja je dosežen šele, ko to povzroči spremembe na obeh straneh, tako pri učencu kot pri učitelju.

Black in Wiliam sta izvedla obsežno metaraziskavo, v kateri sta pregledala 20 različnih študij različnih poučevalskih načinov in posegov pri poučevanju ljudi, starih od pet let do univerzitetnih študentov, v različnih vrstah šol in različnih državah. Ugotovila sta, da so imeli najučinkovitejši poučevalski načini in posegi (glede na vloženi denar in čas) pomembno skupno lastnost: vsi so vključevali formativno preverjanje znanja. Podrobno sta analizirala najuspešnejše primere in zbrala naslednje ugotovitve o formativnem preverjanju znanja:

- Izvajanje formativnega preverjanja znanja bolj pomaga dijakom z nižjimi dosežki, pri čemer pa ne prizadene dosežkov sposobnejših dijakov. To pomeni, da z uporabo formativnega preverjanja znanja zmanjšujemo razlike v dosežkih dijakov v razredu in zvišujemo povprečni dosežek razreda.
- Če je formativno preverjanje znanja kombinirano z ocenjevanjem (na primer pridobivanje ocen na podlagi domačih nalog), je učinek bistveno manjši ali pa ga sploh ni.
- Povratna informacija dijaku naj bo o konkretni kakovosti njegovega dela pospremljena z nasveti, kaj naj naredi, da bo to še izboljšal. Povratna informacija naj ne vsebuje podtonov o sposobnostih, tekmovanju ali primerjav z drugimi dijaki.
- Pomembno je, da ves čas ustvarjamo razmere, v katerih bodo imeli dijaki priložnost, da govorijo o svojem razumevanju učnih vsebin na svoj način. Pri tem moramo posebej paziti, da naivne, nepopolne ali napačne ideje dijakov razumemo kot priložnost in dolžnost za dodatno razpravo in poglabljanje znanja. Pogosta napaka je, da poskušajo učitelji usmerjati razmišljanje dijakov v ustaljene načine razmišljanja, ki vodijo do pričakovanih odgovorov, ne da bi prisluhnili dijakom in jim dali priložnost za samostojno razmišljanje.

- Formativno preverjanje, pri katerem dobijo dijaki le ocene ali točke (teh seveda ne upoštevamo pri končni oceni), dijakom ne koristi kaj dosti. Povratna informacija je učinkovita tedaj, ko da vsakemu dijaku specifično informacijo o njegovih sposobnostih in šibkostih, po možnosti v opisni (ali ustno izrečeni) obliki.
- Formativno preverjanje znanja je najučinkovitejše, če vključuje tudi samoocenjevanje dijakov. Če želimo, da bo samoocenjevanje učinkovito, moramo dijake izuriti v tem, kako ovrednotiti svoje trenutno znanje. Le tako bodo razumeli, kaj je glavni namen njihovega učenja in kaj morajo narediti, da bi dosegli cilje.

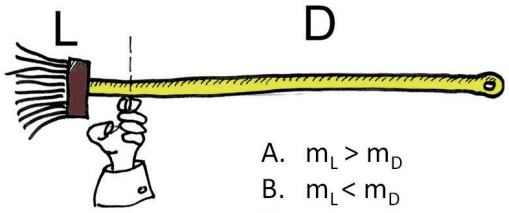
Povratna informacija dijaku in učitelju je ključna sestavina formativnega preverjanja znanja. Sadler (1989) predlaga tri korake, o katerih naj bi dijaki in učitelji razmišljali pri učinkovitem formativnem preverjanju znanja (opisani koraki so tudi dobra opora pri načrtovanju dejavnosti za formativno preverjanje znanja):

- *Prepoznavanje želenih ciljev.* Kako oziroma po čem bomo prepoznali, da je dosežen želeni cilj? Ni dovolj, da vemo, katere cilje je treba doseči. Pomembno je, da vemo, kako prepoznati, ali so cilji doseženi.
- *Določitev trenutnega stanja.* Kakšno je trenutno razumevanje snovi (ali obvladovanje veščin in kompetenc)?
- *Ideja o tem, kako priti iz trenutnega stanja do končnega cilja.* Kakšne strategije in katera orodja so najprimernejša za dosego ciljev?

Formativno preverjanje znanja lahko izvajamo na različne načine. Morda najpreprostejši, pa vendar učinkovit način formativnega preverjanja znanja omogočajo domače naloge, seveda pri predpostavki, da z njimi ne pridobivamo ocen, da si učitelj vzame dovolj časa, da jih pregleda in posreduje dijakom ustrezno povratno informacijo in da na podlagi dijaških rešitev ustrezno dopolni obravnavo snovi, če je to nujno. Druga oblika formativnega preverjanja znanja so poskusni testi, ki jih učitelji pripravijo po navadi na začetku leta, še posebej v prvem letniku srednje šole. Dijaki rešujejo poskusne teste po navadi v šoli ali pa kot domačo nalogo dve srečanji pred pisanjem »pravega« testa. Na uri pred pisanjem testa učitelj po navadi skupaj z dijaki reši naloge poskusnega testa in opozori na tipične težave, ki jih imajo dijaki pri reševanju nalog iz konkretne učne vsebine. Pomanjkljivost takšnih poskusnih testov je, da so po navadi izvedeni tik pred ocenjevanjem in so zato pozna povratna informacija za dijake in prepozna za učitelja, saj ta na podlagi rezultatov takšnega testa ne more več dodatno poglabljati slabše usvojene vsebine. Bolje je pisati več kratkih poskusnih testov med obravnavo izbranega poglavja kot pa en daljši poskusni test tik pred koncem obravnave poglavja.

Dopolnilna oblika formativnega preverjanja znanja je lahko kolegialno učenje (angleško *Peer Instruction* (Mazur, 1997)), še posebej če imamo možnost, da ga izvajamo z elektronskimi odzivniki (responderji). Glasovanje z elektronskimi odzivniki ima vsaj tri prednosti: 1) dijaki niso v strahu, da se bodo osmešili, zato odgovarjajo vsi dijaki, 2) odgovori odražajo dejansko znanje dijakov in 3) uporaba odzivnikov v kombinaciji z računalnikom prihrani veliko časa. Pri kolegialnem učenju uporabljamo vprašanja izbirnega tipa, pri čemer poskušamo izbrati distraktorje tako, da ti odkrivajo tipične težave, ki jih imajo dijaki pri razumevanju obravnavane snovi (glej primer na sliki 1).

Metlo podpremo pod težiščem, tako kot kaže slika. Če metlo prerežemo po nakazani črtkani črti in stehtamo oba konca, bomo ugotovili:



A. $m_L > m_D$
B. $m_L < m_D$
C. $m_L = m_D$
D. Ni dovolj podatkov

Slika 1: Primer naloge izbirnega tipa. Dijaki, ki znajo uporabiti pogoj o ravnovesju navorov, bodo izbrali pravilni odgovor A. Dijaki, ki tega ne znajo, pogosto izberejo odgovor C (mislijo, da bo metla v ravnovesju tedaj, ko bosta imela dela metle enaki masi).

Dijaki najprej glasujejo o odgovoru na določeno vprašanje. Če je večina dijakov pravilno odgovorila na vprašanje, se učitelj z dijaki na kratko pogovori o tem, zakaj je odgovor pravilen in zakaj so drugi odgovori napačni, nato pa nadaljuje z naslednjim vprašanjem. Kadar pa so dijaki razdeljeni v dve (ali več) približno enako številčni skupini, učitelj pozove dijake, da se v nekaj minutah o vprašanju pogovorijo z najbližjim kolegom, in nato ponovno glasujejo o odgovorih na isto vprašanje. Pri ponovnem glasovanju je po navadi precej več pravilnih odgovorov kot pri prvem glasovanju. Po končanem drugem glasovanju sledi razprava o vseh ponujenih odgovorih, tako kot že omenjeno. Kolegialno učenje omogoča, da dobi vsak dijak na diskreten način povratno informacijo o tem, kakšno je njegovo znanje v primerjavi z znanjem večine, učitelj pa realno informacijo o znanju dijakov.

V prvem delu tega prispevka smo izvedeli, da je formativno preverjanje znanja najučinkovitejše tedaj, ko vključuje tudi samoocenjevanje dijakov. Zato namenimo samoocenjevanju posebno poglavje.

Samoocenjevanje z rubrikami

Samoocenjevanje je lahko hkrati formativno preverjanje znanja, če daje dijaku primerno povratno informacijo, na podlagi katere lahko izboljšuje svoje dosežke. V tem poglavju bom predstavil preizkušen način takšnega samoocenjevanja, znan kot ocenjevanje z rubrikami ali lestvicami ocenjevanja. Takšne načine samoocenjevanja uspešno razvijajo tudi učitelji sami (glej prispevek Ivanke Toman Ocenjevanje veščin eksperimentalnega dela v tem priročniku).

Ocenjevalne rubrike pomagajo dijakom, da vidijo učne cilje, ovrednotijo svoje delo in ga sproti popravljajo tako, da postopoma dosegajo zadane cilje (v tem prepoznamo tri korake, ki jih je predlagal Sadler). Rubrike vsebujejo opise različnih stopenj uspešnosti, do najvišje stopnje, ki predstavlja popolno doseganje ciljev. Pri samoocenjevanju uporabljajo rubrike dijaki ali skupine dijakov (na primer pri eksperimentalnem delu), da ovrednotijo svoje delo. Seveda uporabljajo rubrike tudi učitelji, da ovrednotijo delo dijakov in jim posredujejo povratno informacijo o uspešnosti njihovega dela.

Kako sestavljamo rubrike? Najprej pripravimo spisek znanj in kompetenc, ki jih želimo razvijati pri dijakih. Nato začnemo sestavljati ocenjevalne rubrike (opisno izražene ocene), ki bodo dijakom v pomoč pri doseganju ciljev. Kompetence in znanja, ki sestavljajo določeno rubriko in jih želimo ovrednotiti, smiselno razbijemo na manjše enote, ki jih lahko ovrednotimo. Predstavil bom zgradbo rubrik Etkine s sodelavci (2006). Vsaka enota v posamezni rubriki je razdeljena na štiri dele in označena s številkami od 0 do 3. Številkam ustrezajo opisne ocene, ki označujejo stopnjo doseganja ciljev na naslednji način: 0 – manjka; 1 – ni ustrezno; 2 – deloma ustrezno, treba še izpopolniti; 3 – povsem ustrezno. V nadaljevanju so predstavljeni trije primeri rubrik.

Preglednica 1: Rubrika za risanje diagramov sil

Manjka	**Ni ustrezno**	**Treba je izpopolniti**	**Ustrezno**
Ni diagrama sil.	Diagram sil je narisan, toda v njem so pomembne napake: manjkajo sile ali pa je narisanih preveč sil, napačne smeri sil ali nepravilne relativne dolžine vektorjev.	Diagram sil je narisan, vektorji sil imajo pravilne relativne velikosti in smeri, vendar so pomanjkljivo označeni ali pa imajo napačna prijemališča.	Diagram vsebuje vse potrebne sile, te so pravilno in smiselno označene. Relativne dolžine vektorjev in prijemališča so pravilno narisani.

Preglednica 2: Rubrika za risanje grafov

Manjka	**Ni ustrezno**	**Treba je izpopolniti**	**Ustrezno**
Ni grafa.	Graf je narisan, toda osi niso označene in/ali na oseh ni merila.	Graf je narisan, osi so označene, toda ne ustrezajo odvisni/neodvisni spremenljivki in/ali merilo je neustrezno.	Graf je narisan, ima pravilno označene osi, neodvisna spremenljivka je na vodoravni, odvisna pa na navpični osi, merilo je ustrezno.

[1] *Vse rubrike so dostopne v angleškem jeziku na naslovu http://paer.rutgers.edu/ScientificAbilities/Rubrics/default.aspx (15. 3. 2013).*

Preglednica 3: Rubrika za načrtovanje in izvedbo poskusa (predstavljeni sta le dve izmed desetih enot).

	Manjka	**Ni ustrezno**	**Treba je izpopolniti**	**Ustrezno**
Sposobnost načrtovati poskus, s katerim bo lahko raziskal izbrani pojav.	Poskus ne raziskuje pojava.	Poskus je povezan s pojavom, toda ne pomaga k razjasnitvi le tega.	Poskus raziskuje pojav, toda nekaterih pomembnih vidikov pojava ne bo mogoče opaziti.	Poskus bo lahko dal zanimiva opažanja, ki so relevantna za razumevanje pojava.
Sposobnost odločiti, katere količine so relevantne, in prepoznati neodvisne/ odvisne spremenljivke.	Izbere nerelevantne količine.	Le nekatere izbrane količine so relevantne.	Količine so relevantne, toda ne prepozna neodvisnih/ odvisnih spremenljivk.	Količine so relevantne, prepozna neodvisne/ odvisne spremenljivke.

Pri samoocenjevanju imajo dijaki med delom rubrike pri sebi. Rubrike pomagajo dijakom, da se osredotočijo na pomembne korake in so opora ali vodniki pri reševanju nalog. Po končanem delu dijaki naredijo samoevalvacijo svojega dela, kar jim pomaga, da lahko izboljšajo svoje rezultate. Alternativna možnost je, da dijake razdelimo v manjše skupine, v okviru katerih nato primerjajo naloge med seboj in naredijo samoevalvacijo. Učitelj pri tem opazuje in po potrebi usmerja delo skupin.

Uporabnost rubrik pa sega še dosti dlje. Učitelji uporabljajo rubrike kot obliko formativnega ocenjevanja, s katerim dajo dijakom povratno informacijo o njihovem delu. Uporabljajo jih lahko tudi za vrednotenje dijaških projektnih nalog ter ocenjevanje eksperimentalnih in drugih nalog odprtega tipa. Rubrike so v pomoč tudi načrtovalcem laboratorijskih vaj. Opisi posameznih naravoslovnih kompetenc se lahko uporabljajo kot cilji pri sestavljanju vaj. Na primer, poskuse lahko načrtujemo tako, da imajo več delov, s katerimi pokrijemo eno ali več sposobnosti, ki so opisane v rubrikah. Navsezadnje uporabljajo rubrike tudi raziskovalci na področju poučevanja, na primer za ocenjevanje dijaških izdelkov v daljšem obdobju, ko preučujejo, kako se s časom spreminjajo naravoslovne kompetence dijakov.

Literatura in viri

1 *Black, P. in Wiliam, D. (1998). Inside the black box. Rising standards through classroom assesment. London: King's College.*

2 *Etkina, E., Van Heuvelen, A., White-Brahmia, S., Brookes, D. T., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D., Warren, A. (2013). Scientific abilities and their assessment. Phys Rev. ST-PER, 2, 020103. Dostopno na http://prst-per.aps.org/ (15. 3. 2013).*

3 *Marentič - Požarnik, B. in Peklaj, C. (2002). Preverjanje in ocenjevanje za uspešnejši študij. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete.*

4 *Mazur, E. (1997). Peer instruction - a user's manual. New Jersey: Prentice Hall.*

5 *Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. Instr. Sci. 18, str. 119–144.*

1.2 Neračunske naloge

Dr. Gorazd Planinšič, Fakulteta za matematiko in fiziko,
Univerza v Ljubljani

Večina nalog, ki jih najdemo v zbirkah in na koncu poglavij v učbenikih, je računskih. Med temi nalogami je velika večina takšnih, pri katerih je podano natanko toliko podatkov, kolikor jih potrebujemo, da izračunamo količine, po katerih naloga sprašuje. Dijaki kaj hitro najdejo najboljšo strategijo za reševanje takšnih nalog. Uganiti je treba pravo »formulo« in izraziti neznano količino z uporabo osnovnih štirih matematičnih operacij (žal imajo marsikateri tudi s tem resne težave). Zdi se, da je kultura tovrstnih nalog dokaj zakoreninjena v državah na območju nekdanje Habsburške monarhije. V zadnjem času pa se tudi pri nas vse bolj uveljavljajo novi tipi nalog, ki ne postavljajo računanja na prvo mesto. K temu sta precej prispevala razvoj fizikalnega izobraževanja kot raziskovalnega področja in vključitev Slovenije v mednarodne raziskave, kot sta PISA in TIMSS. V tem prispevku bom le na kratko predstavil različne primere nekaterih manj znanih tipov neračunskih nalog.

Različne predstavitve

Raziskave so pokazale, da če znajo dijaki določen problem pravilno predstaviti na vsaj dva različna načina, to z veliko gotovostjo kaže na razumevanje problema, in zato uspešnost pri iskanju končne rešitve (Bartiromo, 2010). Z različnimi predstavitvami dobijo dijaki kvalitativen pregled nad pojmi in zakoni, ki sestavljajo izbrano poglavje in se nanašajo na problem (Van Heuvelen, 1991). Poglejmo naslednji primer iz kinematike.

Besedna predstavitev

Dva avtomobila vozita po ravnih in vzporednih cestah. Ob času $t = 0$ se oba nahajata pri oznaki $x = 0$. Avto A se ves čas giblje s stalno hitrostjo v_A, avto B pa s stalnim pospeškom. Ob času $t = 0$ je avto B miroval. Kolikšna je hitrost avtomobila B ob času srečanja?

Skica: začetna in končna situacija, opremljena z ustreznimi količinami in oznakami.

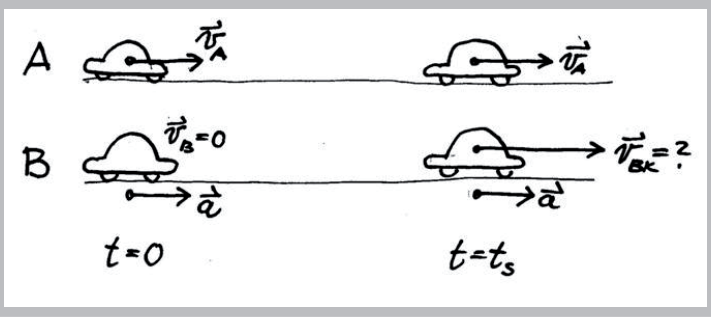
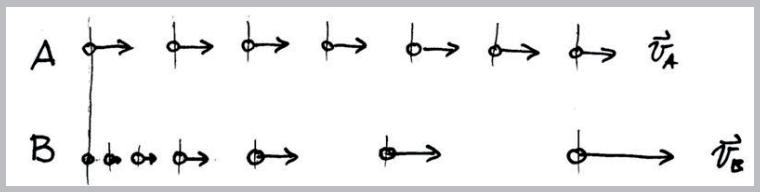
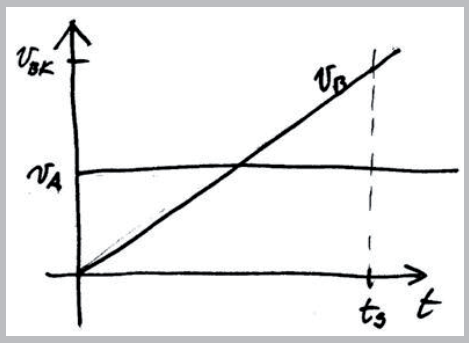


Diagram gibanja: zaporedje slik, ki predstavljajo dogajanje v enakih časovnih razmikih. Stopnja abstrakcije se povečuje, na sliki ni več risb avtomobilov. Pomembna prednost diagrama je, da omogoča sledenje spremembe hitrosti.



Graf: časovna odvisnost spreminjanja hitrosti. V tem primeru lahko že iz grafa napovemo (uganemo, zaslutimo ...) rešitev naloge. Glede na prejšnji dve predstavitvi je graf stopnjevanje abstrakcije.



Matematičen zapis in rešitev enačb

$$s_A = v_A \cdot t$$

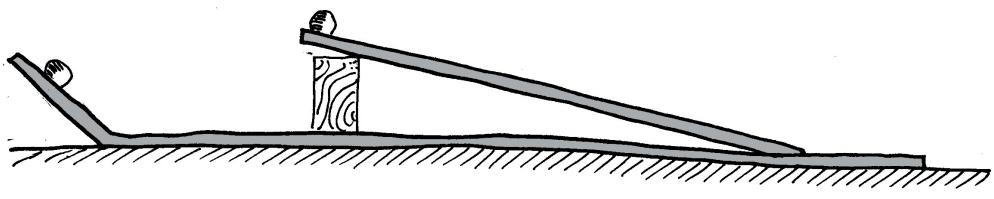
$$s_B = \frac{1}{2} a t^2 = \overline{v_B} \cdot t = \frac{v_{BK}}{2} \cdot t$$

ob času srečanja $s_A = s_B$

$$\Rightarrow \quad v_A \cdot t = \frac{v_{BK}}{2} \cdot t$$

$$\Rightarrow \quad \underline{\underline{v_{BK} = 2 \cdot v_A}}$$

V nekaterih primerih lahko k omenjenim dodamo še poskus kot novo obliko predstavitve. Poskus lahko predlagajo in sestavijo dijaki sami ali pa ga učitelj pokaže in skupaj z dijaki razloži. V zgornjem primeru lahko gibanje, ki ga opisuje naloga, dosežemo tako, da eno kroglico potisnemo, da se enakomerno giblje po ravni podlagi, drugo pa (ob primernem trenutku) spustimo, da se pospešeno giblje po klancu navzdol, kot kaže naslednja slika:



Kot vsak poskus tudi ta zahteva vajo in iskanje primernih parametrov. Uspešen poskus lahko posnamemo s (hitro) kamero in ga analiziramo s programom za analizo videoposnetkov (npr. LoggerPro).

Razmisli in presodi

Pri tovrstnih nalogah dijaki primerjajo izjave različnih namišljenih oseb in na podlagi znanja fizike poskušajo presoditi o pravilnosti oziroma nepravilnosti njihovih izjav. Poglejmo na primeru.

Hana, Matic in Nika trenirajo tenis. Pri pogovoru o serviranju nanese beseda na gibanje žogica, ki jo vržemo navpično navzgor.

Hana pravi: *»Če opazujemo pospešek žogice na določeni višini od tal, je ta po velikosti in po smeri enak pri gibanju navzgor kot pri gibanju navzdol, saj na kroglico ves čas deluje teža.«*

Matic pravi: *»Jaz pa mislim, da sta pospeška enaka po velikosti, po smeri pa ne. Ko se kroglica giblje navzgor kaže pospešek navpično navzdol, ko pa se giblje navzdol, kaže pospešek navpično navzgor.«*

Nika pravi: *»Jaz pa mislim, da pospešek v obeh primerih kaže navpično navzdol, toda pri gibanju žogice navzgor je po velikosti večji, saj je treba upoštevati, da na kroglico deluje tudi zračni upor.«*

Komentirajte vsako trditev posebej. Podajte argumente, s katerimi lahko podprete ali ovržete posamezno trditev.

Sestavi nalogo

Ta tip nalog je med dijaki priljubljen, saj boljšim in bolj motiviranim daje priložnost za ustvarjalnost, obenem pa omogoča šibkejšim, da nalogo rešijo na najbolj osnoven način. Seveda pa predstavljajo takšne naloge dodaten izziv za učitelja pri ocenjevanju. Poglejmo primer, ki je povzet po viru (Van Heuvelen, 2006):

Poiščite in opišite primere iz vsakdanjega življenja, v katerih:

a) zunanja sila opravi pozitivno delo na sistem;

b) zunanja sila opravi na sistemu pozitivno delo, ki je manjše kot v primeru a);

c) zunanja sila opravi negativno delo na sistem;

d) zunanja sila opravi na sistemu delo, ki je enako nič, čeprav se telo, ki je del sistema, giblje.

Variacije na kvalitativno nalogo izbirnega tipa

Med nalogami izbirnega tipa najdemo številne neračunske naloge. Takšne naloge so običajne tudi na prvi poli mature iz fizike. Poglejmo primer:

Steklenica je zaprta s preluknjanim zamaškom, ki tesno objema stekleno cevko. Steklenica je polna vode, voda pa sega tudi do polovice višine cevke, kot kaže slika na levi. Kaj se zgodi kmalu po tem, ko steklenico potopimo do zamaška v vročo vodo?

A. Nič.

B. Stolpec vode v cevki se dvigne.

C. Stolpec vode v cevki se spusti.

D. Stolpec vode v cevki se najprej malce dvigne, nato se spusti.

E. Stolpec vode v cevki se najprej malce spusti, nato se dvigne.

(Pravilni odgovor: E).

Pomanjkljivost nalog izbirnega tipa je, da nikoli zares ne vemo, ali je dijak obkrožil pravilni odgovor zato, ker je res pravilno rešil nalogo, ali je morda obkrožil na slepo. Še več. Lahko se zgodi, da dijak obvlada snov, toda zaradi drugačnega razmisleka (na primer, ker ne naredi predpostavke, ki jo predvideva sestavljavec naloge) obkroži napačen odgovor. Tem pomanjkljivostim se izognemo, če nalogo spremenimo v nalogo odprtega tipa, pri čemer pa si želimo, da bo naloga čim bolj spodbujala samostojno razmišljanje dijakov. V nadaljevanju sta predstavljeni dve variaciji na zgornjo nalogo, ki sta primerni tudi za različne oblike aktivnega pouka.

1. variacija: vodeno odkrivanje

Povemo, kakšen je izid poskusa, dijaki pa morajo razložiti fizikalno ozadje, pri čemer jih spodbujamo, da razmišljajo o različnih mogočih razlagah.

Steklenica je zaprta s preluknjanim zamaškom, ki tesno objema stekleno cevko. Steklenica je polna vode, voda pa sega tudi do polovice višine cevke.

Steklenico potopimo do zamaška v vročo vodo in opazujemo stolpec vode v cevki. Opazimo, da se stolpec vode najprej spusti za 1 cm, nato pa se začne dvigovati, dokler se ne ustali 6 cm nad začetno lego.

Z besedami razložite izid poskusa. Če mislite, da se da izid poskusa razložiti na različne načine, opišite vsako razlago posebej.

2. variacija: odprto odkrivanje

Dijakom ne povemo, kakšen je izid poskusa, toda nakažemo, da je mogočih več različnih izidov glede na osnovne privzetke o parametrih poskusa.

Steklenica je zaprta s preluknjanim zamaškom, ki tesno objema stekleno cevko. Steklenica je polna vode, voda pa sega tudi do polovice višine cevke.

Napovejte, kaj se zgodi kmalu po tem, ko steklenico potopimo do zamaška v vročo vodo. Če mislite, da je mogočih več različnih izidov poskusa, opišite vsakega posebej in povejte, pri katerih pogojih se bo zgodil posamezni izid. Z besedami opišite svoje razmišljanje, na podlagi katerega ste podali napovedi.

Na primer, če je steklo takšno, da se pri segrevanju skoraj nič ne razteguje, potem pričakujemo, da bo izid poskusa tak, kot ga opisuje odgovor B v nalogi izbirnega tipa. Če sta razteznostna koeficienta stekla in tekočine enaka, se v prvem približku ne bo nič zgodilo, pri podrobnejši analizi pa je odgovor odvisen od tega, kako je steklenica vpeta v stojalo ipd. Takšen tip naloge je lahko tudi primerna osnova za projektno eksperimentalno nalogo.

Literatura in viri

1 *Bartiromo, T., Finley, J., Etkina, E. (2010). Searching for the evidence of student understanding, PERC. Dostopno na: http://www.compadre.org/Portal/items/detail.cfm?ID=10390 (15. 3. 2013).*

2 *Van Heuvelen, A. (1991). Overview, Case study physics. Am. J. Phys. 59(10), str. 898–907.*

3 *Van Heuvelen, A., Etkina, E. (2006). The physics active learning guide. San Francisco, CA: Pearson, Addison Wesley.*

1.3 Ocenjevanje veščin eksperimentalnega dela

Ivanka Toman, Šolski center Kranj

Vloga eksperimentalnega dela v sodobnem pouku fizike

Opazovanje in izvajanje eksperimentov sta klasični in še danes najpomembnejši dejavnosti pri **proučevanju naravnih pojavov**. Opazovanje demonstracijskih poskusov in še posebej samostojno izvajanje eksperimentov v okviru laboratorijskih vaj imata zato ključno vlogo pri sodobnem pouku fizike na vseh stopnjah izobraževanja. Pomembnost eksperimentalnega dela pri pouku fizike potrjujejo tudi posodobljeni **učni načrti fizike**. V programih splošne gimnazije je tako v vsakem letniku približno 15 odstotkov (10 od 70 ur) ur namenjenih laboratorijskim vajam, dijaki, ki se pripravljajo na maturo iz fizike, pa v zaključnem letniku opravijo 20 ur eksperimentalnega dela. Laboratorijske vaje predstavljajo tudi 20 odstotkov ocene pri **splošni maturi iz fizike**.

Pri izvajanju eksperimentalnega dela pri pouku fizike dijaki:

- načrtujejo in usklajujejo dejavnosti v manjši skupini (skladno z navodili),
- razvijajo ročne spretnosti in natančnost pri delu,
- dobivajo občutek za velikostni red količin in potek pojava,
- spoznavajo metode merjenja in delovanje merskih instrumentov,
- povezujejo fizikalne količine in pojme s pojavom in z instrumentarijem,
- pripravijo in vodijo dokumentacijo opravljenega dela,
- pisno in ustno poročajo o opažanjih, zapisujejo rezultate,
- skrbijo za svojo varnost in varnost ostalih oseb v prostoru.

Na gimnaziji dijaki pri eksperimentalnem delu še:

- statistično analizirajo zbrane podatke,
- kvantitativno obravnavajo merske napake,
- meritve matematično povežejo z enačbami fizikalnih zakonov,
- kritično ovrednotijo uporabljene metode ter predlagajo izboljšave.

Učitelj fizike z **ocenjevanjem** ugotavlja doseganje učnih ciljev in kompetenc. Ocena eksperimentalnega dela je pri pouku fizike, kot ga izvajam, enakovredna ocenam pisnih (teoretičnih in računskih) nalog in drugih klasičnih oblik ocenjevanja. Kompleksnost izvajanja eksperimentalnega dela od učiteljev zahteva natančno določitev **ciljev, standardov in kriterijev**, po katerih vrednotimo razvitost veščin eksperimentalnega dela. Z jasno opredelitvijo naštetega učitelji hkrati dosežemo tudi večjo **objektivnost** ocenjevanja, učencem in dijakom lahko dajemo podrobne **povratne informacije** o njihovi uspešnosti in napredku. Svoja objektivna opažanja uporabimo tudi pri **načrtovanju** novega eksperimentalnega dela.

Ocenjevanje eksperimentalnega dela

Pridobivanje znanja in veščin pri eksperimentalnem delu je skupni cilj vseh, ki sodelujemo pri tem procesu. Dijaki lahko fizikalne eksperimente izvajajo v učilnici fizike, specializiranem laboratoriju (npr. kemija, elektrika ipd.), v naravi (v okviru naravoslovnih ali projektnih dni) ali doma. Normativi o številu dijakov pri takem delu zahtevajo **manj številčne skupine**, kar omogoča individualno spremljanje dela posameznega dijaka. **Točkovanje dejavnosti** je pomemben element ocenjevanja, s katerim dijake opozarjam na obsežnost eksperimentalnega dela in jih usmerjam k pravilnemu delu.

Ob tem vedno pazim, da v okvir ocenjevanja vključim le tiste spretnosti, znanja in veščine, ki so jih dijaki pred tem že imeli možnost usvojiti in razviti. Vzorec točkovalne preglednice in **ocenjevalno lestvico** najdete v sklepnem delu članka. Ocenjevalna lestvica je pri vseh laboratorijskih vajah enaka in je objavljena v spletni učilnici poleg navodil za delo. Z dijaki jo skupaj pregledamo pri prvi uri laboratorijskih vaj.

Pri ocenjevanju spremljam in vrednotim naslednje **faze eksperimentalnega dela**:

- pripravljenost na vajo,
- izvedba meritev: rokovanje z opremo in merilnimi instrumenti,
- delo s podatki: natančnost in sistematičnost pri urejanju in obdelavi meritev,
- interpretacija rezultatov.

Eksperimentalno delo se začne veliko pred vstopom v učilnico, laboratorij ali na izbrano lokacijo v naravi. Predhodna priprava na delo delno poteka pri urah fizike, večji del pa dijaki opravijo doma z natančnim študijem **vnaprej pripravljenih navodil**.

Ob začetku eksperimentalnega dela ovrednotim dijakovo **pripravljenost na vajo** tako, da s pregledom zvezkov in z vprašanji preverim:

- ali je dijak zapisal povzetek vaje in izdelal načrt dela v zvezek,
- ali dijak pozna teoretične osnove učne teme, s katero je vaja povezana,
- ali dijak razume navodilo za izvedbo poskusa in meritve.

Pri ocenjevanju veščin eksperimentalnega dela je najzahtevnejša faza **izvedba meritev**. Ker točkujem kratkotrajno dejavnost, ni mogoče hkrati za vse dijake oceniti vseh veščin. Pri posamezni vaji pozorno spremljam le nekaj dijakov. V tej fazi veliko pozornosti namenim tudi splošnemu opazovanju dijakov pri delu, saj skrbim, da s svojim ravnanjem ne ogrožajo sebe in drugih, hkrati pa še pazim, da z neustreznim ravnanjem ne bi pokvarili eksperimentalne opreme.

Pri dijakih, ki jih podrobneje spremljam, točkujem:

- ustreznost postavitve pribora za eksperiment,
- izbiro ustreznega merilnega instrumenta in merilnega območja,
- pravilnost odčitavanja meritev in ustreznost enot pri zapisu v zvezku,
- upoštevanje varnostnih in tehničnih pravil pri uporabi izvorov napetosti, svetlobe in toplote.

V fazi **dela s podatki** dijaki potrebujejo kalkulator in geometrijsko orodje. Brez tega kakovostna obdelava podatkov ni mogoča. Pri točkovanju upoštevam:

- sistematičnost in preglednost zbiranja podatkov in rezultatov meritev,
- risanje grafov in grafične postopke,
- natančnost izmerkov in računanje z napakami,
- obliko in urejenost poročila laboratorijske vaje,
- pravilnost rezultatov in odgovorov na preprostejša vprašanja.

V sklepni fazi **interpretacije rezultatov** od dijakov pričakujem, da:

- ugotovijo zvezo med količinami, ki jih izmerijo pri poskusu,
- opazovane količine povežejo z ustreznimi fizikalnimi zakoni,
- pravilno komentirajo rezultate poskusa,
- opozorijo na napake pri meritvah.

Dijak lahko svoja opažanja zapiše v zvezek ali predstavi ustno v obliki predstavitve. Pri tem spodbujam argumentirano poročanje.

Poročilo o eksperimentalnem delu

Eksperimentalno delo vedno napovem teden dni vnaprej in ob napovedi dijakom prek e-učilnice posredujem tudi pisna navodila za vajo. Dijaki se na vajo pripravijo tako, da doma preučijo navodilo za vajo in v zvezek pripravijo načrt za delo in predlogo za zapisovanje rezultatov. Vedeti morajo, kaj bodo delali in kako bodo uporabili pripomočke.

Načrt za delo mora vsebovati:

- naslov vaje in datum izvedbe,
- naloge,
- skico poskusa z oznako potrebščin,
- kratek opis dela,
- preglednice za zapisovanje meritev,
- vprašanja v zvezi z izvedbo vaje.

Laboratorijska vaja traja **eno šolsko uro**. V tem času dijaki postavijo poskus, opravijo meritve, obdelajo merske rezultate in narišejo grafe. Poročilo o vaji lahko dokončajo doma. Ob naslednjem srečanju preverim, ali so usvojili predvidena znanja.

Znanje, pridobljeno z laboratorijskim delom, preverjam pri ustnem in pisnem ocenjevanju.

Poročilo o eksperimentalnem delu za maturo

Laboratorijske vaje prispevajo 20 odstotkov končne ocene iz fizike pri splošni maturi. Poročila vaj dijakov, ki bodo opravljali maturo iz fizike, zato **hranimo v šoli** kot izpitno gradivo. Maturanti doma pripravijo načrt za delo in predlogo za zapisovanje rezultatov na list formata A3 nizki karo.

Poročilo maturitetne laboratorijske vaje mora vsebovati:

- naslov vaje in datum izvedbe,
- namen vaje in zastavljene naloge,
- skico poskusa z oznako potrebščin in kratek opis dela,
- preglednice z meritvami,
- izpeljavo enačb za izračun iskanih fizikalnih količin,
- grafični prikaz meritev in njihovo obdelavo,
- interpretacijo rezultatov in odgovore na vprašanja.

Pri računanju iskanih fizikalnih količin dijaki vstavijo izmerjene vrednosti z enotami v enačbo in zapišejo rezultat. Za večjo preglednost poročila vmesnih računov vanj ne zapisujejo. **Grafi** morajo biti popolno opremljeni (naslovi grafa in osi, jasno določene količine, enote in merilo). Izmerjene vrednosti ponazorijo s krogci in skicirajo interpolacijsko krivuljo.

Pri izpolnjevanju poročila veliko pozornosti namenimo **natančnosti meritev in rezultatov**. Natančnost meritve je določena z merilnim instrumentom, natančnost izračunane količine, pri kateri dijaki upoštevajo matematično povezanost več izmerjenih količin, pa je določena z natančnostjo izmerjenih količin in z uporabljenimi matematičnimi operacijami.

Odgovori na vprašanja morajo biti argumentirani z eksperimentalnimi rezultati in morajo imeti jasno povezavo s fizikalnimi zakoni.

Dijaki vajo ob koncu ure **oddajo** za ocenjevanje.

Preglednica 1: Ocenjevalna preglednica

PRIPRAVA NA VAJO	Dijak	Dijak	Dijak	Dijak
Načrt za delo				
Teoretične osnove				
Razumevanje navodil				
IZVEDBA MERITEV				
Sestavljanje stativnega pribora				
Izbira merilnika in merilnega območja				
Odčitavanje meritev				
Uporaba izvirov napetosti, toplote ...				
DELO S PODATKI				
Sistematičnost in preglednost zbiranja izmerkov				
Grafični postopki, delo z grafi				
Upoštevanje natančnosti meritev				
Oblika in urejenost poročila				
Pravilnost rezultatov in odgovorov				
INTERPRETACIJA REZULTATOV				
Ovrednotenje rezultatov in merilnih postopkov				
Povezovanje s teorijo				
CELOTEN VTIS (OCENA)				

Preglednica 2: Ocenjevalna lestvica – izvajanje meritev

Ocenjevalna kategorija	**Vrednotenje**		
	0 točk	**3 točke**	**5 točk**
Načrt za delo	Na vajo se ni pripravil.	Na vajo se je ustrezno pripravil.	Na vajo se je odlično pripravil.
Teoretične osnove	Ne pozna teoretičnih osnov učne teme, s katero je vaja povezana.	Teoretične osnove pozna, vendar kakšnega dela ne razume.	Pozna in dobro razume vso teorijo, s katero je vaja povezana.
Razumevanje navodil	Navodil za delo ne razume. Vajo opravi le, če mu navodila v celoti dodatno razložimo.	Za posamezne dele vaje potrebuje dodatna navodila.	Dobro razume celotna navodila.

Sestavljanje stativnega pribora	Pripomočkov ne zna sestaviti brez pomoči. Ne pozna izrazov za posamezne dele pribora.	Pomoč potrebuje le pri nekaterih opravilih, večino dela opravi sam.	Pri sestavljanju pripomočkov ne potrebuje pomoči.
Izbira merilnika in merilnega območja	Ne zna izbrati ustreznega merilnika in ustreznega območja.	Izbere ustrezen merilnik, ima pa težave z izbiro ustreznega območja.	Izbere ustrezen merilnik in ustrezno merilno območje.
Odčitavanje meritev	Na merilniku z več skalami ne zna izbrati prave, s skale ne zna odčitati decimalnih mest.	Izbere ustrezno skalo, vendar pomanjkljivo odčitava decimalna mesta.	Izbere ustrezno skalo in iz nje pravilno odčitava.
Uporaba izvorov napetosti, toplote ...	Pri uporabi izvorov ne upošteva varnostnih in tehničnih navodil za delo z izvorom. Z izvorom ne zna samostojno rokovati, potreben je celovit in trajen nadzor.	Pri uporabi izvorov upošteva večino varnostnih in tehničnih navodil. Z izborom zna rokovati, vendar potrebuje nasvet ali nadzor.	V celoti upošteva varnostna in tehnična navodila za delo z izvori. Z njimi rokuje povsem samostojno in ne potrebuje nadzora.

Preglednica 3: Ocenjevalna lestvica – obdelava meritev

Ocenjevalna kategorija	**Vrednotenje**		
	0 točk	**3 točke**	**5 točk**
Sistematičnost in preglednost zbiranja izmerkov	Izmerkov ne zna urejeno zapisovati. Iz zapiskov se ne znajde, potrebuje dodatne informacije sošolcev ali učitelja. Manjkajo mu podatki za nadaljnje delo.	Izmerki so urejeni, vendar pri tem ni vidnega sistema. Pomanjkljivo so zbrani manj pomembni podatki o poskusu, pri podatkih manjkajo predpone ali enote.	Izmerki so sistematično urejeni, npr. v padajo-čem ali naraščajočem zaporedju, zapisane so predpone in enote.
Grafični postopki, delo z grafi	Pri risanju grafov ne upošteva pravil o razmerjih in označevanju osi, skala grafov je neurejena, izmerkov ne označi z vidnimi oznakami, grafov ne zna komentirati ali brati.	Graf je narisan skladno s pravili, upošteva razmerja pri risanju grafov, označuje skale na osi ter pravilno vriše vrednosti posameznih izmerkov. Ima težave pri odčitavanju vmesnih vrednosti iz grafov.	Pri risanju in analiziranju grafov nima težav. Upošteva vsa navodila za pregledno risanje grafov in za njihovo analizo.

Upoštevanje natančnosti meritev	Izmerkov ne zna zapisati z oceno natančnosti. Moti se pri določanju značilnih mest in pri računanju absolutne in relativne napake. Ne pozna pravil za računanje z nenatančnimi količinami.	Izmerke zapiše z oceno natančnosti. Potrebuje nasvete pri zapisu značilnih mest, zna oceniti absolutno in relativno napako, vendar ima težave z nenatančnimi količinami.	Izmerke zapiše z oceno natančnosti, povsod upošteva pravila za določanje značilnih mest, pisanje z eksponenti in določi absolutno in relativno napako meritve. Upošteva pravila za računanje z nenatančnimi količinami.
Oblika in urejenost poročila	Vaja je obdelana površno, je nepregledna in nečitljiva. Grafi so neustreznih dimenzij.	Vaja ima zahtevano sistematiko in vsebino. Na nekaterih mestih je popravljena, brisana. Tabele niso opremljene z enotami, grafi nimajo označene osi ...	Vaja je brezhibno obdelana. Tabele in grafi se dopolnjujejo in so pravilno označeni in izpolnjeni.
Pravilnost rezultatov in odgovorov	Večina rezultatov ni pravilnih, odgovori na vprašanja so nepravilni ali pomanjkljivi.	Večina rezultatov in odgovorov je pravilnih.	Odgovori in rezultati so pravilni.
Ovrednotenje rezultatov in merilnih postopkov	Vaja ne vsebuje komentarjev rezultatov in merilnih postopkov oziroma so komentarji nepopolni ali brez vsebine.	Komentar je vsebinsko siromašen in le površno obravnava glavne poudarke vaje.	Komentar je vsebinsko bogat, obravnava cilje in postopke vaje, primerja posamezne rezultate z napovedmi.
Povezovanje s teorijo	Iz vaje in komentarjev ni čutiti znanja in povezave s teorijo.	V komentarju le površno primerja rezultate in postopke s teorijo. Zadovolji se s komentarjem posameznih grafov in enačb.	V komentarju celovito analitično zajame teoretično ozadje in napovedi. Išče vzroke za nenavadne rezultate, primerja jih z napovedmi.

1.4 Vključevanje veščin eksperimentalnega dela v pisno in ustno preverjanje in ocenjevanje

Milenko Stiplovšek, Zavod RS za šolstvo

Gotovo se zavedamo velikega pomen eksperimenta in merjenj na vseh področjih znanosti. Fizika ima na tem področju bogato tradicijo. Izzivi, ki so jih predstavljali in jih še predstavljajo pojavi, nerazložljivi s trenutnim znanjem, so spodbudili največje mislece človeštva do te mere, da so v želji po razjasnitvi eksperimentalnih ugotovitev velikokrat odkrili povsem nove zakone in teorije. Einsteinovo teorijo relativnosti je med drugim spodbudila ugotovitev, da je izmerjena hitrost svetlobe enaka v vseh opazovalnih sistemih in je neodvisna od tega, kako se opazovalni sistem giblje glede na izvor svetlobe. Interferenčne slike, dobljene z elektroni, lahko pojasnimo le, če elektronom, ki jih obravnavamo večinoma kot delce, pripišemo tudi lastnosti valovanja. Fotoefekt v kovinah, polprevodnikih ipd. lahko pojasnimo le, če svetlobi, ki jo po navadi obravnavamo kot elektromagnetno valovanje, pripišemo lastnosti delcev z diskretno energijo, ki jo imajo na voljo za izmenjavo z okolico. Oboje obravnava kvantna fizika. Izmerili smo, da se vesolje širi vedno hitreje, kar je v nasprotju z napovedjo trenutno znanih teorij. Rezultatov meritev v tem trenutku ne znamo pojasniti. Morda bo odgovor na to vprašanje prinesla šele neka popolnoma nova teorija, ki bo verjetno odgovorila še na številna druga vprašanja in jih še več postavila pred nas.

Lucidno razmišljanje o eksperimentih in meritvah, ki nam nedvoumno pokažejo obnašanje narave in njene zakonitosti, je za razvoj fizike in človeškega znanja bistvenega pomena.

Kaj pričakujemo na tem področju od gimnazijcev?

Načeloma moramo pričakovati ogromno. Program gimnazije je najzahtevnejši izobraževalni program za populacijo v tem starostnem obdobju. V tem obdobju se dijaki tudi skoraj v celoti izoblikujejo kot osebnosti, z vsemi svojimi interesi, mnogimi različnimi sposobnostmi, cilji in vizijami itd. Odločiti se morajo za svojo poklicno pot in izbrati študij na fakulteti. Učitelji jim pri tem lahko pomagamo in jih spodbujamo, predvsem pa jih ne »ukalupljajmo« in jim predstavimo čim širšo paleto načinov razmišljanja in pristopov k reševanju problemov.

Učni načrt za pouk fizike v gimnaziji (UNFG) daje eksperimentalnim sposobnostim in veščinam velik pomen, učiteljem pa dovolj izbire, da lahko ta pomen še povečajo. Z opremljanji gimnazij, ki so bila koordinirana na državni ravni, je praviloma tudi oprema, namenjena demonstracijskim poskusom in eksperimentalnim vajam dijakov na dostojni ravni.

Običajna praksa preverjanja in ocenjevanja eksperimentalnih sposobnosti in veščin

V prvih treh letih je običajni pristop, da usvojijo cilje in vsebine v prvem poglavju UNFG – Merjenje, fizikalne količine in enote ter da izvedejo nekaj samostojnih eksperimentalnih vaj v skladu s prejetimi navodili in za različna področja fizike. Večinoma morajo dijaki poročila o opravljenih eksperimentalnih vajah tudi oddati in so lahko ocenjena. V njih preverjamo stopnjo doseganja ciljev iz prvega poglavja UNFG in še kakšnih s področja, na katerega se vaja nanaša (npr. gibanje, sile, nihanje in valovanje, elektrika in magnetizem itd.). Obvezna ocena izključno eksperimentalnih sposobnosti in veščin v prvih treh letih pouka fizike v gimnaziji ni predpisana.

V četrtem letniku, ko se dijaki pripravljajo na maturo iz fizike, morajo obvezno opraviti nekaj eksperimentalnih vaj. Njihove eksperimentalne sposobnosti in veščine se nato ocenijo v skladu z merili v predmetnem izpitnem katalogu za splošno maturo, in to je ocena internega dela izpita.

V maturitetnih izpitnih polah se tudi pojavljajo naloge (konceptualne in računske), ki preverjajo sposobnosti in veščine, pridobljene pri eksperimentalnem delu. Ena od šestih strukturiranih nalog v drugi poli maturitetnega izpita iz fizike v celoti obravnava merjenje in obdelavo meritev. Na prejšnjih maturah je bila ta naloga obvezna, zdaj pa lahko dijaki izberejo poljubne tri naloge od šestih.

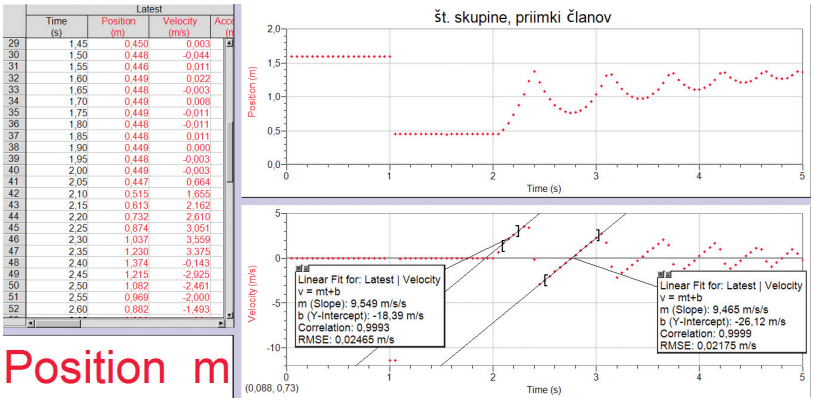
Možnosti vključevanja eksperimentalnih veščin v pisno in ustno preverjanje in ocenjevanje

Najpreprostejši in verjetno najpogostejši pristop je, da ob različnih obravnavanih fizikalnih vsebinah vključimo tudi preverjanje in ocenjevanje doseganja ciljev iz prvega poglavja UNFG. Velikokrat si lahko pomagamo tudi z zgledi, ki jih najdemo v maturitetnih polah.

Oprema s področja IKT, ki so jo prejele vse gimnazije, ponuja dodatne možnosti za preverjanje in ocenjevanje sposobnosti razumevanja preglednic in grafov. Program LoggerPro, ki ga imajo vse gimnazije, zapisuje računalniško podprte meritve fizikalnih količin v preglednice, prikazuje njihove grafične odvisnosti in jim lahko prilagaja funkcijske odvisnosti. Meritve, ki so jih dijaki ali učitelj dejansko napravili pri pouku, lahko nato vključimo v teste za preverjanje in ocenjevanje znanja.

Primeri vprašanj za preverjanje in ocenjevanje, ki temeljijo na meritvah z IKT--opremo

Primer rezultatov meritve, ki smo jih dobili z Vernierjevim detektorjem gibanja, obrnjenim navpično navzdol proti tlom, potem ko smo pod detektor postavili žogo za odbojko in jo spustili, da je prosto padla. To so rezultati demonstracijskega poskusa, ki ga je izvedel učitelj. Dijaki so nato enak poskus izvajali v skupinah (od dva do štirje dijaki v skupini). Lego in hitrost žoge v odvisnosti od časa je prikazal program LoggerPro (slika 1):



Slika 1: Prikaz rezultatov meritev opisanega poskusa z žogo.

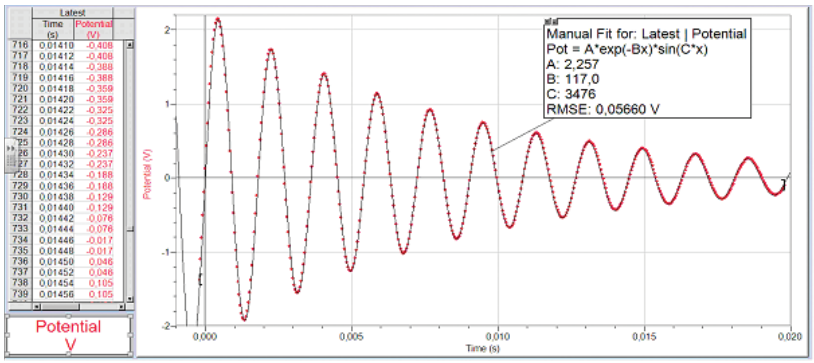
Možna vprašanja:

- Koliko je bil detektor gibanja oddaljen od tal?
- Koliko časa smo držali žogo pod detektorjem, preden smo jo spustili?
- Koliko časa je žoga padala proti tlom?
- Kako visoko je bila žoga, preden smo jo spustili?
- Kako visoko od tal se je žoga prvič odbila?
- Kolikšna je bila hitrost žoge v trenutku, ko je po prvem odboju dosegla najvišjo točko?
- Kolikšen je bil pospešek žoge v trenutku, ko je po prvem odboju dosegla najvišjo točko?
- Kolikšna je bila vrednost za čas – Time (s) – v trenutku, ko je po prvem odboju žoga dosegla najvišjo točko?
- Kolikšna je največja izmerjena hitrost med to meritvijo?
- **Kaj predstavlja ta hitrost?
- Katero fizikalno količino predstavlja parameter m v linearnih prilagoditvenih funkcijah na grafu hitrosti v odvisnosti od časa?
- **Kako lahko iz grafa lege v odvisnosti od časa ocenite premer žoge?

Našteta vprašanja niso običajna vprašanja, ki bi preverjala stopnjo doseganja ciljev v tretjem poglavju UNFG. Preverjajo predvsem razumevanje delovanja računalniško podprtega merilnega sistema (kompetenco digitalne pismenosti), razumevanje povezave med grafi lege in hitrosti v odvisnosti od časa in dogajanjem med meritvijo (matematična kompetenca in zmožnost kompleksnega razmišljanja), ter kompetenco sporazumevanja v tujih jezikih, saj so imena izmerjenih in prikazanih količin v angleščini. To ni preprosto in dijakom je treba dati možnost, da se tega naučijo – predvsem s samostojnim delom in razmišljanjem. Gotovo pa velja, da bo vsak od teh dijakov, ki se bo kadar koli pozneje pri svojem delu srečal z meritvami, delal z ustrezno IKT opremo, katere delovanje in prikaz rezultatov bo moral razumeti enako dobro, kot bi si to želeli za zgornjo meritev.

Ko imajo dijaki možnost preizkusiti in premisliti računalniško podprte meritve raznih fizikalnih količin in če je le mogoče z različnimi programi, postajajo zadeve zanje vedno razumljivejše, preprostejše in morda tudi zanimivejše.

Primer rezultatov meritev, ki jih dobimo z merjenjem napetosti v odvisnosti od časa na kondenzatorju električnega nihajnega kroga:



Slika 2: Napetost v odvisnosti od časa na kondenzatorju električnega nihajnega kroga.

Primeri vprašanj:

- Kolikšen je lastni nihajni čas nihanja napetosti v zgornjem nihajnem krogu?
- Kaj pomenijo parametri A, B in C v prilagoditveni funkciji?
- Iz katerega od parametrov v prilagoditveni funkciji lahko izračunate lastno frekvenco nihanja nihajnega kroga in kolikšna je ta frekvenca?

Podobne primere meritev in vprašanj o njih bomo lahko izbirali iz vedno večje množice dejansko opravljenih meritev, če jih bomo pri pouku redno izvajali in arhivirali. Glede na to, da je program LoggerPro dovoljeno distribuirati tudi dijakom za instalacijo na njihovih računalnikih doma, lahko značilne primere meritev objavimo v spletnih učilnicah skupaj z vprašanji in jih ponudimo dijakom za vajo.

Za namen ocenjevanja moramo določiti tudi, kaj je v tovrstnih nalogah minimalni standard znanja v posameznem obdobju šolanja dijakov, in s tem dijake seznaniti.

1.5 Avtentične naloge pri pouku fizike v gimnaziji

Milenko Stiplovšek, Zavod RS za šolstvo

Kaj je avtentična naloga

»V najširšem smislu bi lahko rekli, da so avtentični tisti izzivi, ki so podobni dejanskim problemskim situacijam: znanstvenim, npr. raziskovalnim, poklicnim, vsakodnevnim … Avtentične so tiste naloge in dejavnosti, ki kažejo, kako se ljudje dejansko srečujejo z izzivi in kako rešujejo probleme.« (Rutar Ilc, 2003: 128).

»Avtentične naloge so tiste, ki jih dobijo učenci z namenom, da pri njih razvijamo in vrednotimo zmožnosti uporabe vsebinskih in procesnih znanj v okviru jasno določenih standardov za soočanje z realnimi življenjskimi situacijami. Naloga je torej avtentična takrat, ko:

a) od učencev zahtevamo, da izgradijo svoje lastne odgovore za razliko od nalog, ki od njih zahtevajo izbiro v naprej znanih odgovorov;

b) je čim bolj podobna realističnim problemskim situacijam in je torej zastavljena problemsko;

c) zahteva raziskovalni pristop, s čimer učence pritegne ter jim daje občutek smiselnosti s tem, da jim pomaga izgrajevati razumevanje tistega, kar jih zanima, o čemer si zastavljajo vprašanje v vsakdanjem življenju, kar usmerja k doumevanju globljega pomena v delovanju sveta oziroma pojavov in odnosov v njem.« (V. Rutar Ilc, 2012: 72).

Dodatne ideje

Veliko idej o fizikalnih nalogah, ki so povezane z vsakodnevnimi situacijami in vključujejo tudi eksperimente, lahko najdete v knjigi mag. Miroslava Cvahteta z naslovom Fizikalne naloge iz vsakdanjega življenja, ki je izšla leta 1991 pri DMFA – Presekova knjižnica.

Ocenjevanje

Morda boste vzbudili več zanimanja za nalogo, če boste obljubili ocenjevanje. V tem primeru priporočam, da učni list za dijake dopolnite z opisom ocenjevanja (kaj boste ocenjevali in kakšne rezultate pričakujete za posamezno oceno). To je seveda močno vezano na količino in kakovost pouka fizike, ki so ga bili dijaki deležni pred tem ocenjevanjem, zato je treba biti pri tem »moder« in »previden«. Dijaki v prvem letniku so v precej drugačni situaciji kot tisti, ki se pripravljajo na maturo iz fizike v četrtem letniku, zato imejmo pripravljene različne opise kriterijev ocenjevanja in pripadajoče meje za ocene.

Iskanje informacij in uporaba najdenih informacij

Dijake spodbujamo, da iščejo informacije, ki jim bodo pomagale pri iskanju odgovorov na zastavljena vprašanja. Kje je tu meja? Ali je iskanje informacije o tem, kdo zna problem rešiti in nato angažma eksperta za reševanje sprejemljiva metoda v šoli? Pozneje v življenju se ta način reševanja problemov uporablja in če resno spodbujamo avtentičnost, bi ga morda celo morali dovoliti. Po drugi strani pa je šolanje namenjeno razvoju spretnosti za reševanje problemov, ne pa dejanskemu odpravljanju nerešenih problemov. Praviloma so vsi problemi, ki jih rešujemo v srednji šoli, že rešeni! Dijake je treba večkrat posebej opozoriti, kaj hočemo doseči z reševanjem problemov pri fiziki in temu primerno zastaviti tudi ocenjevanje. Velja: »Cilj je pot!«

Literatura in viri

1 *Cvahte, M. (1991). Fizikalne naloge iz vsakdanjega življenja. 1. izd. Ljubljana: DMFA.*

2 *Rutar Ilc, Z. (2003). Pristopi k poučevanju, preverjanju in ocenjevanju znanja. 1. izd. (K novi kulturi pouka). Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. ISBN 961-234-474-4.*

3 *Rutar Ilc, Z. (ur.)(2012). Ugotavljanje kompleksnih dosežkov: Preverjanje in ocenjevanje v medpredmetnih in kurikularnih povezavah. 1. izd. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. ISBN 978-961-030-050-2.*

Priloge

Učni list 1: GPS koordinate – natančnost zapisa podatkov in izračunov

Učni list 2: Vezava žarnice, baterije in stikal – eksperimentalna naloga

Učni list 3: Decibel – razlaga sošolcem, učenje učenja (samostojno iskanje odgovora na vprašanje, ki dijaka zanima)

Učni list 4: Frekvenca vrtenja kolesa – iskanje in uporaba najdenih informacij, pretvarjanje enot, procentni račun

Učni list 5: Cena segrevanja sanitarne vode z električnim grelcem

Učni list 6: Segrevanje zraka v učilnici za fiziko

Učni list 7: Predpis o vožnji avtomobilov s prižganimi lučmi tudi podnevi in dodatna poraba goriva zaradi tega

Učni list 1

GPS-koordinate – natančnost zapisa podatkov in izračunov

Naloga

Ob magistralni cesti pri vstopu v Maribor iz smeri Ptuja stoji tabla, ki kaže smer, oddaljenost in lego spomenika grobišča na Teznem v Mariboru. Z računom ocenite dolžino negotovosti geografske širine in geografske dolžine lege, zapisane na tabli.

****Dodatna naloga**

Poiščite podatke o premikanju celin in z njihovo pomočjo ocenite smiselno natančnost za geografsko širino in dolžino pri podajanju lege neke točke v Sloveniji.

Priporočila za učitelje

Dijaki, ki ne poznajo definicije kotnih funkcij za ostre kote v pravokotnem trikotniku, naloge ne bodo mogli rešiti samo s teorijo (to znanje je potrebno za izračun polmera vzporednika, ki leži na znani geografski širini). Lahko pa si pomagajo s topografskimi kartami, na katerih imajo merilo dolžine in prikaz koordinatne mreže za določanje geografske širine in dolžine točk na karti. Naloga ponuja različne matematične pristope za izračun središčnemu kotu pripadajočega loka (sorazmerje, matematična formula, procentni račun, definicija radiana itd.). Ocene negotovosti zadnjega zapisanega mesta se v literaturi razlikujejo, zato ni ene same rešitve. Pripadajoči loki negotovosti zapisa na fotografiji so velikostnega reda nekaj mm.

****Dodatna naloga:** Velikostni red hitrosti celin, če gledamo njihovo relativno gibanje, je nekaj cm/leto. Za oceno velikosti in smeri hitrosti gibanja Slovenije glede na točko s koordinatami (0,0) za geografsko širino in dolžino (kar bi načeloma morali poznati za želeno oceno), se je treba kar potruditi z iskanjem podatkov in tudi z izračuni. Po mojih informacijah izvajajo najnatančnejše meritve v zvezi s premiki zemeljske skorje s pomočjo radijskih teleskopov in z metodo VLBI (very long baseline interferometry). Skupina geodetov tako že več kot 30 let meri oddaljevanje Evrope in Severne Amerike, premike ob prelomnici San Andreas in številne druge premike tektonskih plošč. Rezultate meritev praviloma objavljajo z dvema ali enim zanesljivim mestom. Nekaj več na to temo lahko najdete na naslovu http://en.allexperts.com/q/Geology-1359/2009/7/continental-drift-1.htm (31. 5. 2012).

Učni list 2

Vezava žarnice, baterije in stikal – eksperimentalna naloga

Naloga

V dolgem hodniku ali kakšnem drugem prostoru z dvojimi vrati imate pogosto dve stikali, s pomočjo katerih je mogoče kadar koli vključiti ali izključiti žarnico, ki osvetljuje prostor, neodvisno od tega, v kakšnem stanju sta stikali. S pomočjo opreme, ki jo imate pred seboj, sestavite vezje z baterijo, žarnico in dvema stikaloma, ki bo delovalo na enak način. Narišite tudi shemo vezave.

***Dodatna naloga**

Sestavite vezavo s tremi stikali, ki bodo – vsako stikalo posebej – vedno omogočala vklop in izklop žarnice. Narišite shemo tudi za to vezavo.

Priporočila za učitelje

Nevarnost! Dijake opozorimo pred kratkim stikom med poloma baterije – baterijo lahko zaradi tega raznese, agresivne kemikalije lahko povzročijo resne poškodbe.

Morda dodamo takoj za baterijo še varovalko, ali pa jim damo prazno baterijo in jo nadomestimo z delujočo, potem ko smo vezavo sami pregledali. Namesto baterije lahko uporabimo tudi usmernik z avtomatsko varovalko.

Dijakom damo na voljo ustrezni vir napetosti, žarnico ter več veznih žic in stikal, kot jih potrebujejo (npr. 30 veznih žic, 4 dvopolna stikala in 4 tripolna stikala). S tem jih vsaj malo oddaljimo od »vate«, v katero so zaviti v šoli (skoraj vedno dobijo točno tisto, kar potrebujejo za rešitev), in jih vsaj približno postavimo na »beton«, ki jih čaka v življenju.

Učni list 3

Decibel – razlaga sošolcem, učenje učenja (samostojno iskanje odgovora na vprašanje, ki dijaka zanima)

Naloga

Pojasnite sošolcem, kaj je decibel. Pojasnilo dopolnite z nekaj primeri uporabe te besede v poljudnih besedilih (člankih, navodilih za uporabo naprav, tehničnih opisih naprav itd.) na vsaj dve različni temi.

Priporočila za učitelje

Kaj je decibel je vprašanje, ki so mi ga dijaki večkrat zastavili. V okviru veljavnega učnega načrta lahko obravnavamo načeto temo, če jo uvrstimo sami v izbirni del. Praviloma sem na tovrstna vprašanja odgovarjal pri fizikalnem krožku. Če pa je zanimanje zanjo dovolj veliko, lahko temo uvrstite v redni pouk in je to lahko priložnost za dijake, da (povzeto po splošnih ciljih iz učnega načrta):

- spoznavajo nepogrešljivost fizikalnega znanja in temeljno vlogo fizike pri razvoju naravoslovnih znanosti, v različnih tehniških strokah ter za življenje nasploh;
- se učijo komunicirati na področju naravoslovja in še posebej fizike. To pomeni, da usvojijo jezik naravoslovja, da obvladajo fizikalne enote za pomembne fizikalne količine, da znajo razpravljati o ...;
- spoznavajo naravo fizikalnega mišljenja in njegov pomen za razvoj splošne kulture.

Učni list 4

Frekvenca vrtenja kolesa – iskanje in uporaba najdenih informacij, pretvarjanje enot, procentni račun

Naloga

Avtomobil vozi s hitrostjo 100 km/h. S kakšno frekvenco se vrtijo kolesa, če na pnevmatikah piše: 195/65 R15 91H? Pot do odgovora predstavite sošolcem.

Priporočila za učitelje

Dijaki morajo najprej ugotoviti pomen zapisa na pnevmatikah, nato pa to informacijo pravilno uporabiti za izračun frekvence vrtenja koles (ugotovijo tudi, kateri podatki v zapisu za ta izračun niso potrebni). Zahtevana procesna znanja: iskanje in uporaba najdenih informacij, pretvarjanje enot, procentni račun.

Možnosti za nadaljevanje naloge

Povemo, da merilnik hitrosti gibanja avtomobila uporablja za prikaz hitrosti vrednost frekvence vrtenja koles (lahko povežemo z bike-computer, ki ne uporablja GPS). Povemo, kakšne so dovoljene dimenzije pnevmatik za izbran tip avtomobila, in avtomobil »obujemo« v neustrezne pnevmatike (npr. s premajhnim obsegom). Nato postavimo dve vprašanji:

1. Avtomobil z neustreznimi pnevmatikami vozi 100 km/h. Koliko kaže merilnik hitrosti?
2. Merilnik hitrosti avtomobila z neustreznimi pnevmatikami kaže hitrost 100 km/h. Kolikšna je resnična hitrost avtomobila?

Dijaki naj že pred začetkom izračunavanja premislijo in napovejo, ali bi merilnik kazal več oziroma manj od dejanske hitrosti. Nato preverijo pravilnost napovedi z izračunom.

Učni list 5

Cena segrevanja sanitarne vode z električnim grelcem

Naloga

Koliko stane segrevanje z električnim grelcem 80 L vode s temperaturo 16 °C na temperaturo 70 °C?

Priporočila za učitelje

Nalogo sem večkrat postavil, ko smo obravnavali električno delo, električno moč, efektivno napetost, efektivni tok. Klasični vprašanji na to temo sta še čas segrevanja in tok skozi grelec, če poznamo moč grelca in napetost, na katero je priključen.

To je bila za številne dijake ena prvih nalog odprtega tipa, ki so se je lotili. Značilna vprašanja so bila: Smo segrevali, ko je veljala nižja tarifa, ali takrat, ko je veljala višja? Ali sploh imamo dvotarifni števec?

Značilni odgovor in dodatna vprašanja

Poiščite odgovore za vsako od možnosti glede dvotarifnega števca. Kako ste v ceni segrevanja poleg cene energije upoštevali še druge stroške (omrežnino, amortizacijo grelne naprave ...)? Kakšna je cena, če imate dvotarifni števec in predpostavite, da se grelec vklaplja naključno? Kakšna je mesečna cena vzdrževanja stalne temperature vode, če poznate porabo tople vode in toplotne izgube – toplotno prevodnost sten bojlerja? Kakšne prihranke vam omogoči stikalo, ki vklaplja grelnik ob izbranih časih?

Učni list 6

Segrevanje zraka v učilnici za fiziko

Naloga

Za koliko °C segrejemo dijaki in učitelj s svojo navzočnostjo zrak v učilnici v eni šolski uri?

Priporočila za učitelje

Naloga je (tako kot večina avtentičnih nalog) odprtega tipa in nima ene same rešitve – kar naj bi seveda dijaki sami ugotovili. Sprememba temperature je odvisna od začetne temperature in količine zraka v učilnici, števila dijakov, njihove dejavnosti, obleke, metabolizma itd. Fizikalno je mogoče tudi, da ljudje zrak v prostoru ohlajamo (npr. v savni – dokler smo živi in je temperatura našega telesa nižja od temperature zraka), vendar so tako visoke temperature zraka v učilnici v nasprotju s predpisi o varstvu pri delu, ki veljajo tudi za delo učiteljev in dijakov med poukom.

Učni list 7

Predpis o vožnji avtomobilov s prižganimi lučmi tudi podnevi in dodatna poraba goriva zaradi tega

Naloga

Z računom ocenite, koliko goriva porabijo avtomobili v Sloveniji v enem letu zaradi predpisa, da je treba voziti s prižganimi lučmi tudi podnevi.

Priporočila za učitelje

V računski oceni je ogromno povprečij (povprečna moč avtomobilov in s tem povprečna poraba, povprečno število prevoženih kilometrov – ocena deleža pri dnevni svetlobi, ko bi lahko vozili brez prižganih luči, izkoristek motorja in dinama, povprečna moč žarnic itd.). Verjetno bi bilo smiselno ločiti izračune za osebna in izračune za gospodarska vozila. Nezanesljivost podatkov je nujno treba uporabiti za oceno nezanesljivosti rezultata. Opozorimo tudi na učinke glede varnosti in poskusimo oceniti zmanjšanje števila nesreč zaradi povečane porabe goriva, ki je posledica prižganih luči.

Sodobni didaktični pristopi

2.1 Fizika kot zgled, matematika kot orodje

Mag. Mirijam Pirc, Šolski center Nova Gorica

Utemeljitev in opis medpredmetne povezave matematike in fizike na Šolskem centru Nova Gorica

Na Tehniški gimnaziji Tehniškega šolskega centra Nova Gorica je fizika temeljni predmet in je v predmetniku zastopana vsa štiri leta. V učnem načrtu se že v prvem letniku pojavljajo vsebine, pri katerih je nujno potrebno tudi znanje srednješolske matematike. Že vrsto let fiziki zgledno sodelujemo z matematiki, ki so vedno pripravljeni prisluhniti našim potrebam in določene vsebine pri matematiki (potence, kotne funkcije, vektorje ipd.) vsaj informativno obravnavati v začetku šolskega leta. S tem nam prihranijo veliko časa in omogočajo, da se profesorji fizike osredotočamo na obravnavo fizikalnih pojavov.

Kljub skupnemu trudu pa pri fiziki opažamo, da so teme gibanje, energijski zakon, nastanek inducirane napetosti, nihanje, glasnost zvoka, radioaktivnost ipd. težje razumljive. Dijaki imajo pogosto težave z matematičnim modelom.

Če hočemo vse te pojave razumeti in znati opisati, je treba:

- poznati in razumeti definicije fizikalnih količin;
- znati količine med sabo povezati (matematični zapis) in uporabiti različna matematična orodja;
- količine prikazati z grafi ter iz grafov in formul znati prebrati ustrezne podatke, jih interpretirati in jih nadalje uporabiti za izračune.

Medpredmetno povezavo med matematiko in fiziko je smiselno izvajati vsaj po dve uri letno v »blokurah«. Pri obeh urah morata biti oba učitelja, fizik in matematik. Pomembnost timskega poučevanja je v tem, da navzočnost dveh učiteljev dijakom omogoča sočasno podporo iz dveh predmetov, bolj individualiziran pouk in vzor timskega dela.

V našem primeru medpredmetne povezave sem uporabila metodo sodelovalnega učenja, ker so dijaki to metodo poznali in jo uporabljali pri urah fizike.

Pomembnost sodelovalnega učenja je, da z metodo izvirne sestavljenke dosežemo, da dijaki drug drugemu pomagajo. Posameznik ima določeno nalogo in je hkrati za svoje delo odgovoren v svoji skupini. Bolje kot člani skupine sodelujejo, bolje, lažje in prej je delo opravljeno.

Večkrat smo delo v skupinah diferencirali. Četrta naloga je bila težja, zato so to nalogo reševali boljši dijaki.

Razporeditev povezav po letnikih je bila naslednja:

- prvi letnik – povezava gibanja z linearno funkcijo;
- drugi letnik – povezava gibanja in energijskega zakona s kvadratno funkcijo,
  - povezava glasnosti in logaritemske funkcije,
  - povezava aktivnosti z eksponentno funkcijo;

- tretji letnik – povezava nihanja, kroženja in indukcije z risanjem grafov sin in cos;
- četrti letnik – povezava izpeljav enačb pri nihanju, inducirani napetosti, osvetljenosti ploskve in aktivnosti z odvodi,
- četrti letnik – povezava izpeljav enačb prožnostne, električne in magnetne energije, vztrajnostnega momenta in moči pri izmenični napetosti z integrali.

Opisana povezava je nastala iz potrebe, da bi dijaki bolje razumeli naravne pojave pri fiziki. Vsebinski cilji, ki jih moramo doseči pri obravnavi pojavov pri fiziki, so povezani z uporabo znanja o linearni in kvadratni funkciji, odvodu, integralu itd., pridobljenega pri matematiki. Kljub trudu in skrbnemu načrtovanju pouka pri fiziki in matematiki snovi nismo vedno obravnavali sočasno.

Časovni potek medpredmetne povezave:

- V prvem letniku smo obravnavali gibanje ob koncu šolskega leta, ker so dijaki spoznali linearno funkcijo v drugem delu šolskega leta.
- V drugem letniku so dijaki obravnavali kvadratno funkcijo v začetku leta tako, da smo pri medpredmetni povezavi ponovili gibanje. Skoraj sočasno, ko so se dijaki naučili reševati kvadratno enačbo, smo reševali zgled iz ohranitve energij. Preostala dva zgleda iz glasnosti in aktivnosti pa smo obravnavali tako, da so dijaki v uvodu naloge dobili kratko razlago fizikalnega pojava. Sledilo je reševanje naloge, ki je temeljilo na uporabi matematičnega znanja, in ne na poznavanju fizikalnih vsebin.
- V tretjem letniku smo obravnavali inducirano napetost in nihanje v drugem delu šolskega leta. Ob koncu leta, ko so dijaki znali risati najrazličnejše oblike grafov sin in cos, smo izvedli tudi medpredmetno povezavo.
- Takoj na začetku četrtega letnika so dijaki začeli obravnavo odvodov tako, da smo lahko v novembru izvedli medpredmetno povezavo. Pojma osvetljenost in aktivnost še niso poznali, zato so dijaki v uvodu naloge dobili kratko razlago fizikalnega pojava. Obravnavi odvodov je sledila obravnava integralov, ki smo jo spet nadgradili z medpredmetno povezavo.

Za načrtovanje takih povezav porabimo veliko več časa, zato jih moramo tudi večkrat ponoviti. Če povezavo izvedemo le enkrat, je izkoristek našega dela zelo majhen. Dijaki osvojijo nov način razmišljanja šele po nekaj ponovitvah. Pri preverjanju in ocenjevanju pa se je izkazalo, da je znanje dijakov pri takem načinu poučevanja kakovostnejše in trajnejše.

Primeri matematičnih izpeljav fizikalnih formul s pomočjo odvoda

1. Izpelji enačbi za hitrost ($v = dy/dt$) in pospešek ($a = dv/dt$) pri nihanju, kjer sta amplituda y_0 in nihajni čas t_0 konstanti in nihalo začne nihati v:

   a) ravnovesni legi, kjer velja za odmik: $y = y_0 \cdot \sin(2\pi t/t_0)$,

   b) skrajni legi, kjer velja za odmik: $y = y_0 \cdot \cos(2\pi t/t_0 \cdot t)$.

   Kolikšni sta amplitudi (največja vrednost) hitrosti in pospeška?

   Ali bo nihalo kdaj sočasno doseglo amplitudo pospeška in hitrosti?

   Zapiši formulo $y(a)$, ki povezuje odmik in pospešek, in nariši ustrezni graf!

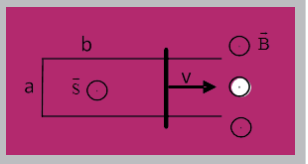
2. Magnetni pretok Φ_m je opredeljen kot skalarni produkt gostote magnetnega polja $\vec{B}$ in ploščine zanke $\vec{S}$:

   $\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S}$

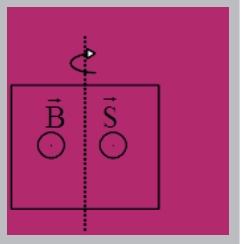
   Z uporabo indukcijskega zakona $U_i = - d\Phi_m/dt$ izpelji izraz in enote za inducirano napetost, če:

   a) vodnik drsi po žičnem okvirju, kjer se površina zanke S spreminja s časom t:

   $S = a \cdot b = a \cdot v \cdot t$ in je v stalna hitrost vodnika,



   b) se zanka enakomerno vrti v magnetnem polju tako, da se kot med vektorjema $\vec{S}$ in $\vec{B}$ spreminja po enačbi $\varphi = 2\pi t/t_0$.



   Izračunaj amplitudo napetosti, če se zanka vrti s frekvenco 50 Hz, gostota magnetnega polja je 250 mVs/m^2 in je površina zanke 50 dm^2!

3. Nad sredino okrogle mize s polmerom 1 m visi svetilka in oddaja svetlobni tok P 1300 lumnov. Osvetljenost E poljubne točke na mizi izračunamo po formuli: $E = \frac{P \cdot h}{4 \cdot \pi \cdot (h^2 + r^2)^{3/2}}$, kjer je h višina, na kateri visi svetilka, in r razdalja od sredine mize do opazovane točke.

   Na kateri višini naj visi svetilka, da bo osvetljenost roba mize največja? Kolikšna bo osvetljenost v tem primeru?

4. Za fosfor 32 (^{32}P) velja, da povprečno v 14 dneh razpade polovica vseh nerazpadlih jeder N_0, ki jih imamo na začetku. Razpolovni čas je torej $t_{1/2}$ = 14 dni.

Izpolni preglednico:

t (dni)	0		28	
N_{nj}	10^6	$5 \cdot 10^5$		

a) Nariši graf $N_{nj}(t)$. Za kakšno funkcijo gre?

b) Zapiši funkcijo $N_{nj}(t) = b \cdot at$, po kateri lahko izračunamo število nerazpadlih jeder v poljubnem času (v dnevih). Določi osnovo a eksponentne funkcije in faktor raztega b.

c) Koliko je nerazpadlih jeder po 70 dneh, če jih imamo na začetku en milijon?

d) Posploši funkcijo še za druge radioaktivne snovi, ki imajo drugačen razpolovni čas $t_{1/2}$.

e) Izračunaj aktivnost A vzorca radioaktivnih jeder po enačbi $A = dN/dt$.

f) Namesto razpolovnega časa $t_{1/2}$ nastopa v enačbah razpadna konstanta λ, za katero velja $\lambda = \ln 2/t_{1/2}$. Zapiši enačbo $A(t)$, v kateri bo nastopala razpadna konstanta namesto razpolovnega časa $t_{1/2}$.

2.2 Izbirni predmet fizika

Peter Jevšenak, Šolski center Velenje

Na nekaterih šolah lahko dijaki v drugem in tretjem letniku izberejo fiziko kot izbirni predmet. V tem primeru se oblikuje skupina dijakov (po navadi iz več oddelkov), ki ima na urniku dodatno uro fizike. Izbirni predmeti so po navadi tretji tuj jezik (španščina, ruščina itd.), naravoslovni predmeti, informatika, umetnost, sociologija, geografija itd., dijaki pa z izbirnostjo zapolnijo od dve do tri ure pouka na teden, odvisno od šole.

Na veliko šolah tri izbirne ure v drugem in tretjem letniku ravnatelj kar razdeli med slovenščino, angleščino in matematiko (trije obvezni maturitetni predmeti). Temu bi se morali učitelji drugih predmetov močno upirati, tudi s pomočjo zavoda in fakultet.

Če se za določen izbirni predmet odloči premalo dijakov (npr. manj kot 10), tega predmeta v tem šolskem letu ni. Dijaki morajo izbrati druge številčnejše skupine. Tako med predmeti vlada konkurenca in temu primerno je treba prilagoditi učni načrt za dodatno (izbirno) uro fizike. Te ure morajo biti zanimive in dijaki morajo biti dejavni. To lahko dosežemo z obravnavo tem, ki so fizikalne, a pri pouku preprosto ni dovolj časa, da se jim resno posvetimo.

Eno možnost predstavljajo **ekološko obarvane teme: varčna raba energije, obnovljivi viri energije, toplotne črpalke, pasivna gradnja in drugi načini varčevanja s toploto in električno energijo**. Dobro izhodišče je izdelava energetskega pregleda stanovanj dijakov. Rezultat je energetsko število, ki pove, koliko kWh se je porabilo v stanovanju na m^2 v enem letu (npr. za pasivni objekt velja poraba za ogrevanje manj kot 15 kWh/m^2/leto). Dijaki, ki živijo v najbolj varčnih stanovanjih, lahko podrobneje predstavijo način gradnje, ogrevanje, toplotne črpalke ipd.

Dodatno uro fizike lahko izkoristimo **za izvedbo nekoliko zahtevnejših eksperimentalnih vaj**, ki jih nima smisla delati s celim razredom.

Če imamo dovolj opreme za IKT, je smiselno spoznavanje programa LoggerPro, ker ponuja res veliko uporabnih možnosti. Tu je mišljeno zajemanje podatkov, pregledniciranje meritev, risanje grafov, opredelitev novih količin, prilagajanje funkcij na meritve, napake in statistika itd. Veliko možnosti je opisanih v prvem delu priročnika v poglavju Računalnik pri pouku fizike oziroma Dve možnosti uporabe Vernierjevega programa LoggerPro, ki ju lahko uporabljajo dijaki doma brez vmesnika in senzorjev.

Dijaki lahko izdelajo kratke projektne naloge, tako da posnamejo gibanje nekega telesa in ga s pomočjo programa LoggerPro videoanalizirajo in napišejo poročilo. Naloge lahko tudi ocenimo, šteje pa lahko izvirnost, zahtevnost, natančnost. Kot primer lahko naštejem: hitrost avtomobilov v naselju (omejitev 50 km/h!), pospešek pri speljevanju v križišču, hitrost kolesarja (primerjava s hitrostjo, ki jo kaže števec na kolesu), analiza meta na koš, hitrostni profil reke, kotaljenje pločevink (napolnjenih s tekočino, peskom, praznih) po klancu itd.

Za dijake vedno zanimivi temi sta **vesolje in astronomija**. Šole so se leta 2009 opremile s teleskopi in smiselno je organizirati astronomska opazovanja (vsaj zimsko nebo, ko je tema že v poznih popoldanskih urah). Pri opazovanju lahko preizkusimo uporabo vrtljive zvezdne karte. Zelo primerne teme za izdelavo dijaških seminarskih nalog ali predstavitev v PowerPointu so miti in legende o ozvedjih, zgodovina astronomije, raziskovanje sončnega sistema. Teme, kot so življenje zvezd, črne luknje ali razvoj vesolja, pa zahtevajo veliko fizikalnega predznanja, in je bolje, da jih predstavi profesor. Dijaki tu po navadi ne razumejo, kaj predstavljajo.

Seveda lahko pri dodatnih urah **obravnavamo in poglabljamo snov po učnem načrtu**: npr. ko pri rednih urah obravnavamo vodoravni met, pri dodatni povemo še kaj o poševnem.

Ocenjevanje pri izbirnem predmetu: ure so same po sebi dovolj zanimive, da dodatna spodbuda z oceno ni potrebna. Tako obstaja možnost, da številčnih ocen pri dodatnih urah ne dajemo, ampak povemo, kakšne so zahteve (izdelava projektne naloge, oddana poročila o vajah). Ko je oddano gradivo v redu, rečemo: opravil. To ne pomeni, da delo pri teh urah ni resno. Le vrednotenje dosežkov je drugačno.

2.3 Pouk zunaj učilnice

Miran Tratnik, Gimnazija Nova Gorica

Dijaki in učenci v času pouka pogosto odhajajo na dejavnosti, ki potekajo zunaj učilnic. Take dejavnosti so npr. šole v naravi, ekskurzije, športni dnevi, dnevi dejavnosti in podobno. Organizatorji dejavnosti po navadi potrebujejo ideje, kako dopolniti osnovno dejavnost z dodatnimi vsebinami. Fiziki imamo možnosti ponuditi veliko dejavnosti.

Dijaki lahko z dejavnostmi zunaj učilnice spoznajo, kako s fiziko obravnavamo svet, v katerem živimo. Prepričajo se lahko, da fizika niso le idealizirani in zanje morda suhoparni šolski primeri. Včasih smo celo učitelji presenečeni, kako je mogoče s preprosto opremo obravnavati zapletene pojave v naravi.

Pri delu zunaj učilnice so dijaki sproščeni in se mimogrede ter na prijeten način naučijo fizikalne vsebine. Tudi učitelji spoznamo dijake z drugačnih plati. Pogosto se nemirni dijaki ali taki, ki jim učenje dela težave, v situacijah zunaj učilnice izkažejo kot dejavni in spretni člani skupine.

Pouk zunaj učilnice je dopolnilo in ne nadomestilo pouka v učilnici. Če želimo, da bodo dijaki delo zunaj učilnice vzeli resno, jih je treba nanj pripraviti. Določiti je treba naloge, ki naj jih izvedejo, in opravljeno delo tudi ovrednotiti ter nagraditi.

Mogoče dejavnosti pri delu zunaj učilnice:

1. Zajemanje podatkov in merjenje količin ter obdelava izmerjenih podatkov, npr. temperatura, tlak, hitrosti, razdalje ipd.
2. Opazovanje in/ali snemanje ter analiza dogajanja, npr. videoanaliza posnetkov.
3. Opazovanje pojavov in njihova razlaga, npr. valovni pojavi, odboj svetlobe na raznovrstnih površinah, vremenski pojavi ipd.
4. Obravnava astronomskih tem in opazovanje neba.

Nekaj primerov pouka zunaj učilnice, ki smo ga avtorji že preizkusili:

- Merjenje hitrosti avtomobilov z Vernierjevim ultrazvočnim slednikom.
- Avtomobilska pločevina kot konkavna in konveksna zrcala.
- Obravnava loma svetlobe na bazenu.
- Merjenje hitrosti tekočega traku v veleblagovnici.
- Merjenje hitrosti in sprememb zračnega tlaka med vožnjo z žičnico.
- Meritve hitrosti in moči pri vožnji s kolesom po klancu.
- Videoanaliza posnetkov med udarcem žoge za odbojko in pri metu na koš.
- Merjenje pretoka, hitrosti in moči ob opazovanju curkov vode iz fontane.
- Obravnava vodoravnega meta s streljanjem z zračno puško na hodniku ali dvorišču šole.
- Astronomska opazovanja in merjenja.

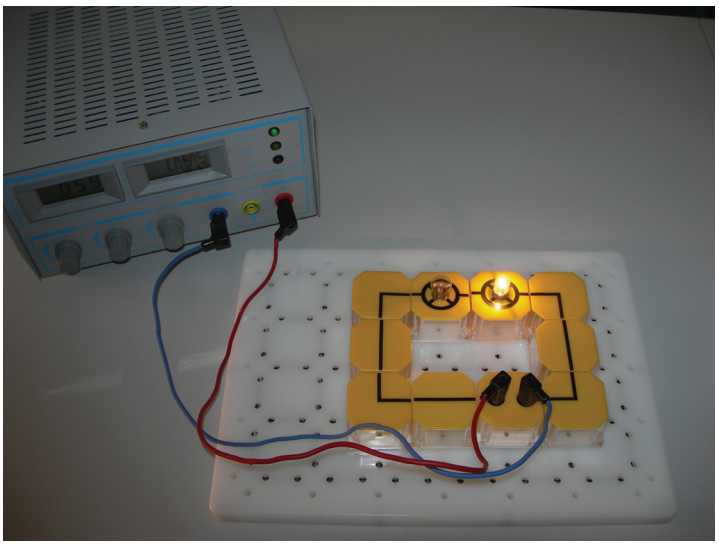
Aktivni pouk in razvijanje naravoslovnega mišljenja

3.1 Elektrika in magnetizem

3.1.1 Vzporedna in zaporedna vezava žarnic

Miran Tratnik, Gimnazija Nova Gorica

Kratek opis za učitelje	Vzporedna in zaporedna vezava je tema, ki dijakom ne dela težav. Pričakujemo lahko, da se bodo lotili reševanja delovnih listov s pričakovanjem, da smo jim postavili nezahtevno nalogo. Na začetku so vprašanja tudi zares preprosta. Ko pa naletijo na nenavadno situacijo pri zaporedni vezavi, lahko upamo, da bo iskanje pojasnil, zakaj ena žarnica ne sveti, velik izziv tudi za najboljše. Delovni list se konča z zelo zahtevnimi vprašanji, ki se jih lahko lotijo najboljši.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • uporabijo Kirchhoffova izreka za napoved in razlago svetenja vzporedno in zaporedno vezanih žarnic; • se prepričajo, da se moči porabnikov vedno seštevajo.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Aktivna oblika dela napovej – opazuj – razloži z uporabo delovnih listov.				
Priporočilo za izvedbo	Izvedemo po obravnavi vzporedne in zaporedne vezave.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	več ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 1: Zaporedna vezava dveh žarnic (foto: M. Tratnik).

Učni list za dijake

Vzporedna in zaporedna vezava žarnic

Uvodni vprašanji za razmislek in motivacijo

1. Ali so žarnice pri nas doma (v kuhinji, spalnici itd.) vezane vzporedno ali zaporedno?
2. Kako bi lahko svetili z žarnicami za 6 V, če imamo kot vir napetosti le avtomobilski akumulator z napetostjo 12 V?

1. NALOGA

Imamo dve žarnici, na katerih so podatki: 1.) 6 V, 6 W; 2.) 6 V, 3 W

Odgovorite na naslednja vprašanja:

1. Kako svetita žarnici, če vsako priključimo na napetost 6 V? Primerjajte svetlost žarnic med seboj.

   .....

   Kako bi svetila vsaka žarnica, če bi jo priključili na napetost večjo od 6 V – npr. 50 V?

   .....

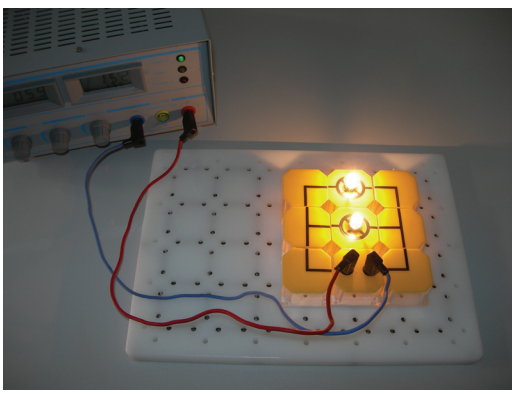
   Kaj bi se zgodilo z žarnicama? .....

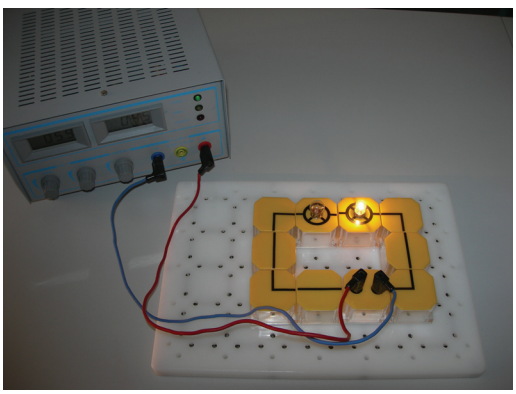
   Takega poskusa seveda ne bomo naredili.

2. Kako bi svetila vsaka žarnica, če bi jo priključili na napetost, manjšo od 6 V?

   .....

3. Kolikšen je upor vsake od žarnic (R_1, R_2) in kolikšen tok teče skozi njo (I_1, I_1), ko je priključena na napetost 6 V? Izračunajte.





Slika 2 in 3: Vzporedna in zaporedna vezava žarnic (foto: M. Tratnik).

2. NALOGA

Žarnici povežemo enkrat vzporedno, drugič zaporedno, obakrat je napetost vira 6 V.

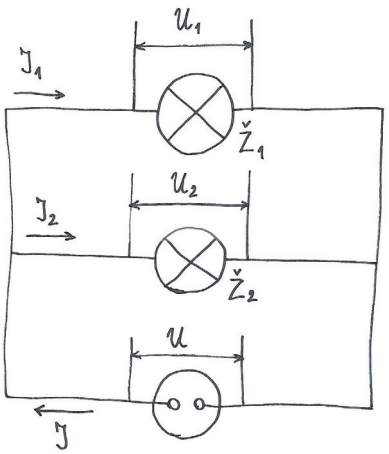
I. Vzporedna vezava

1. Napovejte, katera od žarnic bo svetila močneje, in pojasnite, zakaj je tako.

.....

Kolikšna je napetost na vsaki od žarnic? U_1 = _____, U_2 = _____

2. Izračunajte skupni upor žarnic (R).
3. Izračunajte tokove skozi vsako od žarnic in tok skozi vir napetosti (I_1, I_2, I).
4. Izračunajte moč, ki jo porablja vsaka od žarnic, in moč, ki jo porabljata obe skupaj (P_1, P_2, P).



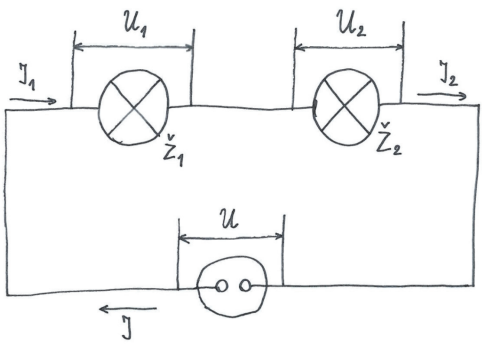
II. Zaporedna vezava

1. Napovejte, katera od žarnic bo svetila močneje, in pojasnite, zakaj je tako.

.....

Izračunajte napetost na vsaki od žarnic (U_1, U_1).

2. Izračunajte skupni upor žarnic (R).
3. Izračunajte tok skozi vsako od žarnic in vir napetosti (I_1, I_2, I).
4. Izračunajte moč, ki jo porablja vsaka od žarnic, in moč, ki jo porabljata obe skupaj (P_1, P_2, P).



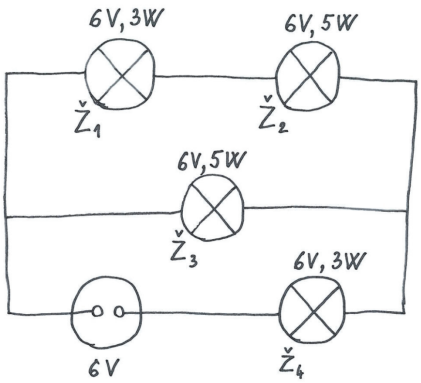
III. Dodatna naloga 1

Samo prvo žarnico (6 W) priključimo na napetost 2 V. Vidimo, da nitka v žarnici rahlo žari. Zakaj prej, pri zaporedni vezavi, ni žarela?

Namig: Premislite, kako je upor kovinske nitke v žarnici odvisen od temperature.

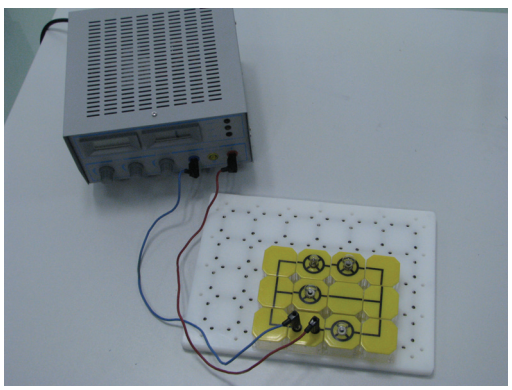
IV. Dodatna naloga 2: Kombinirana vezava

Žarnice priključimo tako, kot kaže spodnja slika.



1. Napovejte, katera izmed žarnic bo svetila najmočneje in katera najmanj, ter pojasnite, zakaj je tako.

2. Napovejte, katera žarnica zasveti najprej in katera najpozneje, ter pojasnite, zakaj je tako.



Slika 4: Kombinirana vezava žarnic, prikazana na shemi (foto: M. Tratnik).

Priporočila za učitelje

Vzporedna in zaporedna vezava žarnic

Opisani poskus je bil izveden z žarnicama, ki sta bili izbrani tako (6V, 3 W in 6 W), da so računi preprosti. Ker se ponudba klasičnih žarnic na trgu zmanjšuje, bo morda treba izvajati poskus s podobnimi žarnicami. Vsekakor je dobro izbrati žarnici tako, da pri zaporedni vezavi žarnica z večjo nazivno močjo ne sveti.

Pri dodatni nalogi 2 je poskus bolje uspel, če smo žarnico za 6 W nadomestili z nekoliko šibkejšo (6V, 5 W).

Koristno je opozorilo, da ima svetleča žarnica visoko temperaturo in da morajo dijaki paziti, da se ne opečejo.

Literatura in viri

1 *Kuščer, I. et al. (2003). Fizika za srednje šole, 3. del. Ljubljana: DZS.*

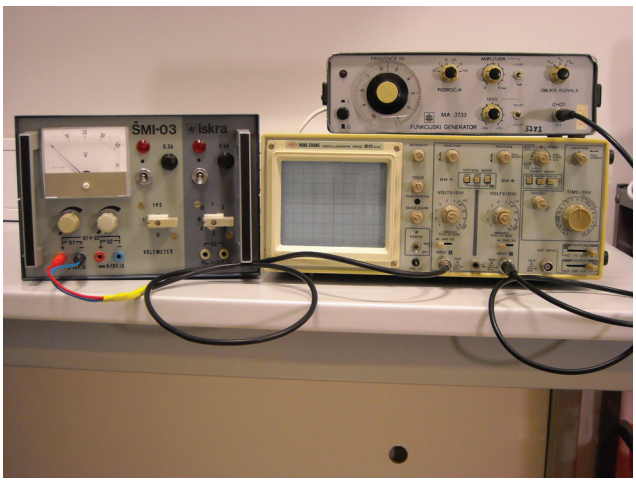
2 *Mohorič, A. (2012). Utripanje žarnice. Obzornik za matematiko in fiziko 59, str. 134–141.*

3 *Strnad, J. (2004). Mala fizika 2, elektrika, nihanje, valovanje, optika, posebna teorija relativnosti, kvantna mehanika: učbenik za pouk fizike v gimnazijah in srednjih šolah. Ljubljana: DZS.*

3.1.2 Osciloskop – opazovanje in merjenje električnih količin

Ivanka Toman, Šolski center Kranj

Kratek opis za učitelje	Dijaki opazujejo enosmerne in izmenične signale s pomočjo osciloskopa. Odčitavajo amplitudo napetosti, nihajni čas in izračunajo frekvenco signala. Na višji ravni opazujejo medsebojno odvisnost dveh signalov in merijo frekvence z Lissajousovimi krivuljami.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • razumejo delovanje osciloskopa s katodno cevjo; • uporabljajo osciloskop za opazovanje enosmernih in izmeničnih signalov; • na zaslonu osciloskopa odčitavajo amplitudo in nihajni čas napetosti; • utrdijo zvezo med nihajnim časom in frekvenco; • z grafom prikažejo odvisnost električne napetosti od časa za enosmerni in izmenični signal; • poskrbijo za varnost pri delu.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki nimajo izkušenj za delo z osciloskopom, zato je potrebna pomoč učitelja in laboranta. Pred vajo dijakom opišemo delovanje osciloskopa, funkcijske tipke na čelni plošči in njihovo funkcijo. Dijake opozorimo na varno delo z osciloskopom.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo po obravnavi poglavja o električnem toku.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

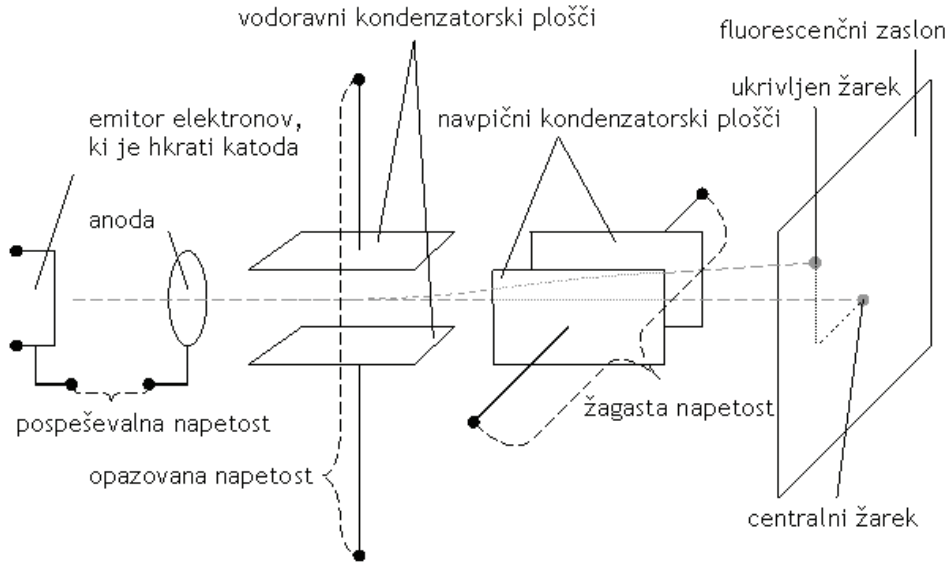


Slika 1: Opazovanje in merjenje električnih količin (foto: V. Brezar).

Učni list za dijake

Osciloskop

Analogni osciloskop je Braunova katodna cev, zgrajena iz elektronskega topa, odklonskih kondenzatorjev in fluorescenčnega zaslona.



Slika 2: Zgradba osciloskopa (Vir: http://lizika.pfmb.uni-mb.si/~robi/obvestila/info_fiexp2/FiziExper2/extra/C/C.htm (11. 11. 2012))

V **elektronskem topu** se ustvari curek elektronov. Glavna sestavna dela sta katoda in anoda, napetost med njima pospešuje elektrone.

Prvi kondenzator (vodoravni plošči) odklanja curek elektronov v navpični smeri. Napetost na ploščah je sorazmerna vhodni napetosti, ki jo merimo.

Drugi kondenzator (navpični plošči) odklanja curek elektronov v vodoravni smeri. Ta odklon je sorazmeren žagasti napetosti, ki povzroči, da pika na zaslonu enakomerno potuje v vodoravni smeri.

S spreminjanjem napetosti na obeh kondenzatorjih dosežemo, da elektronski curek lahko osvetli katero koli točko **fluorescenčnega zaslona**.

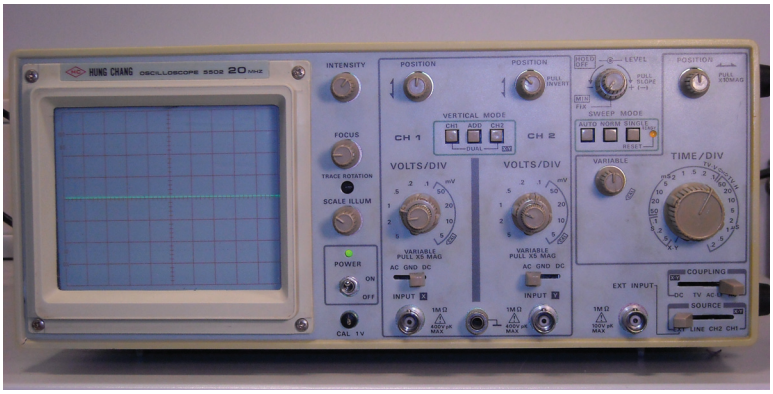
Čelno stran osciloskopa prikazuje slika 3. V navodilu so omenjene samo tipke in gumbi, ki so bistvenega pomena pri opravljanju osnovnih vaj.

Osciloskop vklopimo s stikalom POWER. Z gumboma INTENSITY in FOCUS nastavimo svetlost in ostrino slike. Večina osciloskopov ima dva vhodna kanala CH1 in CH2. Napetost, ki jo želimo opazovati, priključimo na vhod INPUT v razdelku CH1. Z gumbom VOLTS/DIV izberemo merilno območje opazovane napetosti.

Časovno bazo spreminjamo z gumbom TIME/DIV.

Z gumboma POSITION premikamo sliko po zaslonu tako, da z nje razberemo želene količine.

Z gumbom AC-GND-DC izberemo, kakšen signal želimo opazovati.



Slika 3: Čelna plošča osciloskopa (foto: V. Brezar).

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje: Dijaki uporabljajo osciloskop.

Potrebna oprema: osciloskop, napetostni izvir (ŠMI 03, funkcijski generator), vezne žice

Priprava na izvajanje meritev

1. Osciloskop priključite v omrežje s priključnim kablom (220 V, 50 Hz).
2. Instrument vklopite s stikalom POWER, kontrolna lučka zasveti.
3. Nastavitev parametrov: INTENSITY, FOCUS, AC-GND-DC, POSITION, TIME/DIV.

Naloga

1. Merjenje enosmernih napetosti
2. Merjenje amplitude izmenične napetosti
3. Merjenje nihajnega časa in frekvence
4. *Risanje Lissajousovih krivulj
5. *Merjenje frekvence z Lissajousovimi krivuljami

Potek dela

1. Merjenje enosmernih napetosti

Gumb AC-GND-DC postavite v položaj DC. Svetla sled naj bo na sredini zaslona.

Opazovani signal enosmerne napetosti (ŠMI 03) priključite na vhod osciloskopa in izberite ustrezno merilno območje.

Vrednost enosmerne napetosti dobite tako, da pomnožite število razdelkov med vrednostjo nič in nivojem signala in vrednostjo ojačitve vertikalnega kanala VOLTS/DIV.

Prepišite nastavitvene parametre (VOLTS/DIV, TIME/DIV). Prerišite sliko z zaslona in navedite vrednost merjenega signala.

2. Merjenje izmeničnih napetosti

Gumb AC-GND-DC preklopite v položaj AC.

Opazovani signal iz generatorja izmenične napetosti (ŠMI 03) priključite na vhod osciloskopa in izberite ustrezno merilno območje.

Amplituda napetosti je razdalja od vodoravne osi do vrha krivulje. Vrednost amplitude dobite tako, da to razdaljo (v centimetrih) pomnožite z ojačitvijo vertikalnega kanala VOLTS/DIV. Prepišite nastavitvene parametre. Prerišite sliko z zaslona in navedite amplitudo merjenega signala.

3. Merjenje nihajnega časa in frekvence

Postopek merjenja časovnih intervalov (oziroma frekvence) signala je podoben postopku meritve izmeničnih napetosti, le da tokrat opazujete vodoravno os in nastavitve izvajate z gumbi za uravnavanje časovne baze TIME/DIV. Za signal iz prejšnje meritve navedite vrednost nihajnega časa in izračunajte frekvenco signala.

4. *Dodatna naloga: Opazovanje Lissajousovih krivulj (medsebojna odvisnost dveh signalov)

Vzemite dva generatorja sinusnih napetosti. ŠMI 03 priključite na vhodni kanal (INPUT x) razdelka CH1, frekvenčni generator pa na vhodni kanal INPUT y. Vse gumbe postavite v položaj x-y. Curek elektronov se giblje po zaslonu znotraj pravokotnika, ki ima za stranici amplitudi napetosti. Gibanje je periodično, če sta frekvenci v racionalnem razmerju. Spreminjajte frekvenco na frekvenčnem generatorju in poiščite značilne oblike Lissajousovih krivulj. Krivulje prerišite na list.

5. Merjenje frekvence z Lissajousovimi krivuljami

Signal iz ŠMI 03 niha z neznano frekvenco v_x. Na frekvenčnem generatorju spreminjajte frekvenco v_y toliko časa, da na zaslonu osciloskopa dobite želeno krivuljo. Z generatorja odčitajte frekvenco v_y, s pomočjo števila presekov krivulje z x in y osjo pa izračunajte še iskano frekvenco v_x ŠMI 03. Meritev izvedite vsaj pri treh oblikah krivulj.

Izračun:

$$\frac{n_x}{n_y} = \frac{v_y}{v_x}$$

n_x je število presečišč krivulje z osjo x

n_x je število presečišč krivulje z osjo y

v_y je frekvenca funkcijskega generatorja

v_y je neznana frekvenca, ki jo želimo izračunati.

Priporočila za učitelje

Osciloskop

Z osciloskopom lahko opazujemo električne signale. Poglavitna prednost je grafični prikaz signala: prikaže natančno obliko, čas in velikost signala. Pri pouku fizike v gimnazijah ga dijaki ne uporabljajo pogosto, zato izvedejo le nekaj najosnovnejših meritev.

Vsi analogni (ne pa digitalni) osciloskopi imajo gumbe z enakimi funkcijami. Seveda so gumbi različno razporejeni, včasih so celo imena drugačna, vendar funkcije ostanejo. Večina osciloskopov je dvokanalnih, zato na višji ravni dijaki lahko opazujejo medsebojno odvisnost dveh pravokotnih nihanj. Izvir enosmerne in izmenične napetosti je šolski malonapetostni izvir ŠMI 03, kot drugi vir uporabljamo funkcijski generator z nastavljivo frekvenco signala.

Vaja je primerna za delo v dvojicah in traja eno šolsko uro.

Vaja je na seznamu laboratorijskih vaj v maturitetnem katalogu v poglavju Električni tok. Preverjanje znanja s tega področja je pokrivala naloga iz merjenja na maturi 10. junija 2000 in 8. junija 2001.

Literatura in viri

1 *Fakulteta za naravoslovje in matematiko. Spletne strani študentov. Dostopno na: http://student.fnm.uni-mb.si/ (11. 11. 2011). (na tej strani najdete naslove spletnih strani z zanimivimi animiranimi prikazi delovanja osciloskopa.)*

2 *Muškinja, N. Elektrotehnika. Obveznosti študenta. 3. sklop: Meritve. Dostopno na: http://lpa.feri.uni-mb.si/Pedagosko_delo/Elektrotehnika/program/3. SKLOP-MERITVE.pdf (11. 11. 2011).*

3 *Ponikvar, D. (2007). Za boljšo rabo osciloskopa. Gradivo za Elektronski praktikum. Ljubljana: Fakulteta za matematiko in fiziko. Dostopno na: http://www.fmf.uni-lj.si/~ponikvar/PDFji/Analogni%20osciloskop%202.pdf (11. 11. 2011).*

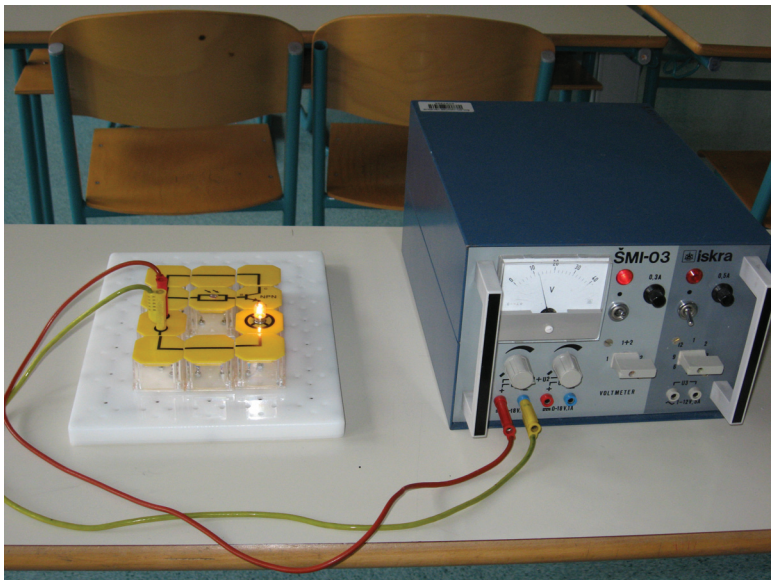
4 *Repnik, R. Osciloskop. Dostopno na: http://lizika.pfmb.uni- mb.si/~robi/obvestila/info_fiexp2/FiziExper2/ extra/C/C.htm (11. 11. 2011).*

5 *Simovič, S. Navodila za opravljanje laboratorijskih vaj: Osnove merjenja električnih veličin. Kranj: Višja strokovna šola, TŠC Kranj. Dostopno na: http://simovic.tsckr.si/OET_simovic_2009/LAB_Vaje/Navodila_LAB_vaje-1.pdf (11. 11. 2011).*

3.1.3 Lastnosti električnih elementov – fotoupornik in tranzistor

Peter Jevšenak, Šolski center Velenje

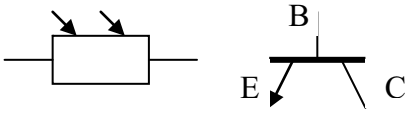
Kratek opis za učitelje	Potrebujemo električno vezno ploščo – razširjeno (VIRLES), ki so jo dobile šole pred leti v okviru opremljanja z eksperimentalno opremo. S preprostim eksperimentom (demonstracijska izvedba v skupinah do osem dijakov, dijaka demonstratorja določimo) dijaki sami ugotovijo nekaj lastnosti fotoupornika in tranzistorja.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • sestavijo vezje na podlagi skice; • uporabijo 2. Kirchoffov izrek pri zaporedni vezavi elementov; • s preprostim eksperimentom ugotovijo nekaj lastnosti fotoupornika in tranzistorja.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijak demonstrator sestavi vezja po navodilu naloge. Sošolci se razvrstijo okoli delovne mize ter zapisujejo opazovanja in ugotovitve na učni list.				
Priporočilo za izvedbo	Dijaki potrebujejo osnovno znanje iz poglavja 12 po učnem načrtu: poznajo električni tok, napetost, upor, zaporedno in vzporedno vezavo upornikov.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 1: Vezava fotoupora, tranzistorja in žarnice, priključenih na vir napetosti (foto: P. Jevšenak).

Učni list za dijake

Lastnosti električnih elementov: fotoupornik in tranzistor



Pripomočki: električna vezna plošča – razširjena (VIRLES)

NALOGA

Sestavite električni krog z žarnico in virom napetosti. Napetost vira nastavite na 12V; žarnica močno zasveti.

V električni krog nato zaporedno vključite fotoupornik.

Kaj se dogaja z žarnico? a) sveti močno b) sveti šibko c) ne sveti

Na fotoupornik usmerite močan vir svetlobe (dobro svetilko, laser, sončno svetlobo ...).

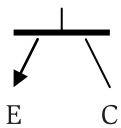
Kaj se dogaja z žarnico? a) sveti močno b) sveti šibko c) ne sveti

Kako osvetljenost vpliva na električno upornost fotoupornika?

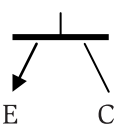
a) upornost se poveča b) upornost se zmanjša c) svetloba nima vpliva na upor

Fotoupornik zamenjajte s tranzistorjem (v kompletu je tranzistor tipa NPN). V krog povežite priključka E (emitor) in C (kolektor), B (baza) je prosta. Označite predznak napetosti na priključkih E in C, ko žarnica

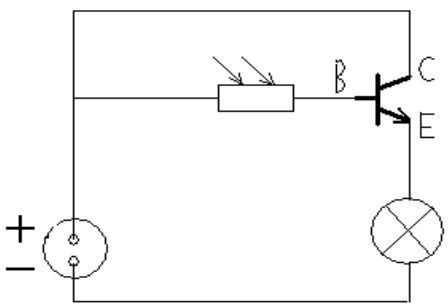
a) sveti



b) ne sveti



Sestavite vezje na sliki. Upoštevajte predznak napetosti.



Kaj se dogaja z žarnico? a) sveti močno b) sveti šibko c) ne sveti

Ali je predznak napetosti na priključkih E in C takšen, da žarnica SVETI oziroma NE SVETI?
S prstom pokrijte (zatemnite) fotoupornik. Kaj se zgodi?

Kako vpliva tok v bazo na upornost tranzistorja med E in C?
*Bi znali zapisati funkcijo tranzistorja v tej vezavi?

Priporočila za učitelje

Lastnosti električnih elementov: fotoupornik in tranzistor

Učni list Lastnosti električnih elementov: fotoupornik in tranzistor uvrščam po težavnosti med srednje, ker se dijaki z obravnavanima elementoma prvič srečajo, težavnost vprašanj pa se ob sicer preprostih vezavah, ki jih omogoča električna vezna plošča, stopnjuje. Dijaki s pomočjo splošnih znanj iz električnega toka (UN, poglavje 12) sami pridejo do nekaj preprostih ugotovitev o fotouporniku in tranzistorju (obravnava teh elementov spada po učnem načrtu pod izbirne vsebine).

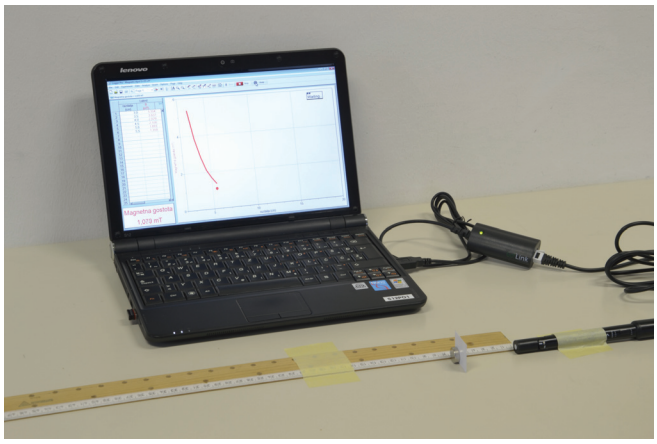
Opombe pri izvedbi: dobro je, če učilnica ni presvetla, ker se lažje opazujejo spremembe pri svetlosti žarnice. Če je rahlo zatemnjena učilnica, potem pri vezavi fotoupornika žarnica ne sveti. Da žarnica potem zasveti (pomembno za smiselnost naslednjega vprašanja), je treba uporabiti močno svetilko, običajne žepne navadno ne zadoščajo. Zadnje vprašanje spada med težke in morda bo potrebna pomoč učitelja, da se pride do smiselnega odgovora. To pa je, da tranzistor v tej vezavi deluje kot tokovni ojačevalnik. To funkcijo tranzistorja lahko na koncu praktično preverite z merjenjem baznega in emitorskega toka. Namesto fotoupornika lahko uporabite tudi navaden upornik (100Ω ali več).

Po končanem delu lahko učitelj ali učenci s seminarsko nalogo povedo kaj več o tranzistorju (razvoj, pomen, uporaba itd.). Prvi polprevodniški tranzistor iz trdne snovi so izdelali leta 1947 v Bellovih laboratorijih v New Yorku (ZDA). Gre za enega prvih primerov uporabe kvantne mehanike (obnašanje elektronov v kristalih) za reševanje praktičnih problemov. Trije najzaslužnejši fiziki pri iznajdbi tranzistorja W. B. Shockley, J. Bardeen in W. H. Brattain so leta 1956 prejeli Nobelovo nagrado za fiziko. S tranzistorjem se je začela doba miniaturizacije elektronskih komponent, tranzistor pa omogoča tudi programiranje logičnih operacij, kar je omogočilo razvoj računalniških procesorjev.

3.1.4 Magnetno polje trajnega magneta

Peter Šlajpah, Gimnazija Želimlje

Kratek opis za učitelje	Z Vernierjevo Hallovo sondo dijaki izmerijo magnetno poljsko gostoto v različnih točkah na osi magnetnega dipola. Preverijo ujemanje s teoretičnim modelom. V drugem delu vaje dijaki določajo velikost in smer vektorja magnetne poljske gostote v različnih točkah v okolici magneta.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • se seznanijo s Hallovo sondo in možnostmi merjenja magnetnega polja z njo; • utrdijo vedenje o tem, da vpliv teles (magneta) na okolico pojema z razdaljo in da je stopnja pojemanja različna; • pridobijo predstavo o obliki magnetnega polja okrog trajnega magneta; • znajo s pomočjo sodobne strojne in programske opreme poiskati funkcijske odvisnosti med fizikalnimi količinami ($B = f(r)$); • se seznanijo s postopkom linearizacije, kot ga omogoča program LoggerPro.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki vajo izvajajo v dvojicah. Najprej pripravijo vse potrebne pripomočke, nato rešujejo naloge z učnega lista.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvajamo po obravnavi vsebin o magnetnem polju trajnega magneta.				
Čas za izvedbo	2 uri	**Zahtevnost**	več ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • datoteka programa LoggerPro (cmbl).			



Slika 1: Oprema, uporabljena med merjenjem polja trajnega magneta (foto: P. Šlajpah).

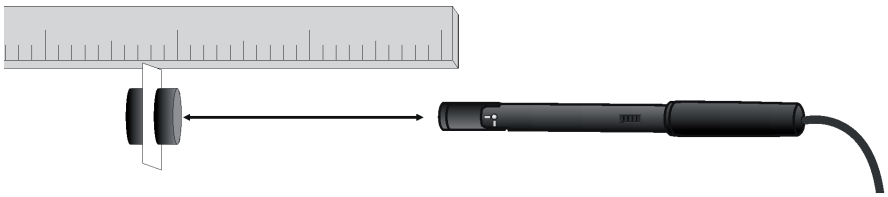
Učni list za dijake

Magnetno polje trajnega magneta

Potek vaje

Odvisnost B(r)

1. Dva magnetna diska spojite z vmesnim koščkom kartona tako, da lepo stoji na podlagi. Na podlago z lepilnim trakom pritrdite ravnilo in magnetno sondo.



2. Narišite graf predvidene odvisnosti *B(r)*

3. Zaženite program LoggerPro ali odprite datoteko *Magnetni dipol*, s pomočjo katere boste merili vrednost polja.

   V odsotnosti magneta postavite s pomočjo programskega orodja *Zero* vrednost prikaza na 0. Nato magnet toliko približate sondi, da gostota polja doseže največjo možno merilno vrednost (~5.5 mT). Z ukazom *Keep* zabeležite prikazano gostoto (*B*) in razdaljo (*r*). Upoštevati moramo, da je Hallov senzor 6 mm za čelno ploščico sonde, zato velja: $r = (d + 6\ \text{mm})$; *d* je razdalja med središčem dipola (karton) in čelno ploščico sonde, ki je označena z belo piko.

4. Podatke o razdalji (*r*) in pripadajoči vrednosti magnetne poljske gostote (*B*) prepišite v preglednico (na drugi strani) in narišite graf *B(r)*. Komentirajte ujemanje izmerjene krivulje z napovedano.

Slika polja

5. Trajni magnet pritrdite na list papirja in v okolici označite deset točk, v katerih boste določili smer in velikost vektorja magnetne poljske gostote. Sondo postavite v točko in jo obračajte, dokler ne pokaže največje vrednosti. V tem trenutku zabeležite vrednost in smer vektorja (smer je pravokotna na senzor). Pri postavitvi sonde upoštevajte, da je Hallov senzor 6 mm za belo piko. Izmerite in narišite vektorje še za druge točke. Velikost usmerjene daljice naj ponazarja vrednost magnetne poljske gostote. Zapišite merilo!

Prilagoditvena krivulja*

6. Očitno je, da magnetna poljska gostota z oddaljenostjo pada. V programu LoggerPro s pomočjo orodja *Curve Fit* poiščete primerno funkcijo $B(r)$. Izkaže se, da je najprimernejša $B = A/r^n$. (A je konstanta, v kateri se skrivajo lastnosti magneta). Spreminjate eksponent n, dokler ne dobite optimalnega ujemanja izmerjene in prilagoditvene krivulje.

Linearizacija**

7. Linearizacijo izvedete tako, da v preglednici dodate stolpec z izračunom $1/r^n$ *(Data/New Calculated Columen)* in zahtevate izris grafa $B = f(1/r^n)$ *(Insert/Graph)*. Smerni koeficient premice *(A)* je parameter, odvisen od lastnosti magneta; n je parameter, ki ste ga določili v točki 6. Primerjate konstanto A s tisto, ki ste jo dobili v točki 6.

Logaritmiranje**

8. Določanje vrednosti eksponenta n in konstante A je mogoče tudi z logaritmiranjem funkcije $B(r)$. Najprej dodate stolpca *log B* in *log r (Data/New Calculated Columen)* in zahtevate izris grafa *log B* = f *(log r) (Insert/Graph)*. Smerni koeficient premice *(m)* je eksponent n. Iz začetne vrednosti premice pa lahko izračunate konstanto A $(A = 10^b)$

Izdelek

- Izmerjene vrednosti $B(r)$

r (cm)												
B (mT)												

- Graf $B(r)$ (priloga).
- Vektorska slika magnetnega polja (priloga).
- LoggerPro datoteka z izmerjenimi podatki in grafi.*, **

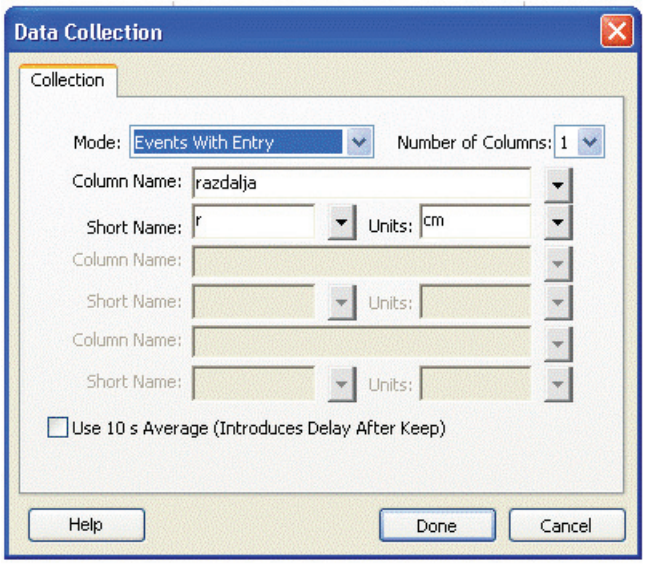
Komentar za učitelje

Magnetno polje trajnega magneta

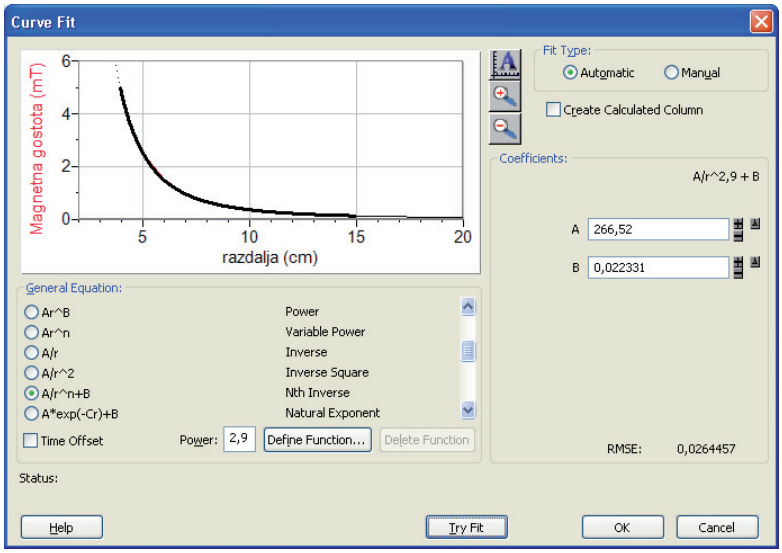
- Vajo lahko izvajamo z LabQuestom ali s prenosnim računalnikom (potreben je še vmesnik GoLink).
- Vaja na osnovnem nivoju obsega samo posnetek *B(r)* in risanje vektorske slike magnetnega polja; dijaki si podatke zapišejo v preglednico na delovnem listu in nato ročno narišejo graf *B(r)*.
- Predvsem pri izvajanju dodatnih nalog je delo s prenosnikom in programom LoggerPro udobnejše kot z LabQuestom. Dijaki bodo pri uporabi dodatnih funkcij (vnos novih stolpcev, upravljanje z grafi) verjetno potrebovali vodstvo učitelja.
- V LabQuest ali prenosni računalnik predhodno naložimo datoteko, ki jo dijaki odprejo in izvajajo merjenje. S tem se izognemo težavam z nastavitvami in dodatnimi vnosi. Lahko uporabite priloženo datoteko, ki vsebuje tudi primer merilnih rezultatov.
- Za prvo merjeno vrednost dipol toliko odmaknemo od sonde, da je vrednost magnetne gostote manjša od nasičenja sonde (6,4 mT) to je okrog 3 cm. Lahko pa začnemo tudi na nekoliko večji razdalji, kot lahko vidimo tudi v priloženem primeru. Zavedati se moramo, da je Hallov senzor v ohišju sonde 6 mm za čelno ploščico (bela pika). Parameter *r*, ki ga vnašamo med merjenjem, je zato enak: $r = (d + 6\ \text{mm})$; *d* je razdalja med središčem dipola (karton) in čelno ploščico sonde.
- Pogosta napaka merjenja je, da se prva izmerjena vrednost postavi v izhodišče z $r = 0$, čeprav je oddaljenost od dipola takrat že nekaj cm.
- Magnetni dipol sestavljata dva močna gumbna magneta iz NdFeB zlitine z dimenzijami 15 mm (premer) x 5 mm (debelina) ali podobnimi.
- Da okoliška magnetna polja ne motijo meritve, vedno pritrdimo sondo in ravnilo, premikamo pa dipol. Po pritrditvi sonde postavimo vrednost na 0 (*Zero*).
- Teoretični model predvideva, da magnetna gostota dipola pada s tretjo potenco (μ je magnetni dipolni moment):

$$B(r) = \frac{\mu_0 \cdot 2\mu}{4\pi} \cdot \frac{1}{r^3} = A \cdot \frac{1}{r^3}$$

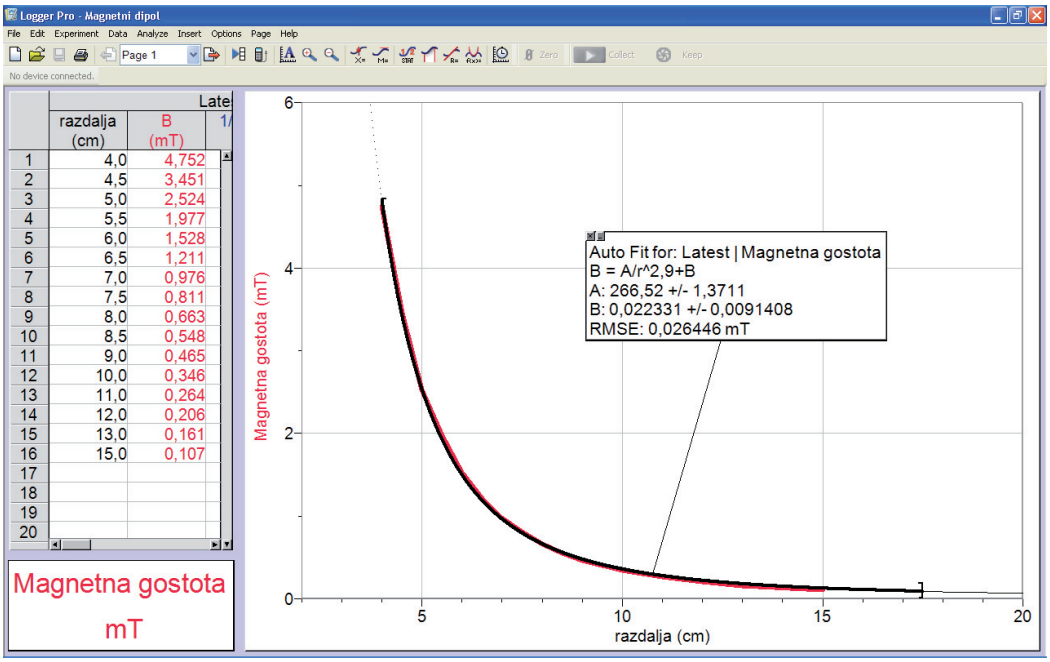
- Dodatne naloge so namenjene iskanju konstante *A* oziroma magnetnega dipolnega momenta in preverjanju vrednosti eksponenta *n (1/r^n)*. V ta namen morajo dijaki odvisnost *B(r)* posneti in shraniti v datoteko LoggerPro. V nadaljevanju sledi kratek opis nastavitev, ki so tudi v priloženi datoteki.
- Za beleženje odvisnosti *B(r)* moramo prej nastaviti način zajemanja podatkov: *Experiment/Data Collection…/Events With Entry.*



- Pri iskanju prilagoditvene krivulje (*Curve Fit*) izhajamo iz funkcije A/r^n in s poskušanjem poiščemo najprimernejši eksponent n.



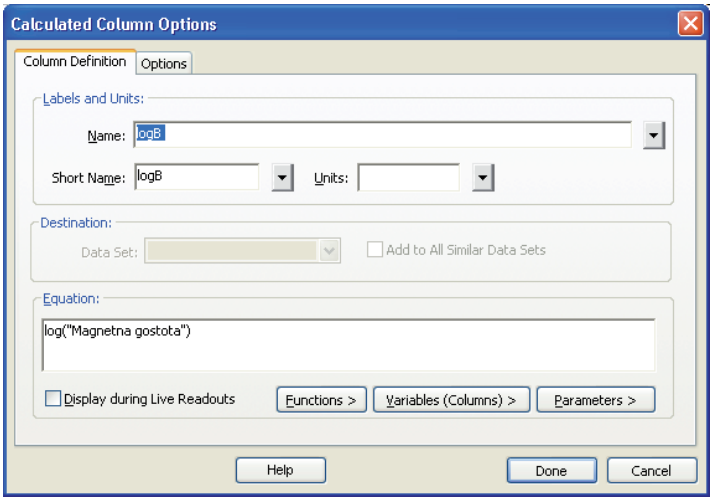
- Primer meritve in prilagoditvene krivulje $B(r)$ je dan na sliki spodaj. Vidimo, da se prilagoditvena krivulja najlepše ujema z izmerjeno pri eksponentu okrog 2,9 in ne 3, kot predvideva teoretični model. Lahko odčitamo tudi konstanto A, ki omogoča izračun magnetnega momenta. Če ga primerjamo z magnetnim momentom tuljave primerljive velikosti, ugotovimo, da bi moral biti tok v tuljavi presenetljivo velik.

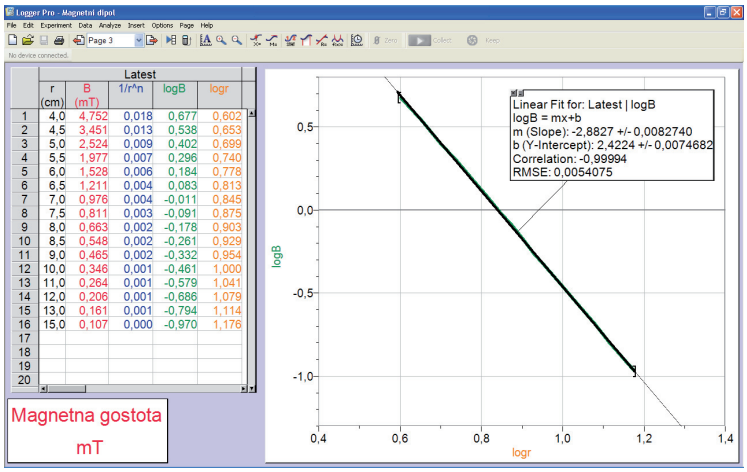


- Vrednost eksponenta n in konstante A lahko poiščemo tudi z logaritmiranjem funkcije $B(r)$:

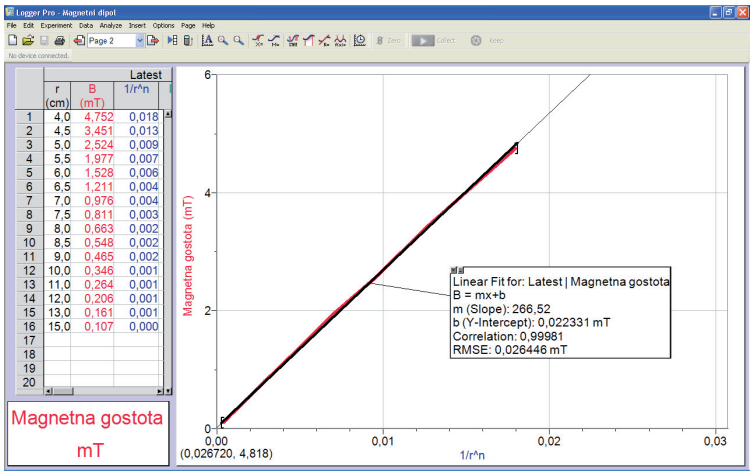
$$\log B = logA + n \cdot log\, r$$

V ta namen s programskim orodjem (*Data/New Calculated Column*) dodamo še dva stolpca: *log B* in *log r* ter graf (*Insert/Graph*) z vrednostjo *log B* na ordinatni, *log r* pa na abscisni osi. Smerni koeficient premice je eksponent n (–2,88). Z antilogaritmiranjem začetne vrednosti (2,422) dobimo konstanto A.

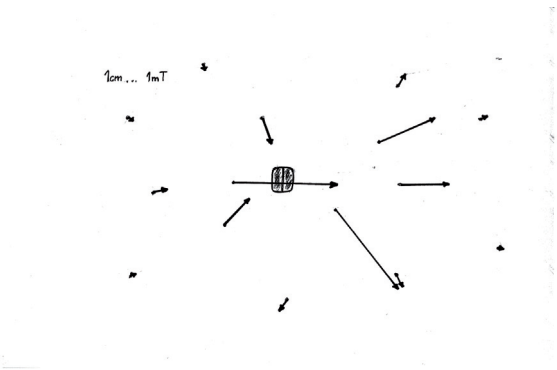




- Linearizacija je tretji način, ki omogoča določanje konstante *A*. Pred tem je za to treba dodati stolpec z izračuni parametra $1/r^n$ (*Data/New Calculated Column*) in zahtevati izris grafa $B = f(1/r^n)$. Pri tem uporabimo vrednost eksponenta *n*, ki smo jo določili na enem od zgoraj opisanih načinov.



- *Primer vektorske slike polja:*



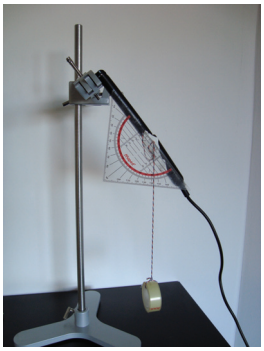
Literatura in viri

1 *The Magnetic Field of a Permanent Magnet. Vernier.* Dostopno na: http://www.vernier.com/files/sample_labs/PWV-31-COMP-magnetic_field_permanent_magnet.pdf (4. 10. 2013)

3.1.5 Merjenje gostote magnetnega polja Zemlje in dolge tuljave

Milenko Stiplovšek, Zavod RS za šolstvo

<table>
<tr><td>Kratek opis za učitelje</td><td colspan="5">Z Vernierjevo Hallovo sondo izmerijo dijaki najprej gostoto magnetnega polja Zemlje, nato pa še gostoto magnetnega polja znotraj dolge tuljave. Pri merjenju polja tuljave preverijo ujemanje meritev in teoretičnih napovedi.</td></tr>
<tr><td>Cilji</td><td colspan="5">Dijaki/dijakinje:
• se seznanijo s Hallovo sondo in možnostmi merjenja magnetnega polja z njo;
• utrdijo vedenje o tem, da je v vsaki točki v bližini površja Zemlje magnetno polje Zemlje, ki je vodoravno usmerjeno le v bližini ekvatorja;
• iščejo podatke s pomočjo svetovnega spleta;
• pridobijo predstavo o velikosti in smeri magnetnega polja Zemlje v Sloveniji;
• izmerijo magnetno polje znotraj dolge tuljave pri različnih vrednostih toka skozi tuljavo.</td></tr>
<tr><td>Priporočilo za oblike in metode dela</td><td colspan="5">Dijaki izvajajo eksperimentalno vajo v skupinah z največ štirimi člani.</td></tr>
<tr><td>Priporočilo za izvedbo</td><td colspan="5">Učno enoto izvajamo po obravnavi vsebin o magnetnem polju Zemlje in dolge tuljave. Posebej opozorimo na smer magnetnega polja Zemlje na različnih geografskih širinah. Drugi del vaje – B dolge tuljave – je primeren predvsem za dijake, ki se pripravljajo na maturo iz fizike.</td></tr>
<tr><td>Čas za izvedbo</td><td>2 uri ali
2 × 1 ura – nepovezano</td><td>Zahtevnost</td><td>več ravni</td><td>Vključen eksperiment</td><td>da</td></tr>
<tr><td>Priloge</td><td colspan="5">• učni list za dijake (pdf, doc),
• priporočila za učitelje (pdf, doc),
• datoteka programa LoggerPro (cmbl).</td></tr>
</table>



Slika 1: Merjenje inklinacije (foto: M. Stiplovšek).

Učni list za dijake

Merjenje gostote magnetnega polja Zemlje in dolge tuljave

NALOGA 1

Določite velikost in smer gostote magnetnega polja Zemlje v neki točki v učilnici.

Potrebščine: senzor za merjenje magnetnega polja Vernier, vmesnik LabQuest (ali LabPro in PC s programom LoggerPro), stativni pribor, kotomer (geotrikotnik), utež na vrvici, lepilo Patafix.

1. Meritev največje komponente $\vec{B}$ v vodoravni smeri – $B_{x\,max}$

Pomembno: Območje senzorja nastavite na 0,3 mT (manjša vrednost od obeh možnih). Senzor naj bo vsaj 10 cm oddaljen od feromagnetnih kosov kovine in vsaj 2 m od trajnih magnetov ali elektromagnetov.

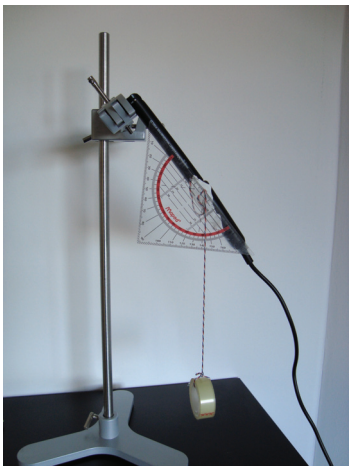
Postavite senzor tako, da bo meril komponento magnetnega polja v vodoravni smeri – kot kaže spodnja slika.

Sučite senzor okoli navpične osi (skupaj s stojalom) in ga postavite v lego, ko kaže največjo vodoravno komponento magnetnega polja (praviloma bi moral biti obrnjen proti geografskemu severu). Zapišite vrednost, ki jo kaže senzor, in negotovost te vrednosti.

$B_{x\,max} =$ $\quad \pm$

2. Meritev največje velikosti $\vec{B}$ – B_{max}

Okoli navpične osi senzorja več ne sučite. Prilepite mu kotomer z utežjo na vrvici tako, da bo vrvica kazala kot 0°. Zasučite ga okoli vodoravne osi tako, da bo meril velikost B v smeri poševno proti tlom in da boste lahko odčitali kot zasuka glede na vodoravno smer (slika).



Poiščite kot glede na vodoravno smer, pri katerem bo B največja (kotu pravimo inklinacija). Zapišite to vrednost za B in kot φ, ki ga je senzor oklepal z vodoravno smerjo.

$B_{max} =$ $\pm$

$\varphi =$

3. Primerjava meritev in izračunov

Narišite skico in na njej $B_{x\,max}$, B_{max} in φ. Izračunajte φ še s pomočjo izmerjenih $B_{x\,max}$ in B_{max}. Primerjajte izmerjeno in izračunano inklinacijo.

Skica: Izračun:

Odgovor: .....

4. Dodatna naloga

Na internetu poiščite podatke o $\vec{B}$ Zemlje za kraj, v katerem ste delali meritve. Zapišite te podatke in vir, kjer ste jih našli, ter jih primerjajte s svojimi meritvami.

NALOGA 2:

Eksperimentalno preverite veljavnost enačbe za izračun gostote magnetnega polja znotraj dolge prazne tuljave.

Potrebščine: senzor za merjenje magnetnega polja Vernier, vmesnik LabQuest (ali LabPro in PC s programom LoggerPro), stativni pribor, vzmet slinky, raztegnjena v obliko dolge tuljave, vir enosmerne napetosti, merilnik toka, ravnilo, vezne žice.

Teorija

Zapisana je enačba, ki pove, od česa in kako je odvisna velikost gostote magnetnega polja znotraj dolge prazne tuljave. Narišite ustrezno skico, pojasnite pomen oznak in jim pripišite ustrezne enote.

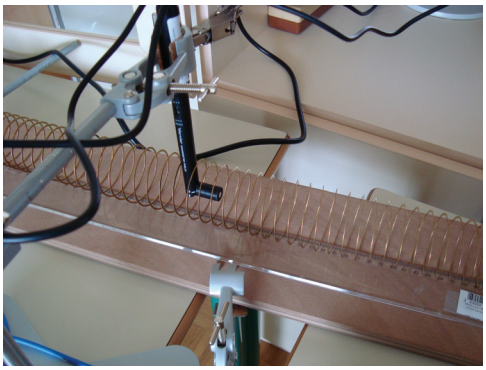
Enačba: $B = \mu\mu_0(N/l)I$

Skica:

Pomen oznak in enote:

2. Meritve in izračuni

Pomembno: Območje senzorja preklopite na večjo vrednost. Postavite senzor tako, da bo meril komponento magnetnega polja vzporedno z osjo tuljave in na njeni sredini (sliki). Senzor postavite na nič (Set Zero). S tem boste dosegli, da bo med meritvijo kazal le *B*, ki ga povzroča tok skozi tuljavo, polja okolice pa ne. Tok naj ne preseže vrednosti 2,0 A in naj ne teče po vzmeti, ko to ni treba.



Preštejte število ovojev tuljave – N na neki dolžini – l (najmanj 30 cm) in oboje zapišite.

$N =$

$l =$

Zapišite gostoto magnetnega polja – B_{mer}, ki jo kaže senzor, za tokove skozi tuljavo, navedene v spodnji preglednici. Preglednico nato dopolnite še z izračunanimi vrednostmi polja v tuljavi – B_{izr}.

Izračuni (vsaj eden kompletno – z enotami!)

I [A]	B_{mer} [mT]	B_{izr} [mT]
0,00		
0,50		
1,00		
1,50		
2,00		

3. Analiza

Komentirajte ujemanje/neujemanje izmerjenih in izračunanih vrednosti za gostoto magnetnega polja znotraj tuljave. Komentar: .....

.....

.....

.....

4. Dodatna naloga

Če ste ob vmesniku LabQuest uporabljali še PC in LoggerPro (ali vmesnik LabPro, PC in LoggerPro), dodajte preglednici meritev nov izračunan stolpec (New Calculated Column), v katerem bo LoggerPro izračunal B_{izr} iz toka in podatkov o tuljavi. Program naj prikaže tudi grafično odvisnost B_{mer} od I. Datoteko z meritvami natisnite in priložite tem navodilom.

Priporočila za učitelje

Merjenje gostote magnetnega polja Zemlje in dolge tuljave

Pri merjenju *B* Zemlje je treba paziti, da v bližini merilnika ni trajnih magnetov in feromagnetnih materialov (tudi jekleno ogrodje miz in stolov lahko moti meritev, če nismo vsaj 10 cm oddaljeni).

Pri merjenju *B* znotraj dolge tuljave moramo paziti najprej enako kot pri merjenju *B* Zemlje in še na dovolj stabilno – gladko – napetost, s katero napajamo tuljavo. Če napetost niha, nihata tudi tok skozi tuljavo in polje v njej. Hallova sonda izmeri *B* v kratkem času in lahko ujame polje pri največji ali najmanjši vrednosti nihajočega toka, merilnik toka pa nam kaže srednjo vrednost, okoli katere resnični tok niha. Če so ta nihanja velika, je razhajanje med izmerjeno in izračunano vrednostjo *B* lahko veliko.

Literatura in viri

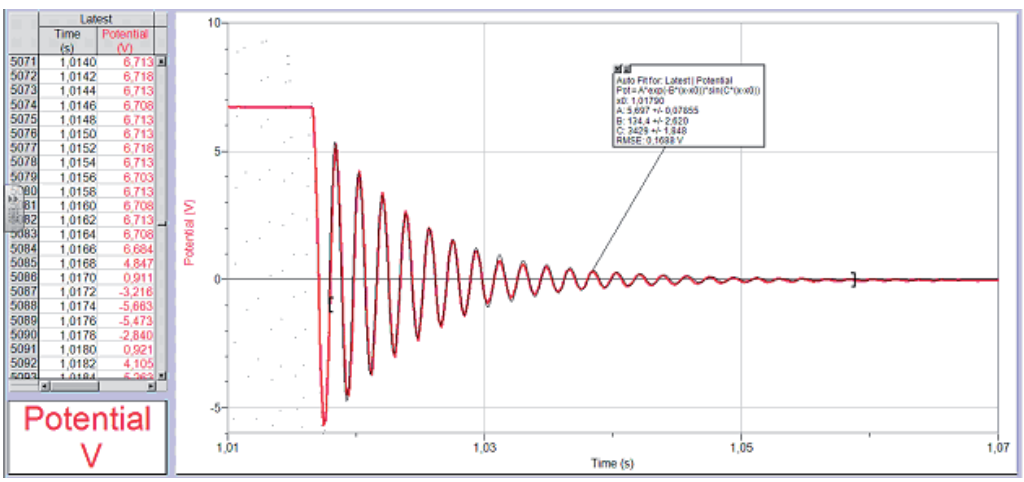
1 *Magnetic Field Sensor. Vernier.com. Dostopno na: http://www.vernier.com/files/manuals/mg-bta.pdf (5. 3. 2012).*

2 *The Magnetic Field in a Slinky. Vernier.com. Dostopno na: http://www.vernier.com/files/sample_labs/PWV-26-COMP-magnetic_field_slinky.pdf (5. 3. 2012).*

3.1.6 Dušeno nihanje električnega kroga

Milenko Stiplovšek, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Dijaki z Vernierjevo sondo izmerijo napetost na kondenzatorju v električnem nihajnem krogu, medtem ko nihata v krogu napetost in tok. Če je nihajni čas dovolj dolg, lahko izmerijo tudi nihanje gostote magnetnega polja tuljave.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • se seznanijo z zgradbo nihajnega kroga in njegovim delovanjem; • opazujejo grafični prikaz dušenega nihanja in iz njega razberejo nihajni čas; • eksperimentalno preverijo odvisnost nihajnega časa od zgradbe nihajnega kroga in (ne)odvisnost nihajnega časa od amplitude.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo eksperimentalno vajo v skupinah z največ štirimi člani.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvajamo po obravnavi električnega nihajnega kroga.				
Čas za izvedbo	2 uri, dodatna naloga doma ali pri krožku	**Zahtevnost**	več ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • datoteke programa LoggerPro (cmbl).			



Slika 1: Prikaz nihanja napetosti v odvisnosti od časa in prilagoditvena funkcija s parametri.

Učni list za dijake

Dušeno nihanje električnega kroga

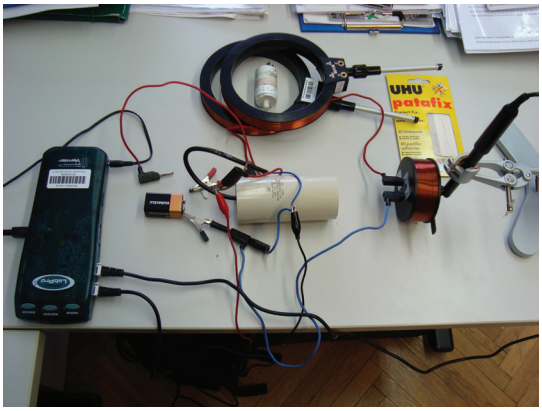
Namen vaje

Dijaki:

- spoznavajo uporabo PC-ja ter potrebne strojne in programske opreme za merjenje napetosti v odvisnosti od časa (in magnetnega polja v odvisnosti od časa, če je nihanje dovolj počasno);
- izmerijo nihajni čas za več različnih električnih nihajnih krogov;
- preverijo predpostavko, da nihajni čas ni odvisen od amplitude napetosti;
- preverijo veljavnost enačbe za nihajni čas električnega nihajnega kroga, ki niha nedušeno;
- * eksperimentalno preverijo fazni premik med nihanjem napetosti in toka v nihajnem krogu;
- **poiščejo enačbo za lastni nihajni čas nihajnega kroga z upoštevanjem dušenja in jo uporabijo za izračun induktivnosti tuljave.

Potrebna oprema

Dva različna kondenzatorja (s kapacitetama med 10 μF in 100 μF – papirnata, in ne elektrolitska), dve različni tuljavi – Teltron Helmholtzova (320 ovojev – manjša induktivnost okoli 20 mH) in Teltron za prikaz indukcije (1000 ovojev – večja induktivnost okoli 30 mH), vezne žice (**namenoma jih je več, kot jih potrebujete!**), tripolno stikalo (lahko ga simulirate s kratko vezno žico, ki jo premikate med ustreznima priključkoma), 2 bateriji z različnima napetostma, PC z Vernierjevim vmesnikom, programska oprema LoggerPro, Vernierjeva senzorja za napetost in magnetno polje, povezava s tiskalnikom za izpis rezultatov meritev, če je mogoče še UHU patafix za pritrditev elementov na podlago.



Slika 2: Potrebna oprema in sestavljeno vezje za merjenje napetosti na kondenzatorju in gostote magnetnega polja ob tuljavi v odvisnosti od časa pri nihajnem krogu z najdaljšim nihajnim časom glede na razpoložljive elemente (foto: M. Stiplovšek).

NALOGA

Izmerite časovno odvisnost nihanja napetosti na kondenzatorju v različnih nihajnih krogih in pri različnih začetnih napetostih. Iz grafa odčitajte nihajni čas. Napovejte spremembe nihajnega časa zaradi sprememb zgradbe nihajnega kroga in začetne napetosti. Napoved preverite z meritvijo.

Navodilo

Zapišite kapaciteti obeh kondenzatorjev, ki ju boste uporabili za meritev. C_1 naj bo večja od C_2.

$C_1 =$ $C_2 =$

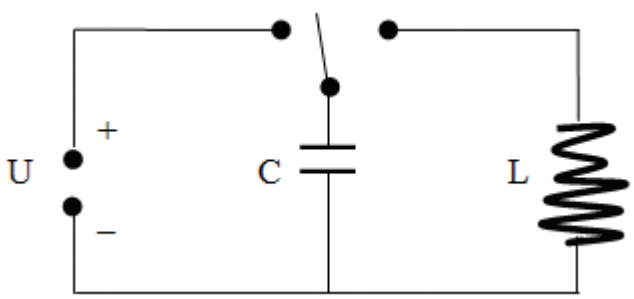
Zapišite enačbo, ki pokaže, od česa in kako je odvisen nihajni čas električnega nihajnega kroga. Pojasnite pomen oznak in pripišite ustrezne enote.

Odgovor:

1. meritev

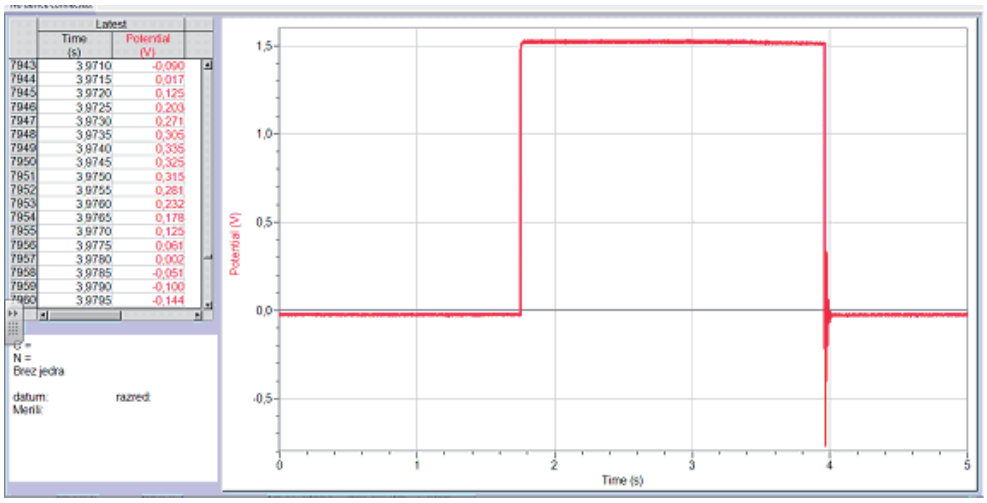
Z namizja poženite program LoggerPro. V meniju *Experiment* nastavite čas merjenja na 5 s in hitrost zajemanja podatkov na 2000 meritev v sekundi (privzeta nastavitev je 15 s in 10 meritev na sekundo, kar ne ustreza).

Izberite kondenzator C_1 in tuljavo z večjo induktivnostjo. Sestavite vezje, narisano na spodnji shemi. Elemente, ki jih boste povezali, razporedite enako, kot so razporejeni na shemi (vir napetosti levo, stikalo in kondenzator v sredini, tuljava desno). Za zgornji del vezja, ki je v začetku na višjem potencialu, uporabite rdeče žice, za spodnji del, ki je na nižjem potencialu, pa modre. Kot merilnik napetosti na kondenzatorju v odvisnosti od časa uporabite napetostno sondo, priključeno na PC prek vmesnika.

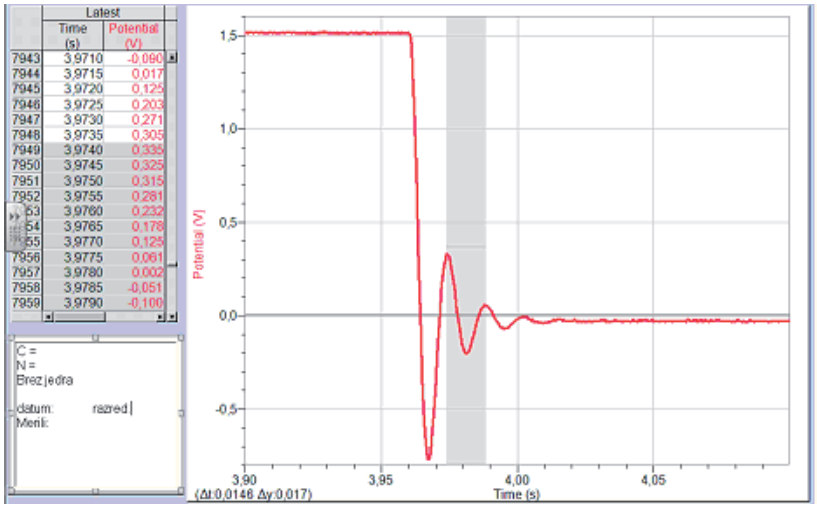


Pokličite učitelja, da pregleda vezje. Pri prvi meritvi bo kondenzator na začetku napolnjen z nižjo napetostjo, pri poznejših pa z višjo.

Izmerite potek napetosti na kondenzatorju v odvisnosti od časa: Z gumbom *Collect* poženete meritev. Po približno 1 s priključite kondenzator s stikalom na vir napetosti, da se napolni – to se zgodi skoraj takoj – nato pa ga povežite s tuljavo, da bodo v nihajnem krogu zanihali *U, I, We* in *Wm*. Ko je pretekel čas za merjenje napetosti (5 s), izberite gumb *Autoscale Graph*, da bo skala na ordinati prilagojena vrednostim za merjenje napetosti. Če ste ustrezno preklapljali kondenzator, bo meritev podobna, kot jo kaže spodnja slika:



0 s na abscisni osi grafa prepišite z vrednostjo za čas malo pred začetkom nihanja napetosti in 5 s na abscisni osi z vrednostjo za čas malo po koncu nihanja napetosti. Novi graf bo pokazal nihanje podobno kot na spodnji sliki in lahko boste odčitali nihajni čas.



Zbrišite okno, ki kaže napetost. Nadomestite ga z ustreznim besedilom: kapaciteta kondenzatorja, število ovojev tuljave, datum meritve, razred, dijaki. To naredite z ukazom *Insert/Tekst*. **Datoteko z meritvijo poimenujte in shranite. Zapišite njeno ime:**

.....

Na grafu označite eno periodo – nihajni čas. Nato graf natisnite in priložite tem navodilom.

Zapišite nihajni čas, izmerjen pri prvi meritvi: t_0 = ...

2. meritev

Kondenzator napolnite z baterijo z višjo napetostjo. Vse preostalo pustite nespremenjeno. Zapišite, kakšna je vaša napoved spremembe nihajnega časa zaradi spremembe napetosti vira, ki napolni kondenzator, in napoved argumentirajte.

Napoved z argumenti:

.....

.....

.....

.....

Izmerite potek napetosti na kondenzatorju v odvisnosti od časa tako, kot ste to naredili pri prvi meritvi, in odčitajte nihajni čas.

Graf opremite z ustreznim besedilom: kapaciteta kondenzatorja, število ovojev tuljave, datum meritve, razred, dijaki. **Datoteko z meritvijo poimenujte (drugače od prejšnje) in shranite. Zapišite njeno ime:**

..... .

Na grafu označite eno periodo – nihajni čas. Nato graf natisnite in priložite tem navodilom.

Zapišite nihajni čas, izmerjen pri drugi meritvi: t_0 = ...

3. meritev

Kondenzator C1 zamenjajte s kondenzatorjem C2. Vse preostalo pustite nespremenjeno. Zapišite, kakšna je vaša napoved glede spremembe nihajnega časa zaradi spremembe kapacitete kondenzatorja, in napoved argumentirajte.

Napoved z argumenti:

.....

.....

.....

.....

Izmerite potek napetosti na kondenzatorju v odvisnosti od časa. Graf *U(t)* uredite na enak način kot pri prejšnjih meritvah. Opremite ga z ustreznim besedilom: kapaciteta kondenzatorja, število ovojev tuljave, razred, dijaki. Na grafu *U(t)* označite eno periodo. **Datoteko z meritvijo poimenujte (drugače od prejšnjih) in shranite. Zapišite njeno ime:**

..... .

Na grafu označite eno periodo – nihajni čas. Nato graf natisnite in priložite tem navodilom.

Zapišite nihajni čas, izmerjen pri tretji meritvi: t_0 = ...

4. meritev

Namesto tuljave z večjo induktivnostjo povežite v nihajni krog tuljavo z manjšo induktivnostjo. Vse drugo pustite nespremenjeno. Zapišite, kakšna je vaša napoved glede spremembe nihajnega časa zaradi spremembe, ki ste jo naredili. Napoved argumentirajte.

Napoved z argumenti:

.....

.....

.....

.....

Izmerite potek napetosti na kondenzatorju v odvisnosti od časa. Graf *U(t)* uredite na enak način kot pri prejšnjih meritvah. Opremite ga z ustreznim besedilom: kapaciteta kondenzatorja, število ovojev tuljave, razred, dijaki. **Datoteko z meritvijo poimenujte (drugače od prejšnje) in shranite. Zapišite njeno ime:**

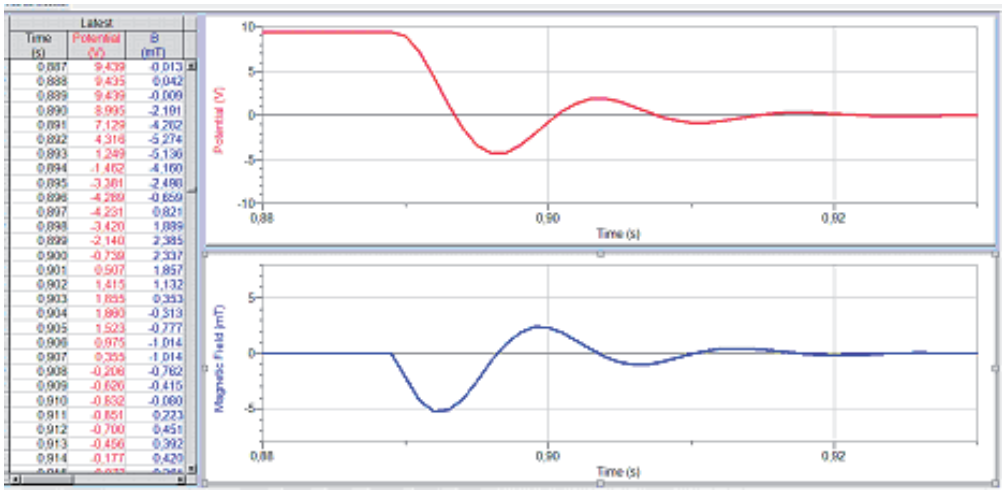
.....

Na grafu označite eno periodo – nihajni čas. Nato graf natisnite in priložite tem navodilom.

Zapišite nihajni čas, izmerjen pri četrti meritvi: t_0 = ...

***DODATNA NALOGA 1**

Iz razpoložljivih elementov sestavite nihajni krog, ki ima najdaljši nihajni čas in ga napolnite z baterijo z večjo napetostjo. Hkrati z nihanjem napetosti na kondenzatorju izmerite še nihanje magnetnega polja tik ob tuljavi na njeni osi. Rezultate meritev shranite v datoteko in natisnite. Bili naj bi podobni rezultatom na spodnji sliki:



Datoteko z meritvijo poimenujte (drugače od prejšnjih) in shranite. Zapišite njeno ime:

.....

.....

Graf natisnite ter priložite tem navodilom.

Pojasnite, zakaj funkciji napetosti na kondenzatorju in magnetnega polja v tuljavi ne dosegata ničel ob istih časih (in lokalnih ekstremov tudi ne):

.....

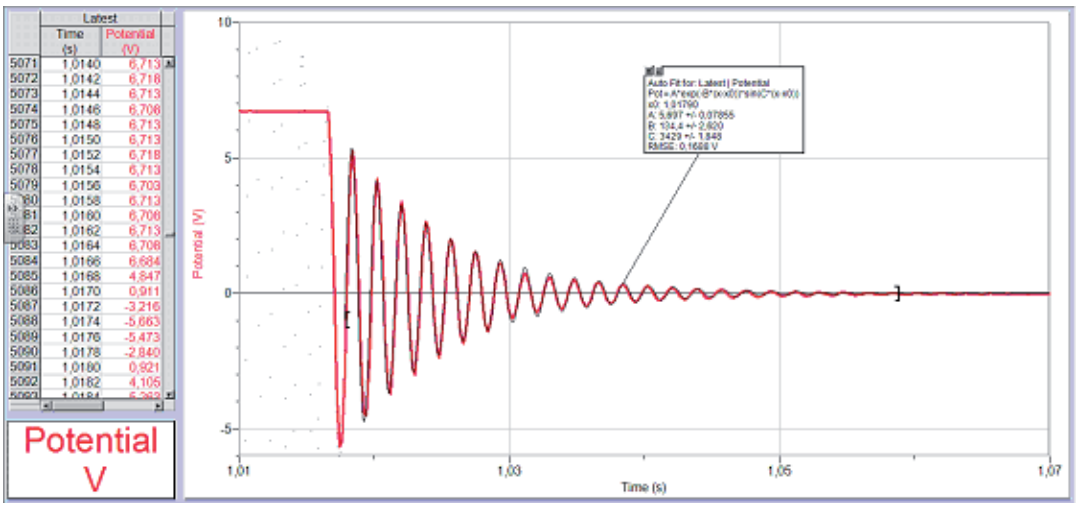
.....

.....

.....

****DODATNA NALOGA 2**

Sestavite nihajni krog, ki zaniha vsaj petkrat, preden se nihanje ustavi. Izmerite nihanje napetosti v odvisnosti od časa. Določite prilagoditveno funkcijo za nihanje napetosti in z njeno pomočjo koeficient dušenja in periodo – nihajni čas. Primer prilagoditvene funkcije in njenih parametrov lahko vidite na spodnji sliki:



Zapišite kapaciteto kondenzatorja v nihajnem krogu: $C =$ .....

Zapišite nihajni čas nihanja nihajnega kroga: $t_0 =$ .....

Zapišite koeficient dušenja, ki ga lahko razberete iz parametrov prilagoditvene funkcije:

$\beta =$ .....

Poiščite enačbo, ki pove od česa in kako je odvisen nihajni čas v nihajnem krogu, ki niha dušeno. Zapišite jo ter pojasnite pomen oznak in pripišite ustrezne enote.

Enačba z opisom:

Iz zgornje enačbe izračunajte induktivnost tuljave v nihajnem krogu.

Izračun:

Priporočila za učitelje

Dušeno nihanje električnega kroga

Sinhronizacija preklapljanja kondenzatorja na baterijo in tuljavo s petimi sekundami merjenja programa LoggerPro je v začetku lahko težava in se ji je treba posebej posvetiti. Če merimo nihanje v nihajnem krogu, ki niha s tako veliko frekvenco, da pri 2000 meritvah na sekundo dušena sinusoida ni razvidna (graf je npr. lomljena črta), lahko poskusimo z zmanjšanjem časa meritve na 3 s in povečanjem frekvence vzorčenja na 3333 meritev v sekundi. Če tudi to ne pomaga in nimamo možnosti sestaviti »počasnejšega« nihajnega kroga, se bomo verjetno morali odločiti za proženje meritve na podlagi vrednosti napetosti na kondenzatorju (npr. ko prvič prekorači vrednost 0 V in pri tem narašča – kar je v LoggerPro privzeta nastavitev za proženje na podlagi merjene vrednosti). Pri takšnem proženju meritve lahko manjšamo čas merjenja na npr. 0,3 s in nastavimo vzorčenje na 8333 s^{-1}. Največja frekvenca vzorčenja, ki jo dovoljuje kombinacija napetostne sonde in vmesnika LabPro, je 50000 s^{-1} in jo lahko nastavimo za čase merjenja 0,1 s ali manj.

Nadpovprečno motiviranim in sposobnim dijakom lahko tudi brez potrebe po reševanju zgoraj opisanih težav pokažemo, kako se nastavi proženje meritve v odvisnosti od napetosti na kondenzatorju. Ta prikaz in njegovo uporabo lahko uporabljamo kot dodatno razširitev vaje.

Posebej se je treba potruditi, da dosežemo, da dijaki premislijo in napovejo ter zapišejo napoved učinka spremembe zgradbe nihajnega kroga na nihajni čas. Zelo jih mika, da bi najprej pogledali učinek, nato pa napisali »napoved«. Splača se jih prepričati, da so miselni procesi v možganih takrat, ko razmišljamo, **kaj se bi naj zgodilo in zakaj**, zelo drugačni od procesov, ki potekajo takrat, ko razmišljamo, **kaj se je zgodilo in zakaj**.

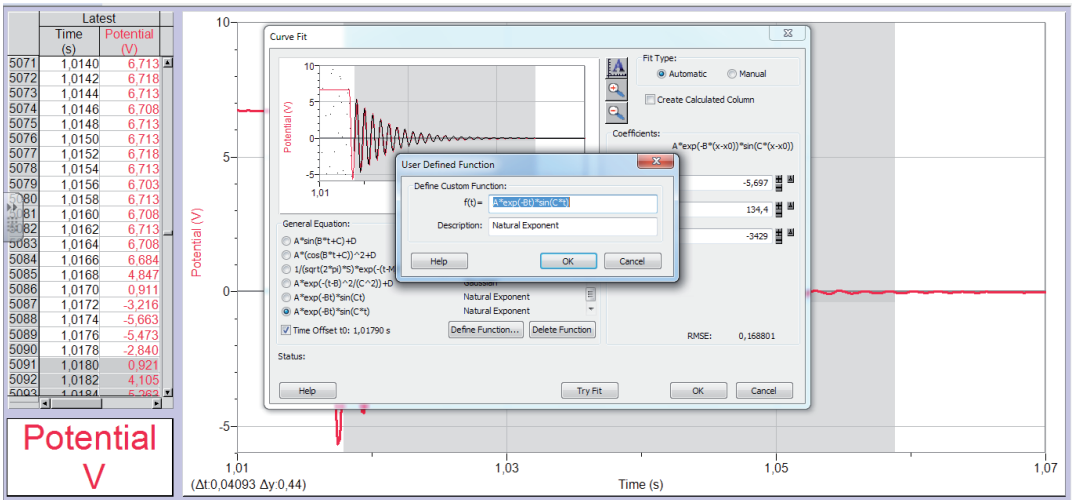
Nasploh velja v življenju: Pravilno napovedovanje neznane prihodnost na podlagi poznavanja dejstev in zakonitosti je dosti težje, vendar dosti koristneje kot pa pravilno razlaganje znane preteklosti z znanimi dejstvi in zakonitostmi. Zato je sposobnost napovedovanja prihodnosti zelo smiselno razvijati in pri fiziki je za to veliko priložnosti.

Vse datoteke z rezultati meritev je smiselno arhivirati za poznejšo rabo pri preverjanju in ocenjevanju znanja. Sistemi arhiviranja so lahko različni, predlagam pošiljanje učitelju po e-pošti na službeni elektronski naslov ali kopiranje v spletno učilnico. Ena možnost je tudi shranjevanje na namizje računalnika, na katerem so delali, vendar to pomeni več dodatnega dela za učitelja oziroma laboranta.

****Dodatna naloga 2**

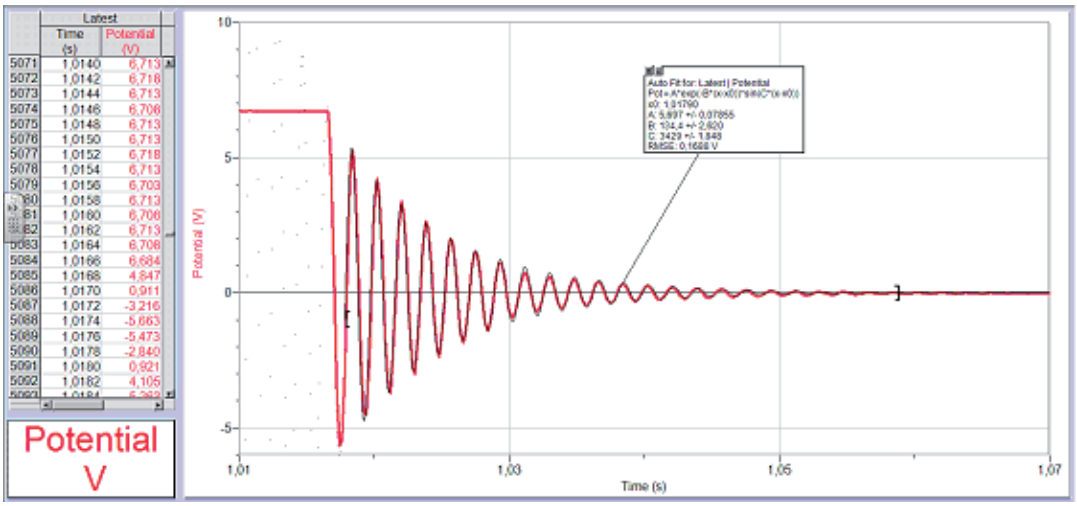
Naloga ja za gimnazijce res zelo zahtevna in verjetno je najbolj smiselno, da jim pri reševanju pomagamo – jih ustrezno vodimo – pri kakšnih dodatnih urah, npr. pri krožku.

Prilagoditveno krivuljo moramo opredeliti sami, saj oblike, ki jo potrebujemo, ni med ponujenimi.



Pri definiciji prilagoditvene krivulje $f(t) = A*exp(-B*t)*sin(C*t)$ je pomembno, da izberemo začetek področja tam, kjer napetost doseže ničlo in nato narašča – sinusna krivulja. Pomembno je tudi, da označimo polje Time Offset in da postavimo med koeficienta *B* in *C* in neodvisno spremenljivko *t* znak * za množenje. Brez tega so pogosto težave.

Če smo uspešno opredelili prilagoditveno funkcijo, dobimo nekaj podobnega, kot je na spodnji sliki.



Enačba za lastno krožno frekvenco ω_0' pri dušenem nihanju LRC-kroga:

$\omega_0' = (\omega_0^2 - \beta^2)^{1/2}$; za faktor dušenja β velja $\beta = R/2L$; ω_0 predstavlja lastno krožno frekvenco LC kroga brez ohmskega upora in velja $\omega_0 = (LC)^{-1/2}$ (Strnad, 1978).

Ti izračuni so posebej zanimivi, če smo induktivnost tuljave tudi izmerili z merilnikom induktivnosti in lahko primerjamo rezultat izračuna z rezultatom meritve.

Literatura in viri

1 *Strnad, J. (1978). Fizika, 2. del – Elektrika, optika. Ljubljana: DZS.*

3.2 Valovanje

3.2.1 Hitrost valovanja na vrvi

Ivanka Toman, Šolski center Kranj

Kratek opis za učitelje	Dijaki na brnač pritrdijo vrvico in jo napeljejo prek škripca na robu mize. Na drugem koncu obešajo različne uteži in iščejo značilne oblike stoječega valovanja. Izračunajo hitrost valovanja in grafično prikažejo odvisnost hitrosti valovanja od sile, s katero je napeta vrvica.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • pojasnijo nastanek stoječega valovanja; • razumejo pojme vozli in hrbti stoječega valovanja; • povežejo količine hitrost c, valovno dolžino λ in frekvenco ν; • znajo uporabiti pogoj za lastno nihanje strune; • povežejo hitrost valovanja na vrvi s silo, s katero je vrv napeta.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki eksperimentalno spoznajo zvezo med hitrostjo valovanja in silo, s katero je vrv napeta. Na odvisnost sklepajo na podlagi grafa, na višjem nivoju izvedejo tudi linearizacijo.				
Priporočilo za izvedbo	Delo dijakov v parih, pri čemer opravijo meritve, narišejo grafe in odgovarjajo na vprašanja.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Slika 1: Stoječe valovanje na vrvi (foto: V. Brezar).

Učni list za dijake

Hitrost valovanja na vrvi

OSNOVNA NALOGA

Namen vaje

Dijaki uporabljajo malo napetostni izvir, ugotavljajo odvisnost med fizikalnimi količinami, na podlagi grafa sklepajo o odvisnosti med količinami.

Potrebna oprema: brnač, napetostni izvir (U = 6 V, ~), vrvica (1m), škripec, mizna prižema (2 kosa), majhne uteži (5 × 10 g), vezne žice.

Priprava na vajo

Na začetku vrvi je izvor transverzalnega valovanja. Valovanje, ki se s hitrostjo c širi po vrvi, se na koncu vrvi odbije in se nato vrača k izvoru. Z interferenco prihajajočega in odbitega valovanja nastane valovanje, pri katerem vsak delec vrvi niha pod vplivom obeh valovanj. Pri nekaterih frekvencah izvora se zdi, da valovanje na vrvi miruje, zato ga imenujemo stoječe valovanje.

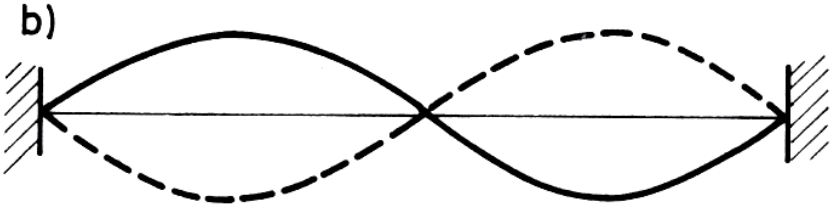
Najmanjšo frekvenco, pri kateri se to zgodi, označimo z v_0 in jo imenujemo osnovna lastna frekvenca. Pri tem nihanju sta vozla na koncih vpete vrvi, na sredini pa hrbet stoječega valovanja.

a)

$$v_0 = \frac{c}{2b}$$

Stoječe valovanje spet dobimo pri frekvenci v_1, pri kateri se pojavi še en vozel na sredini vrvi.

b)



$$v_1 = \frac{c}{b} = 2v_0$$

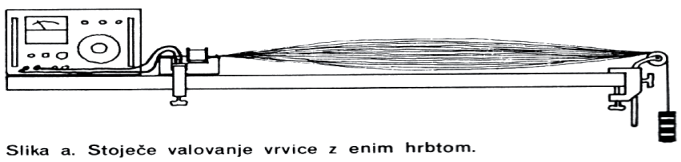
Naloga

Določite hitrost transverzalnega valovanja na vrvi.

Narišite graf, ki kaže odvisnost hitrosti valovanja od sile, s katero je vrvica napeta.

Potek dela:

1. Sestavite potrebščine, kot prikazuje slika.



Slika a. Stoječe valovanje vrvice z enim hrbtom.

2. Priključite brnač na napetostni izvir. Na drugi konec vrvice obesite vse uteži.
3. Vklopite brnač. Vzmet brnača niha s frekvenco 50 Hz. S premikanjem brnača spreminjajte dolžino vrvice, dokler ne dobite stoječega valovanja z vozloma na obeh konceh in z enim samim hrbtom. Izmerite razdaljo med sosednjima vozloma pri dani obremenitvi vrvice.
4. Z vrvice snemite eno utež in s premikanjem brnača poiščete stoječe valovanje z enim hrbtom pri tej obremenitvi.
5. Postopek ponavljate do zadnje uteži. Meritve vpišite v preglednico.
6. Izračunajte hitrost valovanja na vrvi za vsako obremenitev.
7. Narišite graf, ki kaže odvisnost hitrosti valovanja od sile, s katero je napeta vrvica.

*** DODATNA NALOGA**

S postopkom linearizacije ugotovite, kakšna je odvisnost hitrosti valovanja od sile, s katero je napeta vrv.

Vprašanja

Od česa je odvisna hitrost transverzalnega valovanja na vrvi?

*Kakšna je ta odvisnost?

Priporočila za učitelje

Hitrost valovanja na vrvi

Vaja je namenjena seznanjanju s temeljnimi pojmi valovanja: hitrost in frekvenca valovanja, valovna dolžina. Po odboju valovanja na koncu vrvi se vpadni in odbiti val srečata in interferirata. Dijake opozorimo, da le pri določenih frekvencah nastane stoječe valovanje. Pri vaji spreminjajo obtežitev vrvi in s premikanjem brnača poiščejo osnovno frekvenco. Razjasnijo pojme vozli in hrbti stoječega valovanja. Razdalja med sosednjima vozloma je polovica valovne dolžine.

Vaja je primerna za delo v dvojicah in traja eno šolsko uro.

Linearizacija grafa je zahtevnejša vsebina in jo izvedejo le uspešnejši dijaki.

3.2.2 Lom valovanja

Miran Tratnik, Gimnazija Nova Gorica

Kratek opis za učitelje	Dejavnosti sta primerni za pouk zunaj učilnice, lahko tudi v šoli v naravi ipd. Obravnavanje loma lahko začnemo z opisano dejavnostjo in se nato preselimo v učilnico ali se iz učilnice preselimo na šolsko dvorišče in tam nadaljujemo pouk. Namesto da bi pri hoji dijaki držali v roki vrv, se lahko primejo za roke.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • se prepričajo, da se valovanje lomi pri prehodu v sredstvo, v katerem se širi z drugačno hitrostjo; • se prepričajo, da se valovna dolžina spremeni pri prehodu valovanja v sredstvo, v katerem se širi z drugačno hitrostjo; • spoznajo lomni zakon; • spoznajo nekaj posledic loma valovanja.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki lahko v naprej napovejo, kaj bodo opazili in kakšen bo izid poskusa.				
Priporočilo za izvedbo	Hojo ob vrvi je priporočljivo izvesti pred obravnavo loma. Tako bodo dijaki lažje razumeli, zakaj se valovanje lomi.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	lahka	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc),			

Slika 1: Lomni zakon lahko izpeljemo tudi z risanjem na steno ali na tla (foto: L. Györfi).

Dejavnosti sta primerni za pouk zunaj učilnice, lahko tudi v šoli v naravi ipd. Obravnavanje loma lahko začnemo z opisano dejavnostjo in se nato preselimo v učilnico ali se iz učilnice preselimo na šolsko dvorišče in tam nadaljujemo pouk.

Da je vzrok za lom valov spremenjena hitrost v novem sredstvu, pokažemo s poskusom z vrvjo. Dijaki se postavijo v ravno vrsto in v roke primejo vrv, ki predstavlja val (sliki 2 in 3). Dijaki začnejo vsi hkrati hoditi poševno glede na neko mejo. Ko pridejo prek meje, ne hodijo več ped za pedjo pač pa z normalnimi koraki. Ko je pol dijakov čez mejo se vsi ustavijo. Sledi razgovor o vprašanjih, kot so:

1. Zakaj je vrv (valovna črta) zlomljena?
2. Kako vemo, da se frekvenca s povečanjem hitrosti hoje ni spremenila? (Dijaki so korakali s stalnim ritmom na učiteljevo štetje.)

Slika 2 in 3: Dijaki držijo v roki vrv, ki predstavlja val. Ker začnejo dijaki ob prehodu čez mejo hoditi hitreje, je vrv na meji zlomljena (foto: L. Györfi).

Pri drugi dejavnosti poskušajo dijaki s palico od strani zadeti kovinsko ribo v približno 60 cm globoki vodi (sliki 4 in 5). Zaradi loma zgrešijo.

Nekaj vprašanj za razpravo:

1. Zakaj vedno udarijo prek ribe in nikdar pod njo?
2. Zakaj je palica v vodi videti zlomljena navzgor?
3. Ali znamo pravilno oceniti globino vode?

Slika 4 in 5: Ko poskušamo od strani zadeti ribo v vodi, udarimo prek nje. Na meji med vodo in zrakom je palica videti zlomljena (foto: L. Györfi).

3.2.3 Valovni pojavi

Peter Gabrovec, Gimnazija Bežigrad

Kratek opis za učitelje	Pri vaji dijaki analizirajo fotografije dveh primerov loma valovanja in primer stoječega valovanja na obešeni verižici. Na podlagi prve fotografije preverijo veljavnost lomnega zakona, ob drugi fotografiji morajo ob fotografiji morskih valov presoditi, za kateri valovni pojav gre. V zahtevnejši tretji nalogi z vprašanji vodimo dijake, da analizirajo stoječe valovanje na viseči verižici in skušajo iz njene oblike sklepati o faktorjih, ki vplivajo na hitrost valovanja na vrvi.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • preverijo zakonitosti loma valovanja in jih uporabijo v avtentični situaciji; • v dodatni nalogi razvijajo sposobnosti analiziranja neznanega pojava in izgradnje ustreznega modela za njegovo razlago.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Vajo izvedejo dijaki z uporabo priloženega delovnega lista.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo po obravnavi valovnih pojavov na vrvi in na vodi.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	ne
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Učni list za dijake

Valovni pojavi

1. NALOGA: Prehod valovanja iz globlje vode v plitvejšo

Slika 1: Valovanje na vodi potuje iz globlje vode na levi v plitvejšo vodo na desni (Vir: http://www.thephysicslaboratory.org/2Waves/Wave_Tank_2.1.html (3. 6. 2013)).

a) Kako se imenuje valovni pojav na sliki?

b) Na sliki z ravnilom nariši valovne črte in žarek, ki se bodo sliki najbolje prilegali.

c) Določi valovno dolžino pred lomom in po njem (slika je v naravni velikosti).

d) Na sliki označi vpadni kot α in lomni kot β in ju izmeri.

e) Iz izmerjenih valovnih dolžin izračunaj, za kolikšen faktor se je spremenila hitrost valovanja. Ali se je povečala ali zmanjšala?

f) Na podlagi doslej izmerjenih in izračunanih podatkov preveri, da velja pri lomu lomni zakon $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}=\frac{c_1}{c_2}$, kjer sta c_1 in c_2 hitrosti valovanja pred lomom in po njem, α in β pa vpadni in lomni kot.

2. NALOGA: Morski valovi ob obali

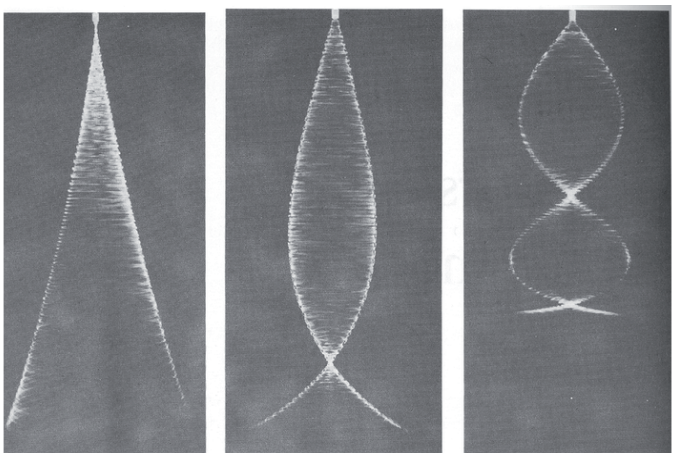
Slika 2: Valovi na vodi, ki potujejo proti obali (Vir: http://www.arcticsurfblog.com/2009/11/isla/ (3. 6. 2013)).

a) Na sliki nariši ustrezne valovne črte in nekaj žarkov valovanja!

b) Kateri valovni pojav vidimo na sliki?

c) Pojav natančneje opiši in ga razloži!

DODATNA NALOGA: Nihanje verige



Slika 3: Različni vzorci na verigi, ki prosto visi. Obesišče verige niha levo – desno. (Vir: http://www.phy.davidson.edu/stuhome/shmeidt/juniorlab/lab1-1d%20coupled%20oscillators/theory.htm (3. 6. 2013)).

a) Kateri valovni pojav prikazujejo fotografije?

b) V čem se je moralo razlikovati nihanje zgornjega konca verige, da smo dobili različne vzorce, ki jih prikazujejo slike?

c) Opiši, v čem se prikazani pojav razlikuje od podobnih pojavov, ki smo jih prikazali v šoli!

d) Primerjaj valovno dolžino pri vrhu in pri dnu verige na slikah!

e) Kaj lahko iz ugotovitev v prejšnji točki sklepamo o hitrosti valovanja vzdolž verige?

f) Iz prikazanega pojava lahko sklepamo o tem, kaj vpliva na hitrost valovanja na vrvi. Zapiši svoje ugotovitve!

Priporočila za učitelje

Valovni pojavi

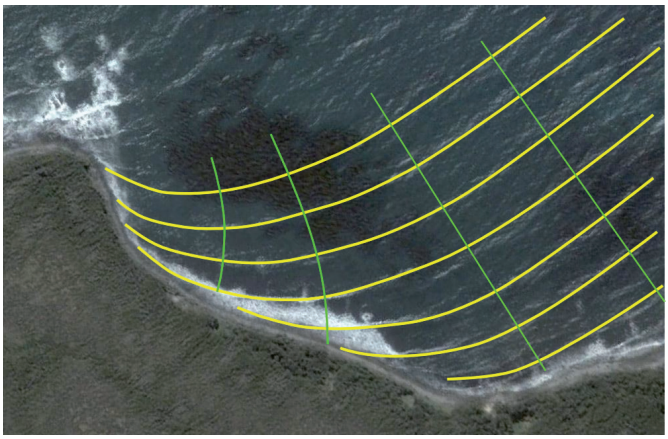
1. NALOGA

Izmerjene vrednosti so približno: $\lambda_1 = 6{,}1$ mm, $\lambda_2 = 4{,}0$ mm, $\alpha = 40°$, $\beta = 23°$.

Pri meritvi valovne dolžine je smotrno meriti 10 valovnih dolžin skupaj, da povečamo natančnost meritve.

2. NALOGA

Na sliki lahko prepoznamo valovne črte, kot so prikazane na sliki z rumeno. Z zeleno so pravokotno na valovne črte narisani žarki valovanja.



Vidimo, da so ob obali valovne črte bliže druga drugi, iz česar lahko sklepamo, da gre za lom valovanja. Oblika obalne črte nas nekoliko navaja tudi na uklon, vendar z njim ne moremo pojasniti očitnega zmanjševanja valovne dolžine. Vidimo, da valovanje v plitvi vodi zavija k obali. V nasprotju s prejšnjim primerom se tu globina spreminja zvezno, zato se tudi smer valovanja stalno spreminja. Kot se dijaki spoznali v prvem primeru, se tudi tu valovanje lomi k pravokotnici na mejo med globljo in plitvejšo vodo, $\beta < \alpha$.

Dodatna naloga

a) Slike prikazujejo stoječe valovanje na viseči verižici.

b) Na levi je frekvenca izvira najmanjša, na srednji večja, desno še večja.

c) Prikaz se od ustaljenega prikaza stoječega valovanja na vrvi razlikuje po tem, da je spodnji konec prost in nastane tam hrbet valovanja.

d) Iz slik vidimo, da je dolžina hrbtov proti spodnjemu koncu verižice vse manjša, torej se tudi valovna dolžina v tej smeri zmanjšuje.

e) Ker nihajo vsi deli verižice z isto frekvenco, lahko sklepamo, da se mora proti dnu zmanjševati hitrost valovanja.

f) Spreminjanje hitrosti valovanja vzdolž verižice pojasnimo z večanjem napetosti verižice proti vrhu. Višji ko je člen, večja je teža členov pod njim in s tem večja sila, s katero ga ti vlečejo.

3.2.4 Določanje valovne dolžine z uklonsko mrežico

Milenko Stiplovšek, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Dijaki izmerijo osvetljenost na sondi z oslabitvami in ojačitvami laserskega curka svetlobe, ki smo ga poslali skozi uklonsko mrežico, v odvisnosti od lege svetlobne sonde. S pomočjo podatkov o razmiku med sosednjima režama mrežice in oddaljenosti premice, po kateri premikamo sondo od uklonske mrežice, lahko iz izmerjenih podatkov izračunajo valovno dolžino laserske svetlobe. **Opozorimo na nevarnost poškodbe oči, če jih zadene svetloba iz laserja!**				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • ponovijo in uporabijo metodo merjenja valovne dolžine svetlobe s pomočjo uklonske mrežice; • oblikujejo in opazujejo grafični prikaz osvetljenosti sonde v odvisnosti od njene lege in iz njega razberejo podatke, potrebne za izračunavanje valovne dolžine; • ocenijo nenatančnost izmerjenih podatkov in izračunanih rezultatov.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo vajo v skupinah z največ štirimi člani. Lahko jo tudi izvajamo kot demonstracijski poskus.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvajamo kot samostojno meritev dijakov po obravnavi uporabe uklonske mrežice za merjenje valovne dolžine svetlobe. Kot demonstracijski poskus jo lahko uporabimo za ilustracijo razlage določanja valovne dolžine svetlobe s pomočjo uklonske mrežice. V tem primeru naredimo nekaj izračunov v šoli, druge naredijo dijaki samostojno doma.				
Čas za izvedbo	2 uri za samostojno delo dijakov, 1 ura kot demonstracijski poskus	**Zahtevnost**	več ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • datoteke programa LoggerPro (cmbl).			

Slika 1: Postavitev opreme pri demonstracijskem poskusu (foto: M. Stiplovšek).

Učni list za dijake

Določanje valovne dolžine z uklonsko mrežico

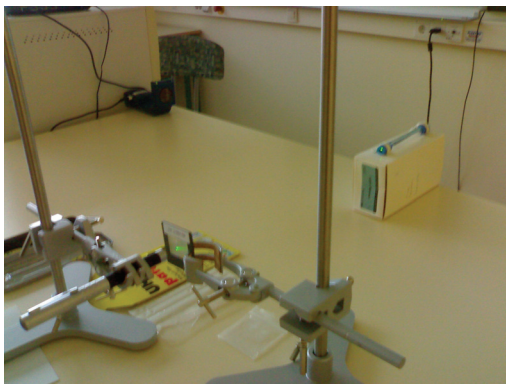
Opozorilo: pri delu z lasersko svetlobo moramo paziti, da curek iz laserja ali odbiti curek ne zadene očesa kogarkoli od prisotnih.

Namen vaje

Dijaki:

- izmerijo in prikažejo količine, potrebne za izračun valovne dolžine laserske svetlobe;
- izračunajo valovno dolžino laserske svetlobe in jo primerjajo s podatki proizvajalca oziroma s podatki iz drugih virov;
- ocenijo nenatančnost izmerjenih podatkov in izračunanih rezultatov.

Potrebna oprema: laser, uklonska mrežica, PC z ustrezno programsko in strojno opremo za merjenje osvetljenosti in lege: Vernierjev vmesnik, senzor za zaznavanje osvetljenosti – Light senzor, UZ-slednik – Motion detector in program LoggerPro, merilnik dolžine – meter, stativni material, povezava s tiskalnikom za izpis rezultatov meritev.



Sliki 2 in 3: Postavitev opreme, primerna za demonstracijski poskus – merjenje lege s slednikom in osvetljenosti s senzorjem za osvetljenost (fotografiji M. Stiplovšek).

NALOGA

Določite valovno dolžino svetlobe, ki jo oddaja laser.

Navodilo

Zapišite število rež uklonske mrežice v 1 mm:

$n =$ .....

Zapišite oddaljenost premice, na kateri merite osvetljenost, od ravnine, v kateri leži uklonska mrežica (premica in ravnina morata biti vzporedni):

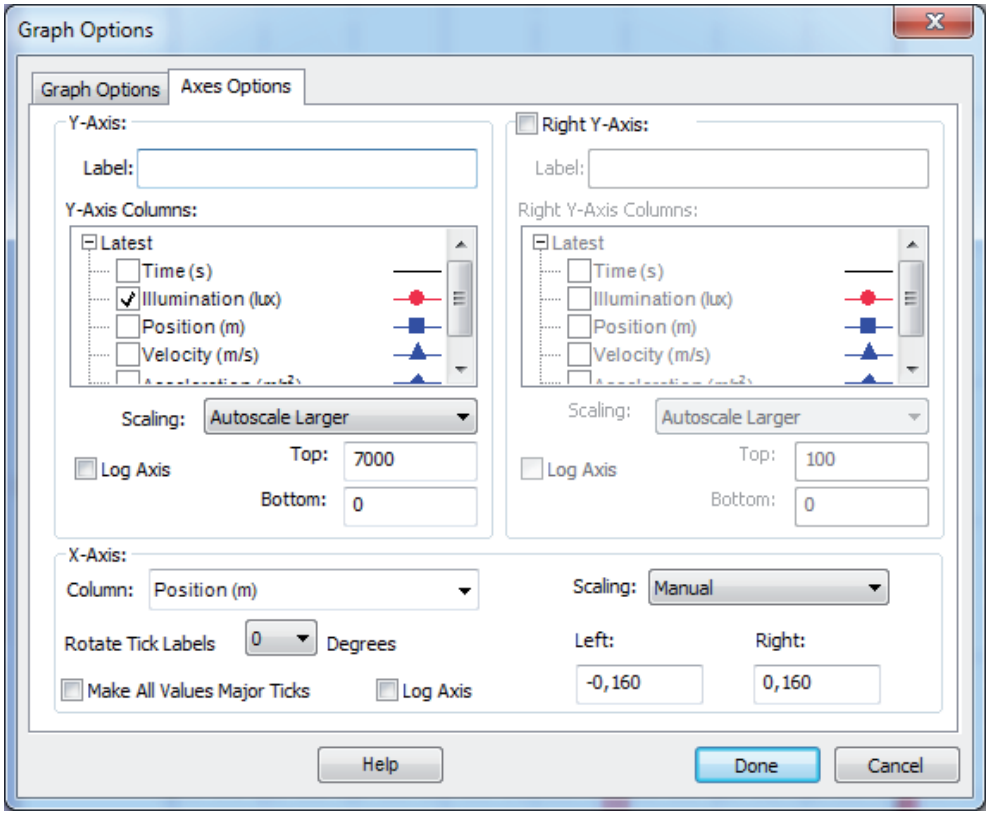
$y =$ ..... $\pm$ .....

Meritev

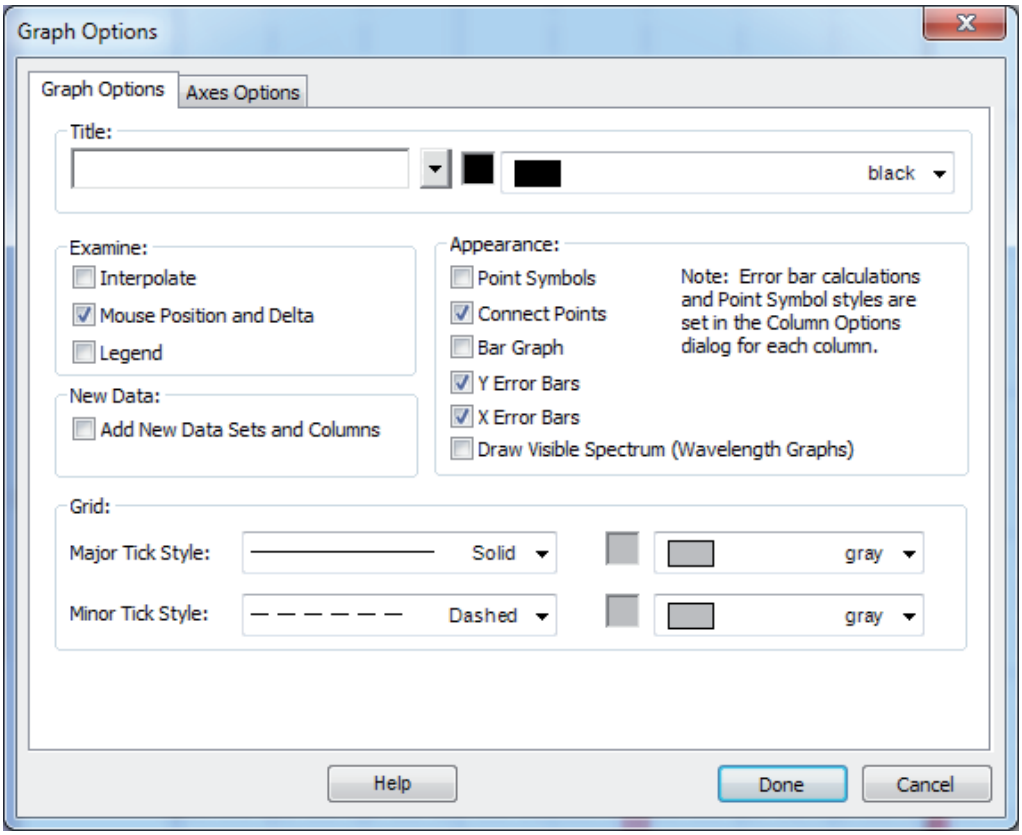
Preverite, ali sta oba senzorja vključena v vmesnik, in poženite program LoggerPro. Preverite, ali pri translatornem gibanju podstavka, na katerem je senzor osvetljenosti, senzor res potuje po premici z ojačitvami. Če ni tako, zasučite uklonsko mrežico tako, da bo ravnina ojačitev in oslabitev vzporedna z ravnino mize, po kateri premikate senzor osvetljenosti. Hkrati mora UZ-slednik zaznavati oddaljenost od podstavka senzorja osvetljenosti. Ko ste poravnali premico, na kateri boste merili ojačitve in oslabitve, s premico, po kateri se bo gibal senzor osvetljenosti, ga postavite tako, da bo zaznaval centralno ojačitev. Za to lego določite tudi ničlo koordinatnega sistema, v katerem dela UZ-slednik. Nato premaknite senzor osvetljenosti proti UZ-sledniku tako, da bo postavljen med ojačitvijo drugega reda in UZ-slednikom. Sprožite začetek meritve in senzor odmikajte od slednika tako, da bo potoval po premici, vzporedni z ravnino uklonske mrežice, in bo zaznaval ojačitve in oslabitve zaradi interference. Poskusite zajeti dve ojačitvi na področju med UZ-slednikom in centralno ojačitvijo in dve ojačitvi, ki sta od slednika oddaljeni več kot centralna ojačitev. Pazite, da ne boste z rokami motili meritve oddaljenosti podstavka senzorja osvetljenosti od UZ-slednika.

Privzete nastavitve izmerijo lego podstavka senzorja v odvisnosti od časa in osvetljenost senzorja v odvisnosti od časa. Obe odvisnosti prikažejo v preglednici in z grafoma. Tisto, kar pa nas zanima, je odvisnost osvetljenosti senzorja od njegove lege.

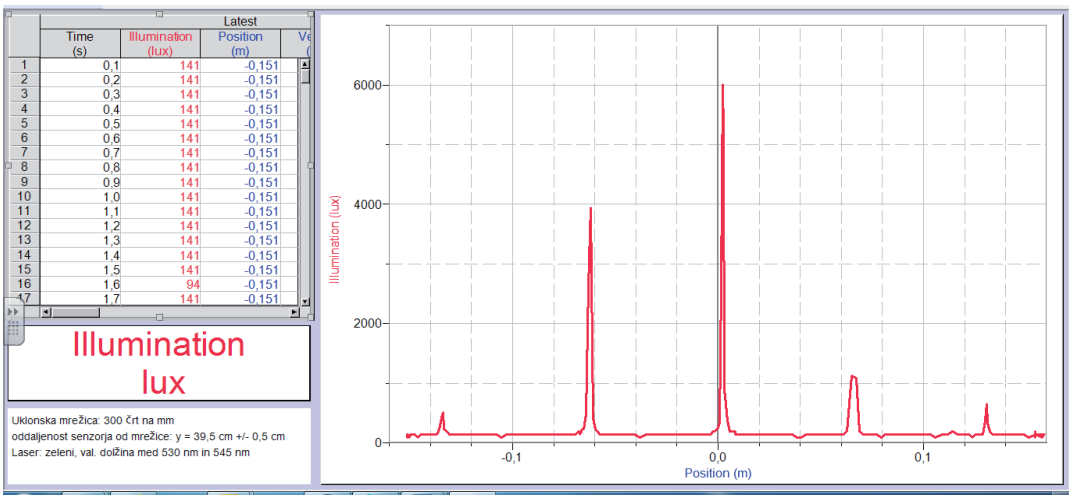
Zbrišite graf lege v odvisnosti od časa. Na grafu osvetljenosti v odvisnosti od časa spremenite vrednost na abscisni osi – X-Axis: od *Time(s)* na *Position(m)*.



Za lažje odčitavanje lege senzorja prikažite tudi dodatne – črtkane – črte v koordinatnem sistemu *(Graph Options/Minor tick Style/Dashed)*, kot lahko vidite na naslednji sliki.



V okvir z besedilom vnesite podatek *n* o uklonski mrežici, oddaljenosti *y* in morda še valovno dolžino za laser, če je znana. Slika na zaslonu bi morala postati podobna spodnji sliki:



Slika 4: Rezultat meritve (ničla osi *x* in največja osvetljenost se včasih ne ujemata). Premislite zakaj.

Pokličite učitelja, da pregleda meritev. Nato jo shranite v skladu z navodili učitelja in natisnite rezultat merjenja.

Izračuni

1. Izračunajte razdaljo d med sosednjima režama uklonske mrežice in jo zapišite.

   Izračun:

   Odgovor: $d =$ .....

2. Za vse izmerjene ojačitve izračunajte valovno dolžino uporabljene svetlobe in jih vpišite v preglednico. Za eno od meritev narišite skico in zapišite celoten račun.

   Preglednica: Skica: Izračun:

Lega za ojačitev x [m]	**Izračunana valovna dolžina λ [nm]**	**Odstopanje od povprečja $\Delta\lambda$ [nm]**

3. Izračunajte povprečno vrednost valovne dolžine, vpišite odstopanja izračunanih valovnih dolžin v preglednico in ocenite absolutno napako meritve.

   Izračun:

   Odgovor: $\lambda =$ ..... $\Delta\lambda =$ .....

***DODATNA NALOGA**

4. Na podlagi nenatančnosti podatkov, uporabljenih za izračun valovne dolžine, računsko določite negotovost izračunane valovne dolžine za eno samo izbrano ojačitev – njeno absolutno in relativno napako.

   Izračuni:

   Odgovor: Absolutna napaka meritve $\Delta\lambda =$ .....

   Relativna napaka meritve $\delta\lambda =$ .....

Priporočila za učitelje

Določanje valovne dolžine z uklonsko mrežico

Cilji iz trenutno veljavnega učnega načrta (šolsko leto 2012/2013):

Vsi cilji iz poglavja Merjenje, fizikalne količine in enote in še

Dijaki:

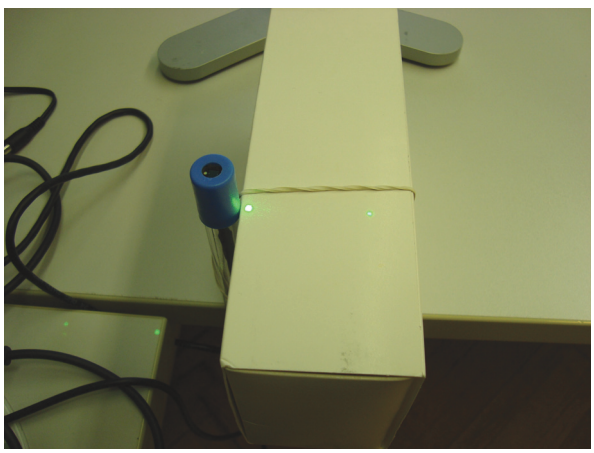
- **16.16 znajo uporabiti enačbo in računsko določijo smeri ojačenih curkov pri interferenci valovanj iz dveh sočasno nihajočih krožnih izvirov;** $\sin\alpha = \frac{N\lambda}{d}$
- **17.9 z uklonsko mrežico izmerijo valovno dolžino svetlobe;**
- razvijajo kompetenco digitalne pismenosti;
- razvijajo matematično kompetenco.

Merjenje valovne dolžine laserske svetlobe s pomočjo uklonske mrežice je gotovo večina učiteljev že izvajala s pomočjo projekcije ojačitev na zaslon – zid in z merjenjem oddaljenosti ojačitev višjih redov od centralne ojačitve z merilnim trakom. Vaja je relativno preprosta za izvedbo in dokaj natančna – rezultati se praviloma ujemajo z znano valovno dolžino na tri mesta! Zakaj bi komplicirali meritev z Vernierjevo opremo in dobili manj natančne rezultate?

Mogoča razloga:

- Vaja ni nadomestilo meritve s pomočjo projekcije na zid in merjenja z merilnim trakom, ampak njeno nadaljevanje – dopolnilo za razlago delovanja spektrometra na uklonsko mrežico.
- Tako dobljene meritve so arhivirane v elektronski obliki in na voljo za poznejše delo – utrjevanje, preverjanje, ocenjevanje s pomočjo realnih in ne izmišljenih podatkov.

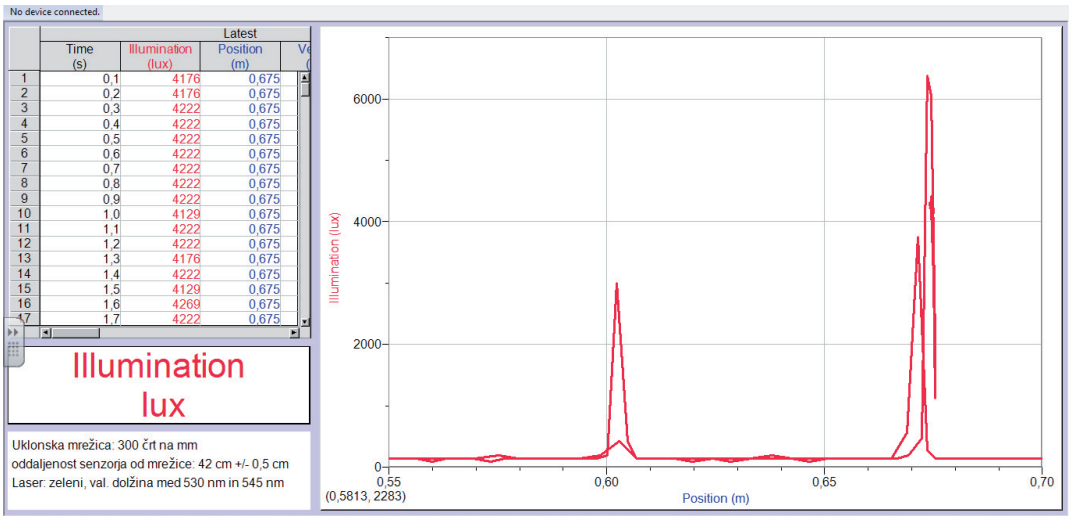
Postavitev na slikah 2 in 3 je primerna predvsem za demonstracijski poskus. Če želimo zmanjšati verjetnost za poškodbo oči, je smiselno usmeriti laser navpično navzdol, kot je prikazano na slikah 5 in 6.



Sliki 5 in 6: Postavitev z laserjem, usmerjenim navpično navzdol – varnejša in primernejša za samostojno delo dijakov (foto: M. Stiplovšek).

Alternativna različica vaje

Namesto da postavimo ničlo osi x v centralno ojačitev, pustimo privzete nastavitve UZ-slednika in »zapeljemo« svetlobni senzor od centralne ojačitve do ojačitve prvega reda prosti sledniku in nazaj. Dobili bomo nekaj podobnega, kot je to, kar prikazuje spodnja slika:



Slika 7: Rezultat alternativne različice

Vidimo, da se lega centralne ojačitve po vračanju vanjo ne pokriva z začetno meritvijo. Negotovost UZ-slednika je v velikosti mm, tako da je razlika leg znotraj te negotovosti razumljiva. Pri ojačitvi prvega reda se legi pokrivata, ni pa nujno, da bo vedno tako.

Navodilo dijakom

Zapišite število rež uklonske mrežice v 1 mm:

$n =$ .....

Zapišite oddaljenost premice, na kateri merite osvetljenost, od ravnine, v kateri leži uklonska mrežica:

$y =$ .....

Izračunajte valovno dolžino svetlobe:

Dodatno vprašanje (o sistematični napaki)

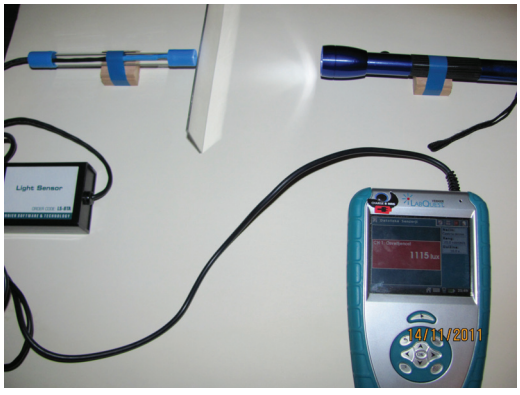
Z UZ-slednikom smo merili lego navpične ploskve podstavka, na katerem je senzor, in ne lege senzorja, ki je dejansko zaznaval svetlobo. Kakšne vrste napako smo s tem naredili in kako bi jo upoštevali pri izračunih?

Odgovor:

3.2.5 Absorpcija svetlobe pri prehodu skozi prozorno snov

Mag. Miroslav Cvahte, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	V maturitetnem katalogu je med predlaganimi vajami tudi vaja Absorpcija svetlobe v tekočini. Ob računalniški merilni opremi, ki jo gimnazije imajo, lahko vajo izvedemo s preprosto dodatno opremo. Vaja izvajamo z vmesnikom LabQuest in senzorjem za merjenje osvetljenosti, namesto vmesnika LabQuest lahko uporabimo vmesnik LabPro s programom LoggerPro. Vaja daje nazorno medpredmetno povezavo z matematiko v povezavi z uporabo eksponentne funkcije $y = A\ exp(-Cx) + B$.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • uporabljajo sodobno računalniško merilno opremo in računalniški program za merjenje, za risanje grafov in analizo podatkov; • rezultate prikažejo s preglednicami in grafi; • razvijajo naravoslovni način mišljenja; • spoznavajo uporabno vrednost matematike pri kvantitativnem opisovanju pojavov v naravi.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo vajo v dvojicah, če pa je na voljo dovolj vmesnikov, lahko delajo tudi individualno.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto lahko izvedemo po predelanem poglavju o svetlobi, dodatne naloge pa šele potem, ko dijaki pri matematiki obravnavajo eksponentno funkcijo $y = A\ exp(-Cx) + B$. Vaja je primerna za maturitetni program.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc),			



Slika 1: Uporabljena oprema (foto: M. Cvahte)

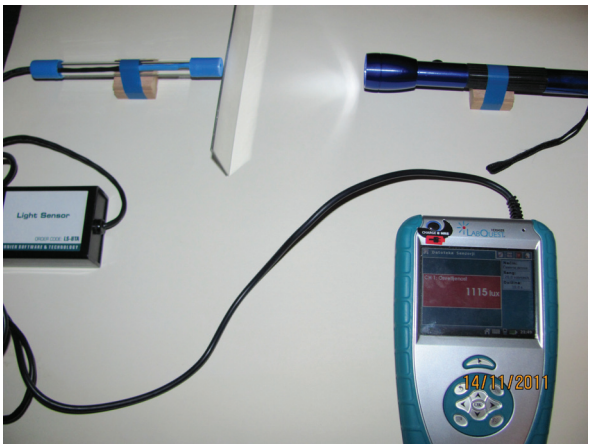
Učni list za dijake

Absorpcija svetlobe pri prehodu skozi prozorno snov

Namen vaje

V maturitetnem katalogu je med predlaganimi vajami tudi vaja Absorpcija svetlobe v tekočini. Ob računalniški merilni opremi, ki jo gimnazije imajo, lahko vajo izvedemo s preprosto dodatno opremo. Vaja daje nazorno medpredmetno povezavo z matematiko o uporabi eksponentne funkcije $y = A\ exp(-Cx) + B$.

Potrebna oprema: vmesnik LabQuest, senzor za merjenje osvetljenosti na stojalu, baterijska svetilka na stojalu, lističi prozorne folije, kljunasto merilo. Namesto z vmesnikom LabQuest lahko vajo izvajamo z vmesnikom LabPro in programom LoggerPro.



OSNOVNA NALOGA

Narišite diagram $j = j\ (x)$, pri čemer je j gostota prepuščenega svetlobnega toka, x pa debelina prozorne snovi, skozi katero prehaja svetloba.

Napotki

Pri merjenju izberite kombiniran način merjenja, pri čemer eno količino meri vmesnik s senzorjem, drugo količino pa merimo brez vmesnika, vrednosti pa v vmesnik vpisujemo ročno. V našem primeru vmesnik meri osvetljenost, ki je približno sorazmerna z gostoto svetlobnega toka j, debelino prozorne snovi pa vnašamo ročno. V angleščini se je za tak kombiniran način merjenja udomačil izraz *Events with entry*, ki ga lahko poslovenimo *meritve z ročnim vnosom ene količine.*

Na vmesniku izberite *Način: Data collection / Events with entry*, vpišete potrebne podatke in začnite meriti (gumb ►). Najprej izmerite osvetljenost brez vmesnih folij in kliknite na modro kolesce v spodnji vrstici zaslona, nato pa vpišite pripadajočo debelino folije 0 mm. Potem postavite pred merilnik nekaj lističev folije, kliknite na modro kolesce in zopet vpišite pripadajočo debelino folije. Meritve napravite vsaj pri petih različnih debelinah folije.

Namig: Za prvo meritev uporabite toliko lističev, da se osvetljenost zmanjša na približno tri četrtine začetne vrednosti. Pri vsaki naslednji meritvi dodajte enako število lističev kot v prvem primeru. Legi baterije in senzorja se med celotno meritvijo ne smeta spremeniti.

Vmesnik vam bo na zaslonu narisal graf *osvetljenost v odvisnosti od debeline folije*. Skozi prikazane točke bo narisal krivuljo. V ta namen izberite *Analiza/Prilagoditev krivulje/Izberi prilagajanje*, pri čemer izberete eksponentno funkcijo $y = A\ exp(-Cx) + B$. Če uporabljate program LoggerPro, ki je v angleščini, izberite ukaze: *Analyze/Curve fit* in izberite eksponentno funkcijo $y = A\ exp(-Cx) + B$.

Računalnik bo narisal graf funkcije, ki se točkam najbolje prilega, izračunal vrednosti koeficientov *A, B* in *C* za funkcijo $y = A\ exp(-Cx) + B$ in koeficiente izpisal ob krivulji na grafu.

Ob koncu vaje ne pozabite shraniti meritev.

*** DODATNE NALOGE**

1. * Določite absorpcijski koeficient folije. Absorpcijski koeficient μ je parameter v enačbi $j = j_o e^{-\mu x}$, pri čemer je j_o gostota svetlobnega toka brez absorpcije, j pa gostota svetlobnega toka, ko svetloba preide skozi folijo z debelino x.
2. ** Poskus bi lahko pripravili tako, da bi bila konstanta *B* zanemarljivo majhna. Kaj v takem primeru v enačbi $osvetljenost = A\ exp(-Cx) + B$ fizikalno predstavlja vrednost *A*?
3. ** Kaj v enačbi $osvetljenost = A\ exp(-Cx) + B$ predstavlja konstanta *B*? Kako bi naredili poskus, da bi bila konstanta *B* približno enaka nič?

Priporočila za učitelje

Absorpcija svetlobe pri prehodu skozi prozorno snov

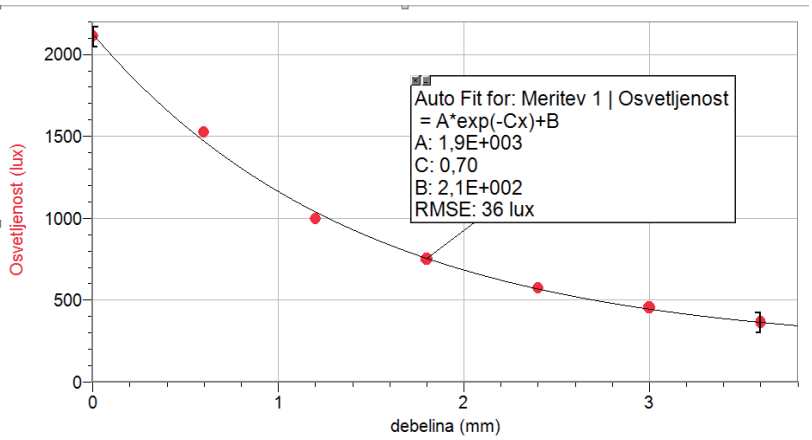
Poskuse bi lahko izvedli z mikroskopskimi stekelci, priročnejše pa so prozorne plastične folije A4, ki jih uporabljajo za prvo stran pri spiralnih vezavah. Narežemo jih na kose 10 cm x 3 cm. S kljunastim merilom lahko izmerimo debelino npr. 20 folij.

Če imamo dovolj močan vir svetlobe, lahko namesto folije uporabimo običajne bele liste papirja.

Če želimo olajšati osnovno nalogo, jim povemo, koliko folij naj dodajo pred vsako meritvijo, npr.: Debelino povečujte tako, da dodajate po tri ali štiri folije. Lahko jim zapišemo tudi podatek za debelino folije.

Rezultat za osnovno nalogo

	Meritev 1	
	debelina (mm)	Osvetljenost (lux)
1	0,0	2111
2	0,6	1524
3	1,2	995
4	1,8	750
5	2,4	572
6	3,0	453
7	3,6	365
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		



3.2.6 Absorpcija elektromagnetnega valovanja

Peter Šlajpah, Gimnazija Želimlje

Kratek opis za učitelje	Z razmeroma preprosto opremo dijaki opazujejo absorpcijo elektromagnetnega valovanja. Svetlobni tok, ki ga snov vsrka, je odvisen od vrste površine. Z absorpcijo se povečuje notranja energija snovi, kar zaznamo s povišanjem temperature. To omogoča tudi merjenje gostote svetlobnega toka s preprostim bolometrom – toplotno izolirano aluminijevo ploščo s počrnjeno obsevalno površino.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • utrdijo pojme: gostota svetlobnega toka, notranja energija, specifična toplota; • se seznanijo z bolometrično metodo merjenja gostote svetlobnega toka; • se zavedajo, da je absorpcija elektromagnetnega valovanja odvisna od vrste (barve) površine; • primerjajo gostoto svetlobnega toka Sonca in umetnih virov svetlobe.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki samostojno rešujejo naloge z učnega lista in v dvojicah izvedejo potrebne meritve.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvajamo kot laboratorijsko vajo, če okoliščine (prostor, vreme) dopuščajo, pa delno tudi kot terensko vajo.				
Čas za izvedbo	1—2 uri	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • datoteka programa LoggerPro (cmbl).			

Slika 1: Situacija med merjenjem (foto: P. Šlajpah).

Učni list za dijake

Absorpcija elektromagnetnega valovanja

Uvodna razlaga

Če neprozorno snov obsevamo z elektromagnetnim valovanjem – svetlobo, se del valovanja odbije, del pa prodre v snov in absorbira. Svetlobni tok, ki ga snov absorbira je odvisen od vrste (barve) površine.

Z absorpcijo se povečuje notranja energija snovi, kar zaznamo s povišanjem temperature.

Velja zveza:

$$\Delta W_n = m \cdot c \cdot \Delta T = P \cdot t = j \cdot S \cdot t$$

Količine, ki nastopajo, so: P – svetlobni tok, j – absorbirana gostota svetlobnega toka, S – obsevana površina, t – čas obsevanja, m – masa telesa, c – specifična toplota (c_{Al} = 880 J/kgK), ΔT– povečanje temperature zaradi obsevanja.

Potek vaje

1. Z grafom $T(t)$ napovejte, kako se bo ob osvetljevanju povečevala temperatura ploščice s črno in kako ploščice s sijajno površino.

2. Izmerite potek temperature črne in sijajne ploščice med obsevanjem z električno svetilko in opravite naloge, opisane v nadaljevanju.

   Pripravite LabQuest in dva termometra. Nastavite 20-minutno merjenje temperature in frekvenco vzorčenja (*Data Collection / Collection …*).

   Dve aluminijevi plošči v stiroporni izolacijski oblogi postavite pod svetilko tako, da bosta enakovredno osvetljeni. Ena plošča ima počrnjeno površino, druga površina je sijajna. Višina svetilke naj bo od 10 do 15 cm. Temperaturo ploščice merite tako, da sondo termometra vstavite v stransko izvrtino. Ko se temperatura po nekaj minutah ustali, odčitate začetno vrednost, prižgete namizno svetilko in aktivirate zajem podatkov.

   Osvetljujete do 15 minut (čas obsevanja). Na zaslonu LabQuesta se v preglednici izpisuje temperatura. Po izklopu svetilke počakate toliko časa, da temperatura doseže najvišjo vrednost, in jo zapišete kot končno temperaturo.

   Pridobite še druge potrebne podatke.

Merilni rezultati

Začetna temperatura (črna): ..... Končna temperatura (črna): .....

Začetna temperatura (sijaj): ..... Končna temperatura (sijaj): .....

Čas obsevanja: .....

Masa ploščice: .....

Površina ploščice: .....

Izračuni

Razlika med začetno in končno temperaturo (ΔT) je merilo spremembe notranje energije. Uporabite zgornje podatke in iz zveze, podane v uvodu, izračunajte absorbirano energijo.

Absorbirana energija črne ploščice: .....

Absorbirana energija sijajne ploščice: .....

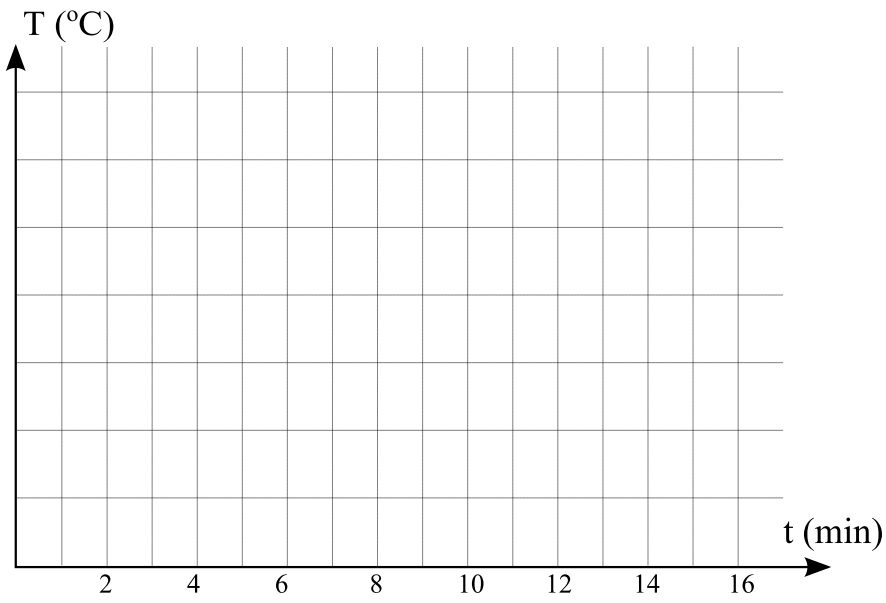
Relativna razlika izražena v odstotkih: .....

Izmerjene podatke za črno ploščo lahko uporabite za izračun gostote svetlobnega toka svetilke. Razmislite o vzrokih za to, da se izračunana vrednost lahko uporabi samo kot ocena ali približek pravi vrednosti.

Gostota svetlobnega toka svetilke: .....

Preglednica in graf *T(t)*

Čas (min)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15
***T* (°C)**														



3. Gostota svetlobnega toka Sonca

Če razmere dopuščajo, s pomočjo črne ploščice izmerite še gostoto svetlobnega toka Sonca. Merjenje opravite na podoben način kot v točki 2. Paziti morate, da žarki padajo pravokotno na površino ploščice.

Začetna temperatura (črna): ..... Končna temperatura (črna): .....

Čas obsevanja: .....

Gostota svetlobnega toka Sonca: .....

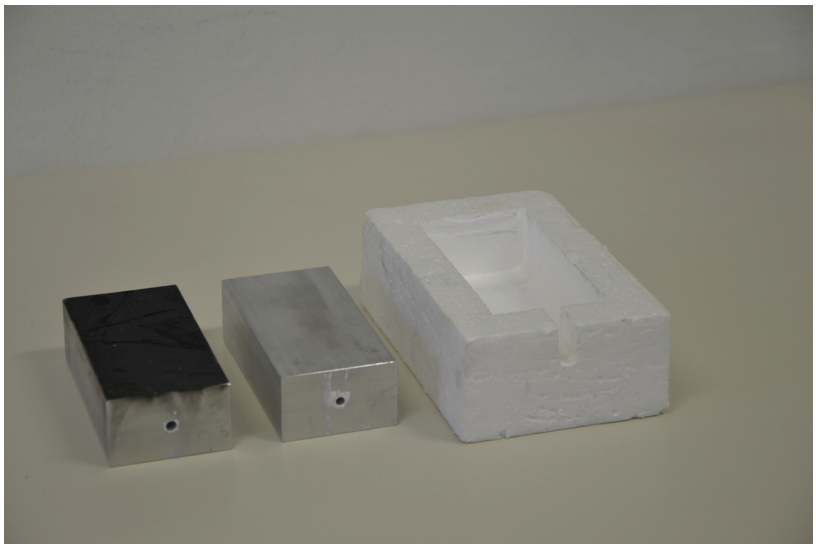
Poiščite podatek o pričakovani gostoti in jo primerjajte z izmerjeno.

Ali pričakujete, da bodo merilni rezultati odvisni od višina sonca, dnevnega časa, letnega časa?

Priporočila za učitelje

Absorpcija elektromagnetnega valovanja

- Uporabljena aluminijeva plošča ima dimenzije (5 x 10 x 3) cm^3 in izvrtino za termometer. Narezana je iz standardne aluminijeve letve. Stiroporno oblogo izrežemo iz 6 cm debele plošče.



Slika 2: Merjenca in stiroporna obloga (foto: P. Šlajpah).

- Površino počrnimo s sajami ali pobarvamo s črno mat barvo. Absorpcija površine s sajami je bistveno boljša. Lahko površine prevlečemo tudi z drugačnimi premazi in opazujemo razlike v absorpciji.
- Svetilka je reflektorska z močjo 40 W.
- Vajo lahko razširimo z nalogo o vplivu obsevalnega kota na absorbirano energijo.
- Pozorni dijaki opazijo nelinearnost naraščanja temperature in znajo tudi razložiti vzroke zanjo.
- Pri ugodnih vremenskih razmerah je bila izmerjena gostota svetlobnega toka Sonca okrog 800 W/m^2.
- Konica termometra naj bo zaradi dobrega termospoja prevlečena s termoprevodno pasto.
- Vajo lahko izvajamo tudi s klasičnim termometrom in štoparico.

Literatura in viri

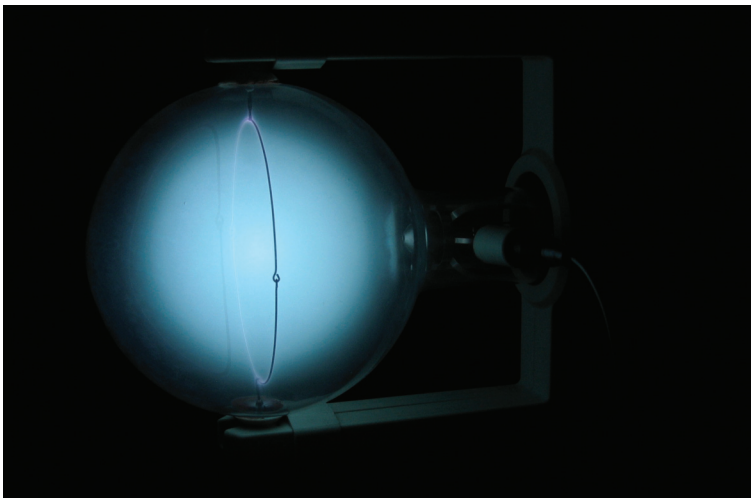
1 *Hribar, M. in sod. (2000). Elektrika, svetloba in snov – fizika za 3. in 4. letnik srednjih šol. Ljubljana: Modrijan.*

3.3 Moderna fizika

3.3.1 Vzbujena stanja helijevega atoma in spekter svetlobe, ki jo oddaja helij, ko po njem teče električni tok

Samo Božič, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Z uporabo računalniške tehnologije pri pouku fizike je relativno preprosto obuditi starejše »klasične« eksperimente, ki so zaradi časovne potratnosti oziroma pomanjkanja opreme izginili iz repertoarja. V gradivu je predstavljen primer merjenja toka skozi obročasto elektrodo v buči, v kateri je helij pri znižanem tlaku, v odvisnosti od pospeševalne napetosti. S poskusom prikažemo spremembe notranje energije atomov helija pri trkih z elektroni in posredno njihova diskretna energijska stanja. Opazovanje diskretnih energijskih stanj povežemo z opazovanjem emisijskih spektrov helija tako, da priključimo na visoko napetost kar helijevo bučo z obročasto elektrodo in opazujemo spekter nastale svetlobe, ki jo oddaja helij, ko po njem teče električni tok.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • ponovijo Ohmov zakon; • pojasnijo vezavo ampermetra in voltmetra v električnem krogu; • znajo izmeriti tok in napetost v preprostih električnih krogih; • opazujejo spekter svetlobe, ki jo sevajo atomi v plinu; • pojasnijo vzbujanje atomov s trki; • kvalitativno pojasnijo nastanek črtastih emisijskih spektrov v plinih; • opišejo lestvico energijskih stanj atoma.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Samostojno reševanje delovnega lista ob demonstracijskih poskusih. Mogoče je tudi pripraviti laboratorijsko vajo za maturante.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že znajo pojasniti nastanek črtastih emisijskih in absorpcijskih spektrov v plinih.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc),			



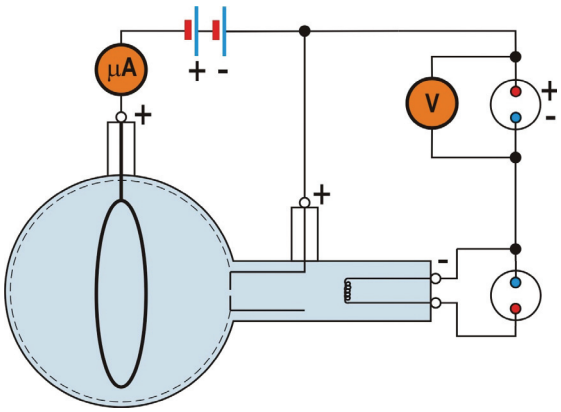
Slika 1: Svetloba, ki jo seva helij, ko po njem teče električni tok (foto: S. Božič).

Učni list za dijake

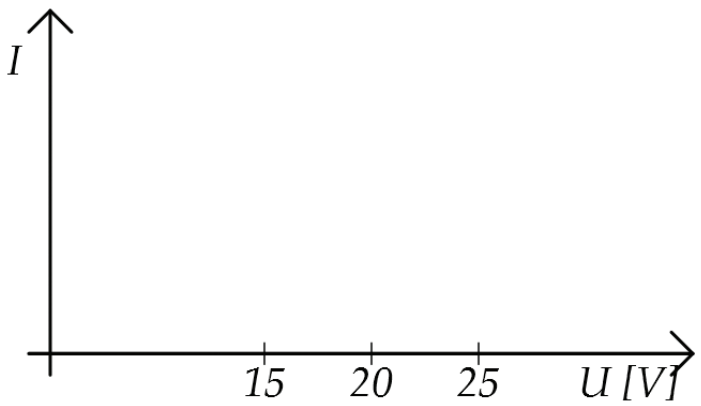
Energija atomov

Zapišite razliko med prožnim in neprožnim trkom.

Pogledali bomo poskus z bučo z obročasto elektrodo, v kateri je helij pri znižanem tlaku. S tem poskusom bomo skušali ugotoviti, ali so trki elektronov z atomi helija prožni ali neprožni.

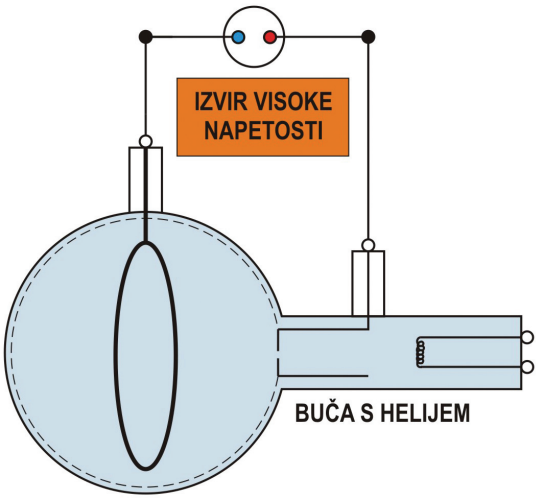


Pri poskusu merimo tok na obročasto elektrodo v odvisnosti od pospeševalne napetosti. Skicirajte obliko grafa *I(U)* in z besedami opišite, kako se tok spreminja v odvisnosti od pospeševalne napetosti.



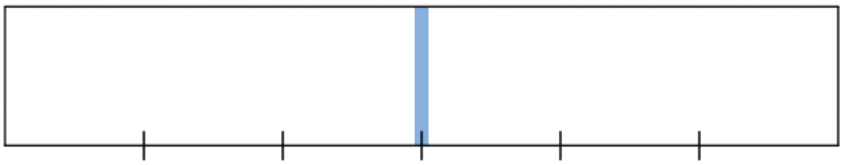
Zapišite, kako rezultate poskusa pojasnimo s prožnimi in neprožnimi trki elektronov z atomi helija?

V nadaljevanju priključimo bučo na vir visoke napetosti. Zapišite ugotovitev.

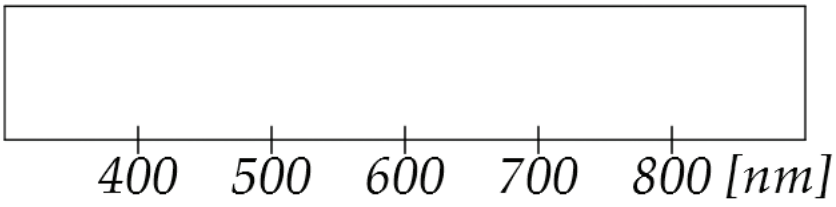


Bučo pokrijemo s kartonasto škatlo z režo. Svetlobo analizirajte z uklonsko mrežico.

- Skicirajte emisijski spekter.
- Katere barve so v spektru?



Svetlobo analizirajte še s spektrometrom. Nariši spekter in zapiši valovne dolžine ob barve.



Priporočila za učitelje

Energija atomov

V učnem načrtu je priporočilo, da naj učitelji pouk fizike dopolnijo in popestrijo z uporabo računalniške tehnologije. V paleti uporabe IKT pri pouku fizike je tudi obuditev starejših »klasičnih« eksperimentov, ki so zaradi časovne potratnosti oziroma pomanjkanja opreme izginili iz repertoarja.

Eden takih je poskus s Teltronovo bučo s helijem z obročasto elektrodo (TEL 4533). Nekatere šole imajo bučo še v svojih zbirkah, včasih pa jo je imela skoraj vsaka šola. Pri poskusu opazujemo spremembe notranje energije atomov helija pri trkih z elektroni. Z njim pokažemo, da atom ne more imeti poljubne notranje energije, saj lahko od elektrona sprejme samo izbrane obroke energije. V kombinaciji z opazovanjem spektrov svetlobe, ki jih oddajajo plini, ko po njih teče električni tok, dijaki spoznavajo mikroskopsko sliko narave.

Ob predpostavki, da ima učitelj na voljo delujočo bučo na šoli, bi pri izvedbi poskusa lahko imeli težave:

- Če merimo tok in napetost klasično (z VM in AM), se nam lahko zgodi, da meritev poteka preveč časa in s tem upade pozornost in motivacija dijakov.
- Poskus bi načeloma lahko izvajali učenci sami v okviru laboratorijskih vaj, vendar zaradi občutljivosti buče s helijem učitelji največkrat merjenja ne zaupajo dijakom.
- V navodilih za izvedbo je eden izmed pripomočkov X-Y pisalnik, ki ga na šolah nimajo.

Leta 2011 so gimnazije dopolnile svojo zbirko opreme za računalniško zajemanje meritev. Lahko rečemo, da je »Vernierjeva oprema« danes standardna oprema na vsaki gimnaziji.

I. Vzbujena stanja helijevega atoma s Teltronovo bučo

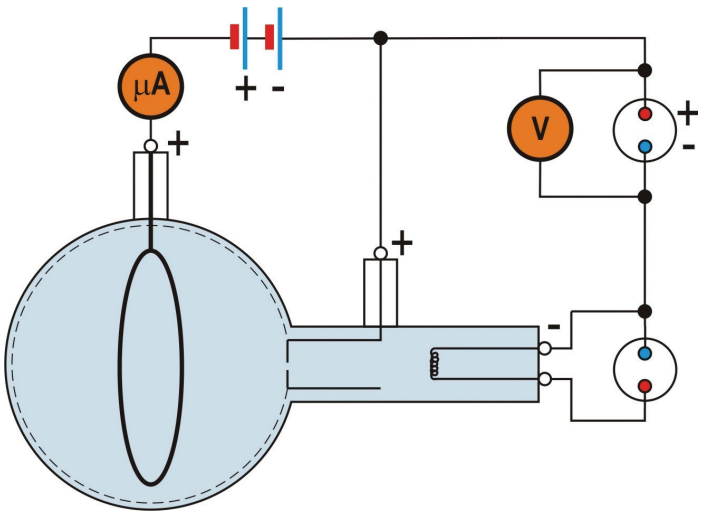
Z računalniškim zajemanjem meritev opravimo meritev karakteristike *I(U)* v manj kot minuti, kar omogoča več časa za razlago vezave dveh napetostnih sond in samega pojava. Pri izvedbi poskusa moramo biti pozorni na:

- Delovno območje senzorjev električne napetosti je od –10 V do 10 V. Anodno napetost na buči povečujemo od 0 V do 30 V. Ključni dogodki pri poskusu se zgodijo na intervalu od 20 V do 25 V.
- Izmeriti želimo zelo majhen tok. Vernierjevi merilniki toka, ki so si jih šole dokupovale v opremljanju leta 2011, za merjenje tako majhnih tokov niso primerni. Za merjenje toka uporabimo napetostno sondo, ki je v opremi na vsaki šoli.
- Ob uporabi dveh senzorjev električne napetosti je treba poskrbeti za skupno ozemljitev.

Potrebščine:

1. buča s helijem z obročasto elektrodo (TEL 4533)
2. stojalo za elektronske buče (TEL 501)
3. napetostni izvir ŠMI 03 ($U = 30$ V)
4. baterija

5. trije uporniki (R_1 = 100 kΩ) in upornik (R_2 = 1 MΩ)
6. dva analogna senzorja električne napetosti
7. Vernierjev vmesnik LabPro ali vmesnik LabQuest
8. računalnik z nameščeno programsko opremo LoggerPro



Slika 2: Shema poskusa, pri katerem opazujemo trke elektronov z atomi helija (priredil S. Božič po Hribar, M. et al. (2005). Elektrika, svetloba in snov: Fizika za 3. in 4. letnik srednjih šol – 5. izd., Ljubljana: Modrijan).

Razlaga

V buči, ki jo kaže slika 1, je helij z majhnim tlakom. Vanj je usmerjen ozek curek elektronov. Curek poteka po osi obročaste zbiralne elektrode, ki je prek baterije vezana z anodo. Tako je potencial obročaste elektrode nekaj višji od potenciala anode. Elektroda zato s svojim električnim poljem polovi elektrone, ki se jim ob trkih z atomi zmanjša hitrost in se odklonijo iz curka. Bolj ko se je zaradi izgube kinetične energije pri vzbujanju helijev atomov elektronom zmanjšala hitrost, lažje jih obročasta elektroda polovi. Več elektronov ujame v enoti časa, večji je električni tok. Preostali elektroni zadenejo ob steno buče, ki je premazana s prevodno snovjo in priključena na anodo.

1. Merjenje anodne napetosti – delilnik napetosti

Napetost med žičko in anodo večamo na intervalu od 0 V do 30 V, merilno območje senzorja električne napetosti pa je na intervalu od –10 V do 10 V. Pri merjenju je treba biti pazljiv, da ne prekoračimo merilnega območja napetostne sonde. Težavo rešimo s pripravo preprostega delilnika napetosti. Zaporedno vežemo tri enake upornike (npr. upornike po 100 kΩ) in s sondo merimo napetost na enem izmed njih.

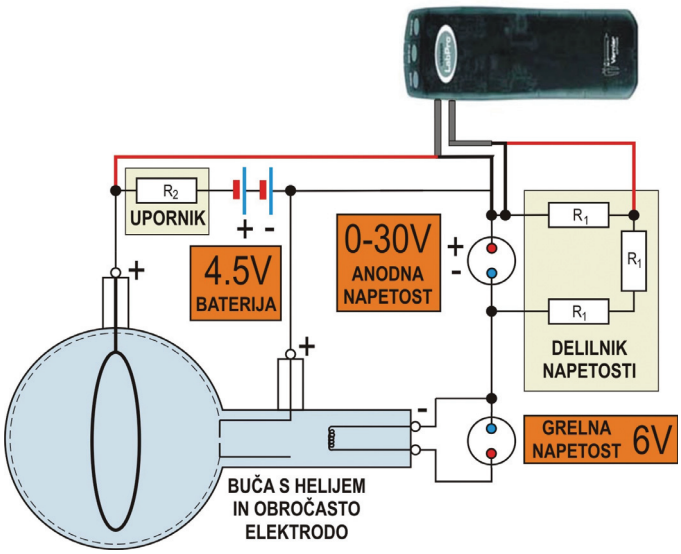
2. Merjenje toka na obročasto elektrodo – Ohmov zakon

Ker želimo izmeriti tok posredno z napetostno sondo (vse šole so v vsakem kompletu poleg vmesnika dobile senzorje električne napetosti), rešimo težavo tako, da v električni krog zaporedno vežemo upornik. Električna napetost na njem je soraz-

merna električnemu toku, ki ga želimo izmeriti. Zaradi občutljivosti napetostne sonde in preprostega preračunavanja je najprimernejši za vezavo kar upornik z upornostjo 1 MΩ.

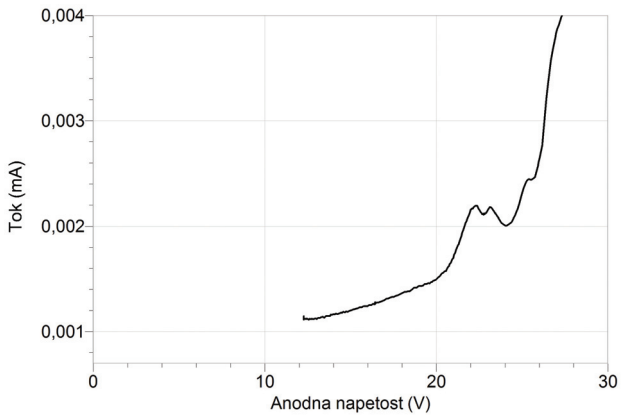
3. Skupna ozemljitev senzorjev

Ker uporabimo dva senzorja električne napetosti, je treba biti pozoren na skupno ozemljitev. V navodilih preberemo, da morata biti črna priključka vedno vezana skupaj na enakem potencialu. Shema vezja je na sliki 2.

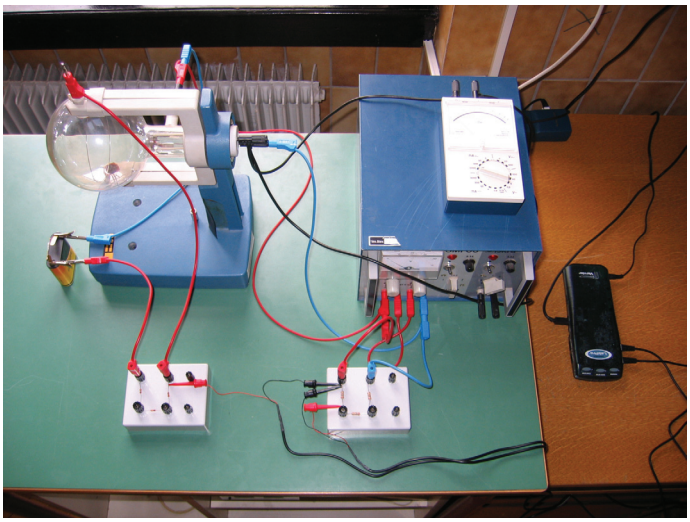


Slika 3: Shema vezave vmesnika in senzorjev električne napetosti (priredil S. Božič po Hribar, M. et al. (2005). Elektrika, svetloba in snov: fizika za 3. in 4. letnik srednjih šol – 5. izd., Ljubljana: Modrijan).

Slika 3 kaže tok, ki ga izmerimo, ko počasi spreminjamo pospeševalno napetost na anodi. Do napetosti okrog 20 V se tok počasi povečuje. Nato na intervalu do 25 V opazimo izrazita povečanja in zmanjšanja toka. Okrog napetosti 25 V pa se tok še zadnjikrat močno poveča in se ne zmanjša več. Pojav razložimo s trki med elektroni in atomi helija ter z energijskimi stanji v atomu.



Slika 4: Graf odvisnosti toka na obročasto elektrodo v odvisnosti od anodne napetosti



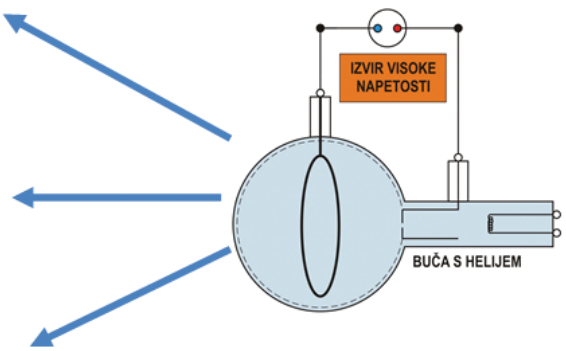
Slika 5: Fotografija poskusa. Z analognim ampermetrom nadzorujemo tok skozi grelno žičko v buči (upornik R2 na shemi je na fotografiji sestavljen iz treh zaporedno vezanih upornikov) (foto: S. Božič).

II. Svetloba, ki jo oddajajo vzbujeni atomi helija

Potrebščine:

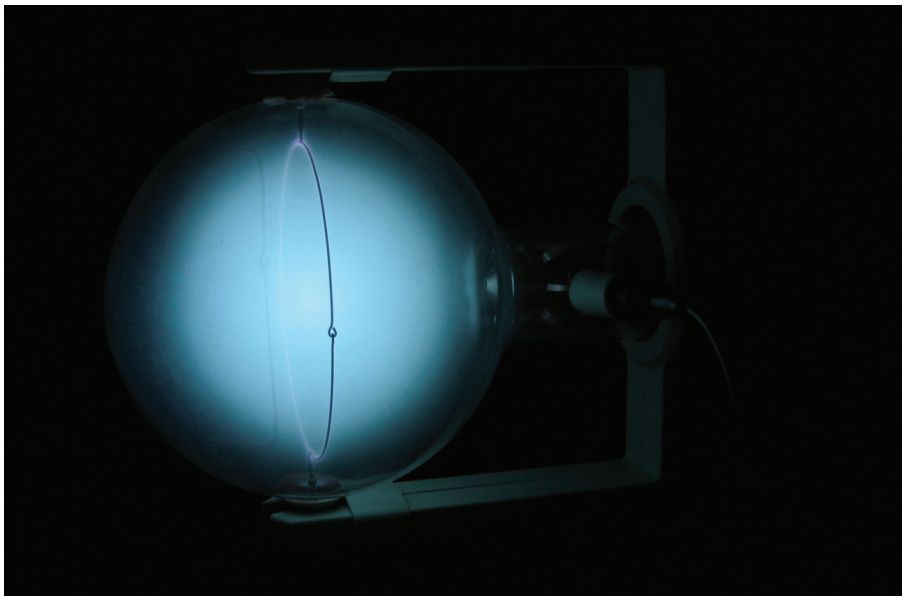
1. buča s helijem z obročasto elektrodo (TEL 4533)
2. stojalo za elektronske buče (TEL 501)
3. visokonapetostni izvir ŠVI (U = 7500 V)
4. Vernierjev spektrometer SpectroVis Plus (SVIS-PL)
5. SpectroVis optični kabel (SVIS-FIBER)

Emisijske spektre plinov opazujemo največkrat v ločenih bučkah s plini, ki jih priključimo na visoko napetost. Če hočemo doseči povezovalni učinek med merjenjem toka skozi obročasto elektrodo v odvisnosti od pospeševalne napetosti *I(U)* in opazovanjem emisijskih spektrov plinov, priključimo na visoko napetost kar bučo z obročasto elektrodo. Dijaki težko povežejo, da so pojavi sorodni.



Slika 6: Shema vezave izvira visoke napetosti na bučko

Buča zažari. Intenziteta svetlobe je majhna, zato je treba poskus opraviti v zatemnjenem prostoru.



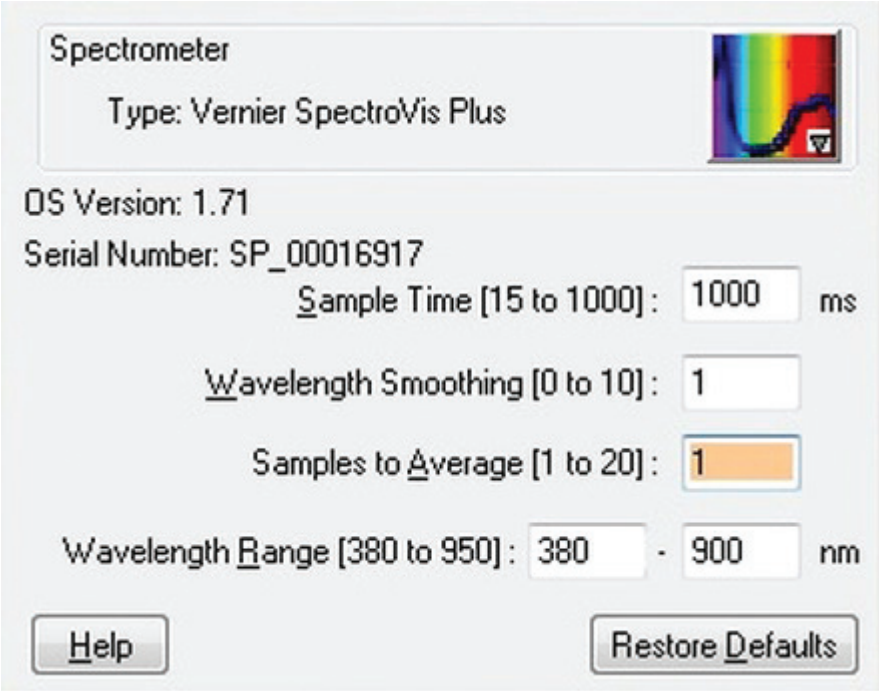
Slika 7: Fotografija buče s helijem, po katerem teče električni tok (foto: S. Božič).

Dijaki najhitreje opazujejo lastnosti spektrov tako, da izsevano svetlobo pogledajo skozi uklonsko mrežico. V tem primeru je svetloba šibka in buča relativno velika, zato bučo pokrijemo s kartonasto škatlo, v kateri naredimo manjšo režo. Skozi njo nato opazujemo svetlobo z uklonsko mrežico.

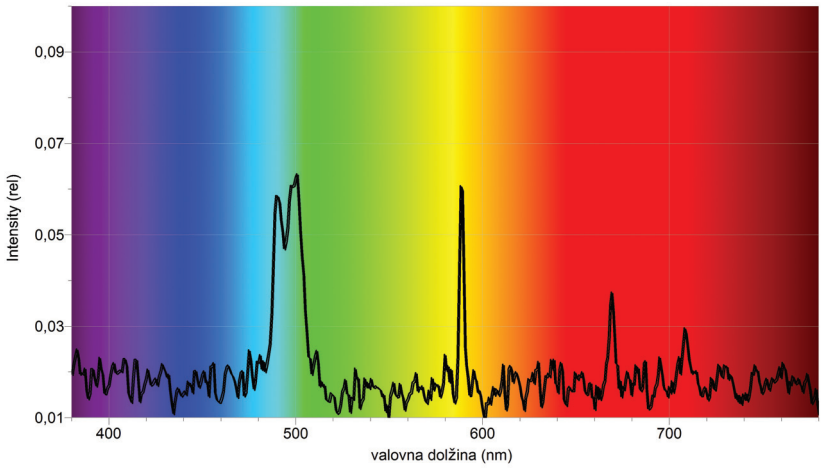
Svetlobo lahko analiziramo tudi s spektrometrom. Približno polovica šol je v opremljanju leta 2011 za enega izmed merilnikov izbrala tudi spektrometer SpectroVis Plus. Za opazovanje emisijskih spektrov je treba dokupiti še optični kabel SpectroVis.

Priprava spektrometra za merjenje emisijskih spektrov

- Spektrometer prek USB priključite na računalnik in odprite program Logger-Pro. Spektrometer je tovarniško nastavljen tako, da meri absorpcijo.
- Priključite optični kabel SpectroVis na spektrometer.
- V meniju *Experiment* z izbiro *Change Units* ▶ *Spectrometer: 1* ▶ *Intensity* spremenite v način merjenja intenzitete svetlobe.
- Nastavite primeren čas zajemanja podatkov. Ker je izsevana svetloba iz buče s helijem šibka, je treba parameter *Sample time* nastaviti na največjo vrednost, kot kaže slika 7.
- Pritisnite gumb *Collect* za začetek zajemanja meritev.



Slika 8: Parameter Sample time nastavite na največjo vrednost



Slika 9: Spekter izsevane svetlobe helija v buči z obročasto elektrodo

Predlog učne ure

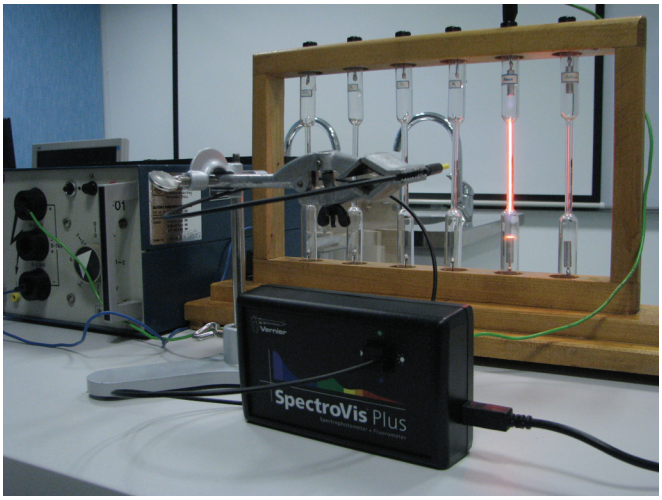
1. Začnemo z merjenjem karakteristike *I(U)*.
2. Rezultate pojasnimo s trki elektronov v atome helija, povežemo zmanjševanje kinetične energije elektronov in energijske nivoje v atomih helija.
3. Bučo priključimo na visoko napetost.
4. Svetlobo, ki jo oddaja helij, po katerem teče električni tok, pogledamo skozi uklonsko mrežico in opazujemo črtast emisijski spekter.
5. Spekter analiziramo s spektrometrom.

6. Oba pojava povežemo. Frekvenca izsevane svetlobe je sorazmerna zmanjšanju energije helijevega atoma.

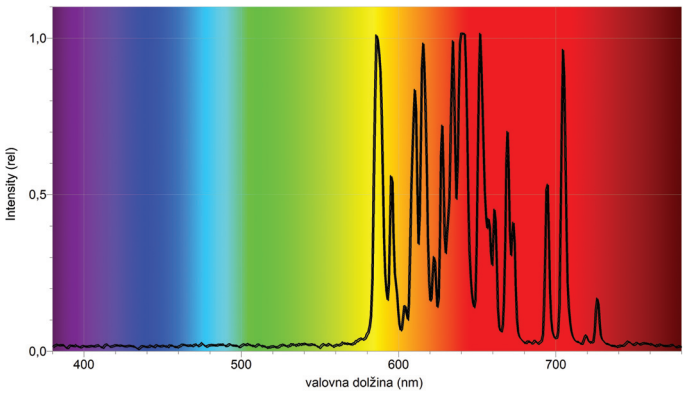
$$e\Delta U = E_{kon} - E_{zac} = E_f = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

III. Dodatek

S spektrometrom lahko izmerimo spektre različnih svetil. Pri obravnavi črtastih emisijskih spektrov največkrat opazujemo spektre plinov v ozkih bučkah, ki jih priključimo na visoko napetost.



Slika 10: Pripomočki za opazovanje črtastih emisijskih spektrov plinov (foto: S. Božič)



Slika 11: Spekter izsevane svetlobe neona

Literatura in viri

1 *Hribar, M. et al. (2005). Elektrika, svetloba in snov: Fizika za 3. in 4. letnik srednjih šol – 5. izd. Ljubljana: Modrijan.*

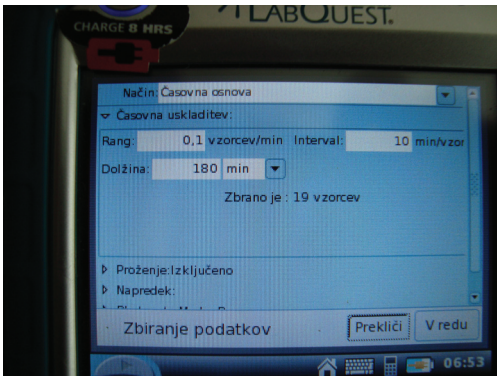
2 *Planinšič, G. (2010). Didaktika fizike – aktivno učenje fizike ob poskusih; Mehanika in termodinamika. Ljubljana: DMFA – založništvo.*

3 *Strnad, J. (2004). Mala fizika 2, elektrika, nihanje, valovanje, optika, posebna teorija relativnosti, kvantna mehanika. Ljubljana: DZS.*

3.3.2 Sevanje ozadja, razpolovni čas in aktivnost vzorca

Mag. Mirijam Pirc, Šolski center Nova Gorica

Kratek opis za učitelje	Dijaki merijo sevanje ozadja in razpolovni čas, začetno aktivnost radioaktivnega vzorca pa izračunajo iz konstant, ki jih dobijo iz prilagoditvene krivulje. Vaja ima dodano vrednost, če dijaki opravijo meritve doma, kjer lahko ugotavljajo, koliko je domače okolje izpostavljeno naravni radioaktivnosti.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • uporabijo enačbi za radioaktivni razpad in aktivnost; • pojasnijo pomen razpolovnega časa in razpadne konstante.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki uporabijo merilnik sevanja in vmesnik LabQuest za sevanje ozadja in merjenje sunkov iz radioaktivne vatne blazinice ter izračunajo razpolovni čas in ocenijo aktivnost vzorca.				
Priporočilo za izvedbo	Meritve lahko izvajamo v šoli ali pa dijakom opremo posodimo in merijo doma. Prostor, kjer sesajo, mora biti vsaj nekaj dni zaprt in neprezračen.				
Čas za izvedbo	3 ure	**Zahtevnost**	dve ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • datoteka programa LoggerPro (cmbl).			



Sliki 1 in 2: Nastavitve merjenja na LabQuest in prikaz meritve (foto: M. Stiplovšek).

Učni list za dijake

Sevanje ozadja, razpolovni čas in aktivnost vzorca

Potrebščine: sesalnik, vatna blazinica, merilnik sevanja Vernierjev merilnik sevanja, vmesnik LabQuest in računalnik s programom LoggerPro, možnost tiskanja iz programa LoggerPro.

Naloga

Z merilnikom sevanja in programom LoggerPro določite sevanje ozadja, razpolovni čas radioaktivnega vzorca - $t_{1/2}$ in njegovo začetno aktivnost.

Merilnik sevanja zazna razpade, čeprav ni radioaktivnih izvorov v bližini. Razloga za to sta dva: kozmično sevanje in razpad radona ^{222}Rn. Radon je plin, ki ima razpolovni čas nekaj dni in razpade na polonij, bizmut in svinec. Razpolovni časi delcev, ki jih dobimo z razpadom radona, so nekaj minut. Ti delci se lahko naberejo na koščku blazinice iz vate, ki jo postavimo na cev sesalnika in nekaj minut sesamo.

Potek

1. Z merilnikom sevanja najprej merimo sevanje zaradi kozmičnih žarkov. Merjenje lahko večkrat izvedemo pri pouku, preden dijaki izvajajo vajo Razpolovni čas in aktivnost vzorca. Merilnik šteje ionizirajoče delce, ki v učilnici potujejo skozi GM-cev v njem. Meritev naj traja vsaj trikrat po 10 minut. Na okence merilnika lahko damo vatno blazinico, ki ni posesana, da so pogoji merjenja enaki kot pri posesani vatni blazinici. Meritve shranimo kot merjenje ozadja. Iz njih določimo povprečno število sunkov, ki jih v 10 minutah prispeva ozadje – N_{oz} Zapišemo rezultat:

   N_{oz} = ...

2. Na cev sesalnika damo vatno blazinico in sesamo nekaj minut v prostoru, ki je nekaj dni zaprt in neprezračen. Merilnik sevanja priključimo na LabQuest in izberemo časovno skalo, ki meri vsakih 10 minut. Nato postavimo onesnaženo vato tesno ob okence senzorja sevanja in začnemo meriti. Merjenje naj traja vsaj 180 minut. Ob koncu merjenja je treba podatke shraniti v ustrezno datoteko v LabQuestu.

   Po končanih meritvah priključimo vmesnik LabQuest na računalnik s programom LoggerPro. Poženemo LoggerPro in uvozimo podatke z meritvami števila sunkov v 10 minutah v odvisnosti od časa, ki jih je izmeril detektor, ko je bila tik ob njem vata z radioaktivnim prahom.

   a) Točkam na grafu *Radiation (t)* priredimo ustrezno krivuljo in enačbo. Zato izberemo orodno vrstico *Analiza* in ukaz *Curve Fit* ter izberemo funkcijo naravni eksponent.

      Enačba, ki se nam pri tem izpiše, je $\boldsymbol{y = A \cdot e^{Ct} + B}$. Graf s prilagoditveno funkcijo natisnite in priložite tem navodilom. Izpišite konstante *A*, *B* in *C*:

      A = ... *B* = ... *C* = ...

b) Razpolovni čas $t_{1/2}$ določimo iz konstante C: $\boldsymbol{C = \ln 2 / t_{1/2}}$. Koliko je $\boldsymbol{t_{1/2}}$?

Izračun:

Odgovor: .....

c) Konstanta B predstavlja število sunkov zaradi kozmičnih žarkov in drugih delcev v prostoru, ki jih senzor zazna in jih obravnavamo kot sevanje ozadja. Primerjajte konstanto B in N_{oz}. Kolikšno je odstopanje?

Odgovor: .....

DODATNA NALOGA*

Izračunajte povprečno aktivnost radioaktivnega vzorca v prvih 10 minutah merjenja z merilnikom sevanja.

Pomoč: Aktivnost vzorca je podatek o številu razpadov v vzorcu v eni sekundi. Podatek, ki ste ga izmerili, pa pove, koliko delcev je ioniziralo plin v GM-cevi merilnika v prvih 10 minutah merjenja.

1. Določite koliko teh delcev – N je res prišlo v GM-cev iz radioaktivnega vzorca, ne pa kot sevanje ozadja.

   Izračun: N

   Odgovor: .....

2. Teoretični model za izračun aktivnosti vzorca: Predpostavimo, da pri vsakem radioaktivnem razpadu v vzorcu nastane natančno en ionizirajoč delec, ki ga naš detektor sevanja lahko zazna, če ta delec potuje skozi njegovo GM-cev. Predpostavimo, da je izvor sevanja točkast in seva v vse smeri enakomerno (izotropno). Predpostavimo, da je ta točkast izvor 0,80 cm od osnovne ploskve valja, ki predstavlja GM-cev, in na njegovi osi, premer osnovne ploskve valja – GM-cevi – pa je 1,0 cm.

   a) Izračunajte, kolikšna je celotna površina krogle S_k s polmerom 0,80 cm in kolikšna je površina osnovne ploskve valja – S ter njuno razmerje – S_k/S. Narišite ustrezno skico.

   Skica: Izračun:

   Odgovor: .....

b) Kolikšno bi bilo skupno število sunkov – N_S, ki bi jih izmerili v prvih 10 minutah merjenja aktivnosti vzorca, če bi z merilnikom lahko zajeli vse delce iz izvora? Uporabite razmerje iz prejšnje točke.

Izračun:

Odgovor: .....

c) Kolikšna je bila povprečna aktivnost vzorca v prvih 10 minutah?

Izračun:

Odgovor: .....

Priporočila za učitelje

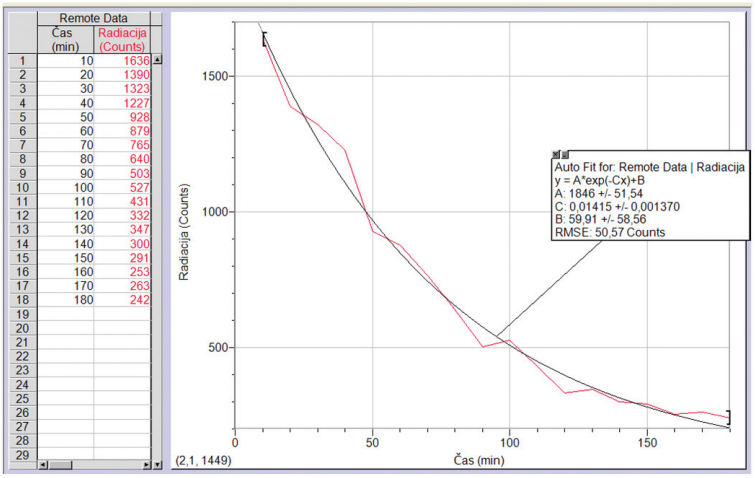
Sevanje ozadja, razpolovni čas in aktivnost vzorca

Vaja je povzeta po Vernierjevi predlogi, dostopni na spletnem naslovu: http://www.vernier.com/files/sample_labs/NRV-05-COMP-background_radiation.pdf (15. 3. 2013).

Vajo lahko izvedemo v šoli ali pa dijaki nesejo vmesnik LabQuest in merilnik sevanja domov. Na cev sesalnika je treba namestiti vatno blazinico in sesati v prostoru, ki je bil vsaj en teden zaprt, kjer ni bilo zračenja.

Primer meritev

Primer meritev:



N_{oz}	t (min)	N_{oz}	A (/10min)	B (/10min)	C (min^{-1})	$t_{1/2}$ (min)	N (/10min)	S_k (cm^2)	S (cm^2)	S_k/S	N_S (/10min)	A (s^{-1})
73												
60	10	67	1846	59.91	0.01415	49	1570	8,0	0,79	10	15700	26
69												

Če smo sesali v prostoru, kjer je aktivnost povečana, se prilagoditvena krivulja prilega merjenim vrednostim. Če povečane aktivnosti zaradi radona ni, so točke v grafu zelo raztresene in prilagoditvene krivulje ni smiselno risati.

Merjenje lahko izvajamo na tri načine:

1. Dijaki nesejo LabQuest in merilnik sevanja domov.

   Z merilnikom sevanja opravijo merjenje sevanja zaradi kozmičnih žarkov (prva točka pri vaji). Nato sesajo v prostoru, ki je bil nekaj dni zaprt in neprezračen. V tem primeru lahko poteka meritev tudi več ur. Učitelj ali laborant mora seznaniti dijake z navodili za uporabo opreme. Treba je tudi zapisati ime in priimek dijaka, ki si je

opremo sposodil. Dijaki po končani meritvi podatke shranijo na datoteko v LabQuestu. Ko opremo prinesejo spet v šolo, je treba opremo pregledati, ali je nepoškodovana. Vaja je zanimiva, ker lahko dijaki ugotavljajo vsebnost radona v domačem okolju. Vajo lahko dokončajo med laboratorijskimi vajami v šoli.

2. Dijaki izvajajo meritve v šoli.

   a) Če merjenje izvajamo med laboratorijskimi vajami, lahko dijaki med potekom merjenja (180 minut) rešujejo različne računske naloge, ki so jim v pomoč pri poznejši obdelavi podatkov in pri boljšem razumevanju aktivnosti. Primeri takih vaj so v zbirki nalog Elektrika, svetloba in snov, avtorjev Hribar in ostali, na straneh 64 in 65.

   b) Sesanje in začetek merjenja (10 minut) lahko dijaki izvedejo v okviru redne ure fizike. Samo nadaljevanje merjenja (180 minut ali več) pa lahko poteka brez njihove prisotnosti, v učilnici ali kabinetu fizike. Dijaki obdelajo rezultate meritev in dokončajo vajo pri naslednji uri ali pri laboratorijskih vajah.

Literatura in viri

1 *Background Radiation Sources. Vernier.com. Dostopno na: http://www.vernier.com/files/sample_labs/NRV-05-COMP-background_radiation.pdf (15. 2. 2012).*

3.3.3 Eksponentno pojemanje

Miran Tratnik, Gimnazija Nova Gorica

Kratek opis za učitelje	Odvisnost časovnega poteka radioaktivnega razpadanja predstavimo s poskusom s kovanci. V pladenj položimo kovance (npr. 120 kom) za 1 cent, vse obrnjene s cifro navzgor. Pokrijemo jih z drugim pladnjem in pretresemo. Kovance, ki so obrnjeni, vzamemo iz pladnja in preštejemo preostale kovance. Tresenje in izločanje obrnjenih kovancev ponovimo nekajkrat. Ker se pri vsakem tresenju v povprečju obrne približno pol kovancev, število kovancev s cifro navzgor v odvisnosti od števila tresenj eksponentno pojema.				
Cilji	Dijaki spoznajo primer eksponentnega pojemanja in izpeljejo enačbo za časovno odvisnost števila nerazpadlih radioaktivnih jeder.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Laboratorijska vaja ali delo z delovnimi listi.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo po obravnavi radioaktivnih razpadov.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	srednja	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Sliki 1 in 2: »Oprema za merjenje« in »rezultat meritve« (foto: M. Tratnik).

Učni list za dijake

Eksponentno pojemanje

Naloga

V pladenj položite 120 kovancev za 1 cent, vse obrnjene s cifro navzgor. Pokrijte jih z drugim pladnjem in pretresite. Kovance, ki so se obrnili, vzemite iz pladnja in preštejte preostale kovance. Tresenje in izločanje obrnjenih kovancev ponovite nekajkrat. Podatke vpišite v spodnjo preglednico in narišite graf, ki kaže, kako je število neobrnjenih kovancev odvisno od števila tresenj.

Število tresenj	Število kovancev
0	120
1	
2	
3	
4	

Vprašanje: Kolikokrat ali do katerega števila kovancev v pladnju je še smiselno ponavljati tresenje?

Za število radioaktivnih jeder v nekem vzorcu velja podobno kot za število kovancev v pladnju: V nekem času razpade polovica jeder. Izmed preostalih jeder razpade zopet polovica v enakem času. Ta čas imenujemo razpolovni čas in označimo s $t_{1/2}$.

Dopolnite razpredelnico in zapišite enačbo za časovno odvisnost števila radioaktivnih jeder.

$t = 0$ ..... $N = N_0$

$t = t_{1/2}$ ..... $N = N_0/2 = N_0 2^{-1}$

$t = 2t_{1/2}$ ..... $N =$

$t = 3t_{1/2}$ ..... $N =$

.

.

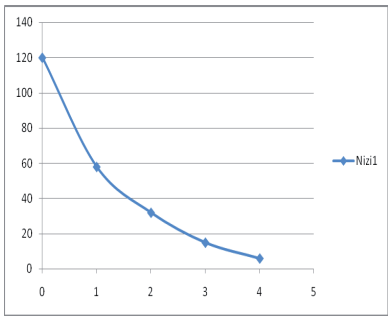
.

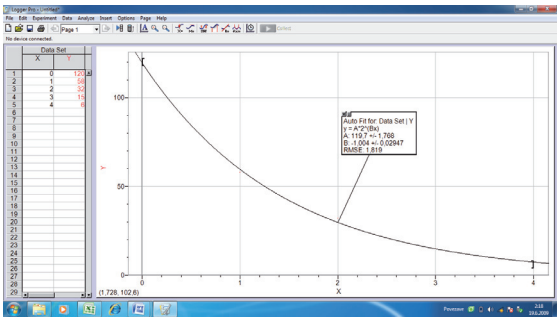
$t = nt_{1/2}$ ..... $N =$

Priporočila za učitelje

Eksponentno pojemanje

Graf, ki kaže, kako je število neobrnjenih kovancev odvisno od števila tresenj, lahko narišemo v Excelu, LoggerPro-ju ali podobnem programu.





Ko dijaki dopolnijo razpredelnico (kar je napisano v italicu), lahko samostojno zapišejo enačbo za časovno odvisnost števila radioaktivnih jeder.

$t = 0$ ..... $N = N_0$

$t = t_{1/2}$ ..... $N = N_0/2 = N_0 2^{-1}$

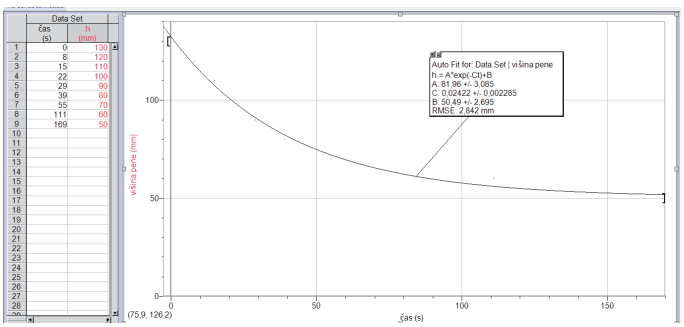
$t = 2t_{1/2}$ ..... $N = N_0/4 = N_0 2^{-2}$

$t = 3t_{1/2}$ ..... $N = N_0/8 = N_0 2^{-3}$

.

$t = nt_{1/2}$ ..... $N = N_0 2^{-n} = N_0 2^{-t/t1/2}$

Podobno kot število kovancev pojema tudi višina pene na pivu. Pri poskusu natočimo pivo v menzuro tako, da nastane veliko pene. Namesto višine pene raje merimo višino piva pod peno – tu je višino gladine veliko laže odčitati. Rezultate meritev kaže spodnji graf.



Literatura in viri

1 *Kuščer, I. idr. (2003). Fizika za srednje šole, 3. del. Ljubljana: DZS.*

2 *Strnad, J. (2004). Mala fizika 2, elektrika, nihanje, valovanje, optika, posebna teorija relativnosti, kvantna mehanika. Ljubljana: DZS.*

3.3.4 Radioaktivni razpad – simulacija s pomočjo metanja kock

Aleš Iršič, Gimnazija Ledina

Kratek opis za učitelje	Vaja ali demonstracijski poskus omogoča obravnavanje jedrskih razpadov, tako da opazujejo naključno padanje kock. Kocke izločajo, kar predstavlja simulacijo jedrskih razpadov.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • spoznavajo zakonitosti pri naključnih procesih; • ugotovijo, da se pri naključnih razpadih število delcev manjša eksponentno in se naučijo zapisati enačbe za število nerazpadlih delcev v odvisnosti od časa; • spoznajo pojme aktivnost, razpadni in razpolovni čas, razpadna konstanta.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo poskus samostojno ali v dvojicah.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto lahko izvedemo kot laboratorijsko vajo, lahko pa naredimo tudi demonstracijski poskus.				
Čas za izvedbo	2 uri	**Zahtevnost**	težka	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Slika 1: Potrebna oprema (foto: R. Belina).

Učni list za dijake

Radioaktivni razpad – simulacija s pomočjo metanja kock

Naloga

Izmerite, kako se število nerazpadlih radioaktivnih jeder spreminja v odvisnosti od časa. Določite razpolovni čas in razpadni čas ter razpadno konstanto. Kako je opredeljena aktivnost radioaktivnega izotopa?

Pojasnilo

Radioaktivni razpad atomskih jeder lahko simuliramo z metanjem kock. Tako se izognemo nevarnosti, ki pretijo eksperimentatorjem pri delu s pravimi radioaktivnimi izotopi.

Rezultati, ki jih dobimo, so identični.

Jedra nekaterih izotopov so nestabilna in zato razpadejo. Govorimo o *jedrskem* ali *radioaktivnem razpadu*. Najpogostejši so razpadi α, β in γ, druge vrste razpadov so redkejše.

Pri razpadu α nastane iz nestabilnega jedra atomsko jedro drugega atoma, večino sproščene energije pa odnese helijevo jedro, to je delec α.

Pri razpadu β nastane iz nestabilnega jedra atomsko jedro drugega atoma, večino sproščene energije pa odneseta elektron (β^- delec) in antinevtrino. V nekaterih primerih večino sproščene energije odneseta pozitron (β^+ delec) in nevtrino. Pozitron ima enako maso kot elektron, njegov naboj pa je pozitiven.

Pri razpadu γ jedro svojo nestabilnost sprosti tako, da izseva foton elektromagnetnega valovanja.

Atomsko jedro, ki nastane po radioaktivnem razpadu, ni nujno stabilno, tako da se razpadi lahko vrstijo v verigi.

Za vsako vrsto razpada vemo, zakaj razpade jedro radioaktivnega izotopa. V nobenem primeru pa še ne znamo napovedati, v katerem trenutku bo posamezno jedro razpadlo. Na to, ali bo neko jedro razpadlo, ne vpliva niti število razpadlih jeder, niti število nestabilnih jeder, niti število jeder, ki v nekem trenutku razpadejo.

Proces je povsem naključen. Nestabilno jedro bo prej ali slej razpadlo, ne vemo pa, kdaj.

Zato raje govorimo o verjetnosti, da jedro razpade.

Za vsak radioaktivni izotop lahko izmerimo, v kolikšnem času bo razpadlo določeno število jeder.

Znamenit je *razpolovni čas* _ _ _ : $t_{1/2}$. To je čas, v katerem razpade polovico radioaktivnih jeder, druga polovica pa ne razpade. V naslednjem razpolovnem času bo znova razpadla polovica jeder, tako da preostane 1/4 radioaktivnih jeder, ki smo jih imeli na začetku. Število nerazpadlih jeder pojema eksponentno.

Pri računanju z eksponentno pojemajočo odvisnostjo je za osnovo bolje uporabiti Eulerjevo število ali Napierovo konstanto ***e***. V takšnem primeru raje govorimo o *razpadnem času* _ _ _ : τ. Ker je $y = a^x = e^{x\ln a}$ je pretvorba med obema časoma: $t_{1/2} = \tau \ln 2$ (izpeljava v učbeniku).

Nekateri radi uporabijo obratno vrednost razpadnega časa, ki jo imenujemo *razpadna konstanta* _ _ _ : $\lambda = 1/\tau$.

Aktivnost pove, koliko jeder razpade v časovni enoti.

$A = -\frac{dN}{dt} = N\lambda$

Jedrski razpad je naključen proces. Za določeno nestabilno jedro vemo, da bo razpadlo, vemo tudi, kako bo razpadlo in kaj bo iz njega nastalo, ne vemo pa, kdaj se bo to zgodilo. Situacija je podobna kot pri metanju kocke: ko kocko vržemo, vemo da bo padla ena izmed številk, ki so zapisane na njenih stranicah, ne vemo pa, katera številka bo padla.

Radioaktivni razpad lahko simuliramo z metanjem kocke. Vsaka kocka predstavlja jedro radioaktivnega izotopa. Če po metu kocka pokaže izbrano številko, potem je jedro razpadlo, drugače ne.

Kratko navodilo

Radioaktivni razpad lahko simuliramo z metanjem kocke. Vsaka kocka predstavlja jedro radioaktivnega izotopa.

Izberite si številko od 1 do 6, ki bo pokazala, ali kocko štejemo kot razpadlo jedro ali ne, in jo zapišite. Če po metu kocka pokaže izbrano številko, potem je jedro razpadlo, drugače ne.

Ko končate simulacijo in obdelavo podatkov, lahko poskusite še takšno simulacijo, pri kateri izberete dve številki med 1 in 6, ki izločijo posamezno kocko. Ali pa tri ali štiri ipd.

V škatlo dajte kocke, pokrijte in dobro premešajte. Ko odkrijete škatlo, izločite in preštejte tiste kocke, ki pokažejo izbrano številko. Štetje kock si lahko olajšate s tem, da kocke zložite v kvadrat in ostanek ali pa s tehtanjem, če so njihove mase z ustrezno natančnostjo enake.

Izračunajte, koliko kock je ostalo v škatli po metu.

Preostale kocke znova pokrijte in dobro premešajte. Znova izločite in preštejte vse kocke, ki pokažejo izbrano številko. Izračunajte, koliko kock je ostalo v škatli ...

Metanje ponavljajte, dokler v škatli ne ostane manj kot 10 kock.

Napovejte, po koliko metih bo v škatli ostala polovica kock!

Merjenje – metanje kock ponovite še dvakrat, tako da boste imeli skupaj tri (3) meritve.

Kolikšna je merska napaka vsakega meta?

Vsako mešanje kock v pokriti škatli in izločanje določenih kock, lahko obravnavamo kot detektor, ki nam vsake toliko časa pokaže število razpadlih jeder. Detektor nam prikazuje število razpadlih jeder v enakomernih presledkih. Izberite si čas, ki pripada vsakemu pogledu v škatlo. Zdaj lahko narišete graf števila nerazpadlih jeder N v odvisnosti od časa t, graf $N(t)$ za vse tri meritve skupaj.

Na grafu prikažite mersko napako posameznega meta!

Iz grafa lahko odčitate, po kolikšnem času je v škatli polovica kock. Ali se vaša napoved ujema z grafično določeno vrednostjo?

Graf $N(t)$ lahko linearizirate, pri čemer si pomagate z logaritmi. S pomočjo linearizirane grafa lahko natančneje določite razpadno konstanto in njeno napako.

Določite tudi razpadni čas τ ter razpolovni čas $t_{1/2}$.

Določite aktivnost radioaktivnega razpada, ki ga simulirate z metanjem kock!

Opomba

Lahko se odločite za računalniško obdelavo podatkov: risanje grafov, linearizacija, iskanje parametrov in njihove napake. V tem primeru trikrat ponovite meritev.

ZAHTEVNEJŠA RAVEN

Pri tej nalogi je delo malo bolj podobno resnemu merjenju.

Smiselno je, da začnete z vsaj okoli 500 kockami.

V resnici namreč težko preštejemo vsa radioaktivna jedra. Teh jeder je po navadi zelo veliko in majhna so. Po drugi strani pa s pogledom od zunaj ne vidimo, ali je jedro radioaktivno ali ne. To spoznamo šele tedaj, ko razpade. No, lahko si pomagamo tudi z masno spektroskopijo in določimo delež radioaktivnih izotopov v preparatu. Glede na celotno maso merjenja, v katerem so tako stabilni izotopi kot radioaktivni izotopi, lahko izračunamo število radioaktivnih izotopov.

Vendar to ni treba. Pri dovolj velikem številu radioaktivnih jeder, lahko z merjenjem aktivnosti ugotovimo tako razpadno konstanto kot začetno število radioaktivnih jeder.

Naloga

Izmerite, kako se število razpadlih radioaktivnih jeder spreminja v odvisnosti od časa. Določite razpolovni čas in razpadni čas ter razpadno konstanto, poleg tega pa še začetno število jeder (kock). Kolikšna je aktivnost tako simuliranega radioaktivnega izotopa?

Napotki

Pomagajte si z navodilom osnovne ravni.

Mešanje in metanje kock – merjenje ponavljajte toliko časa, dokler ne preostane manj kot 20 kock.

Naredite vsaj 11 meritev.

Priporočila za učitelje

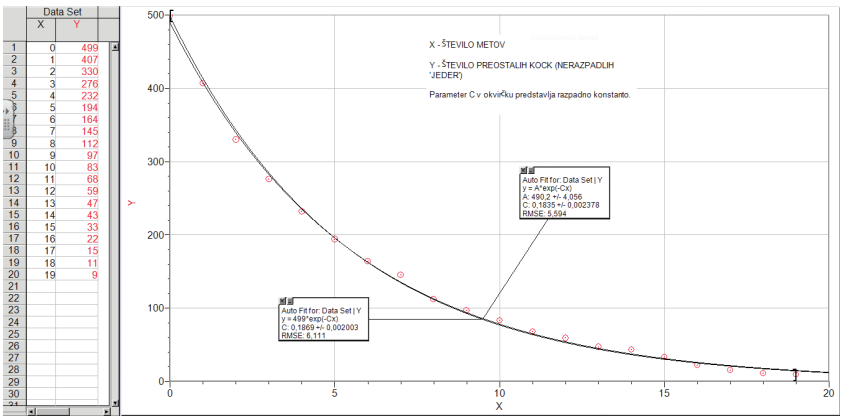
Radioaktivni razpad – simulacija s pomočjo metanja kock

Potrebujemo okoli 100 kock ali več. Če pri urah delamo različne vaje, je bolje, da je kock več. V pladnjih za poskuse lahko začnemo z okrog 500 kockami, ne da bi se pri mešanju nalagale v več plasti.

Priporočljivo je, da dijaki podatke vnašajo v program LoggerPro, vnesejo ustrezne stolpce z izračunanimi količinami in izrišejo grafe. V tem primeru linearizacija niti ni nujna, saj koeficiente (npr. razpadno konstanto) lahko razberejo tudi iz eksponentne odvisnosti.

Vajo delamo, ko dijaki že poznajo eksponentno in logaritemsko funkcijo.

Primer rezultatov meritev



Pri eni prilagoditveni funkciji smo iskali le parameter *C*, pri drugi pa *A* in *C*.

Komentar dodatne naloge

Kaže, da je to precej težka naloga, poleg tega pa še bolj nenatančna, saj rezultati močno opletajo sem in tja (± 50 %).

Dodatni predlog – simulacija razpadov v zmesi treh izotopov z različnimi razpadnimi konstantami in z različnimi začetnimi števili jeder

Podobno situacijo opazujemo, ko merimo aktivnost prahu, ki vsebuje razpadne produkte radona – gradivo z naslovom »Sevanje ozadja, razpolovni čas in aktivnost vzorca« v tem priročniku.

Na pladenj vsujemo kocke treh različnih barv, ki predstavljajo tri različne radioaktivne izotope. Začetno število kock enake barve je za vsako barvo drugačno (npr. 100 belih, 180 oranžnih in 220 modrih). Nato določimo »stabilnost« vsakega izotopa oziroma kock izbrane barve. Npr. oranžne »razpadejo«, če se po tresenju pokaže število 1 ali 2. Bele »razpadejo«, če se pokaže število 3, in modre, če se pokaže število 4, 5 ali 6. Po takem dogovoru stresemo pladenj in izločimo »razpadle« kocke. Rezultate zapisujemo v preglednico za vsako barvo posebej in za skupno vsoto vseh kock. Nato rezultate ustrezno obdelamo.

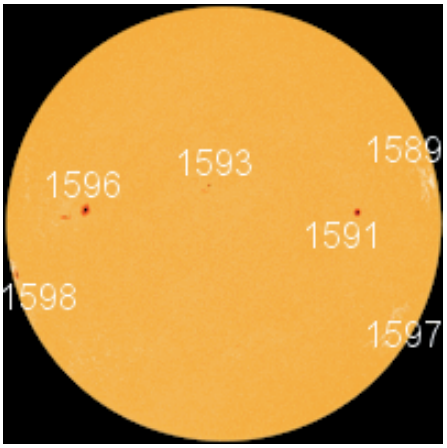
Lahko si omislimo tudi ekstremno »kratkožive izotope«, če rečemo, da je kocka-jedro »razpadlo« vedno, ko pokaže število 1, 2, 3, 4 ali 5.

3.4 Preostala področja

3.4.1 Tudi Sonce se vrti

Peter Jevšenak, Šolski center Velenje

Kratek opis za učitelje	Dijakom je treba zagotoviti dostop do spletne strani *Spaceweather*, od tega pa je odvisen način izvedbe. Ob uporabi računalniške učilnice je priporočljiva izvedba v parih, sicer v večjih skupinah. Vsaki skupini lahko določimo svoje časovno obdobje (npr. januar 2012), znotraj katerega izbere sončno pego za obdelavo. Tako ima vsaka skupina svojo nalogo, kar pripomore k resnemu pristopu. Dijaki lahko kar sproti na računalnik pišejo poročilo in ga na koncu v elektronski obliki tudi oddajo. Pri ocenjevanju se lahko upošteva natančnost rezultata, izvirnost postopka, odgovori na dodatna vprašanja itd.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • poznajo in znajo uporabiti definicijo za frekvenco, obhodni čas in obodno hitrost pri enakomernem kroženju; • razumejo izpeljavo izraza za radialni pospešek pri enakomernem kroženju; • opišejo naš sončni sistem, njegovo lego in velikost v galaksiji.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Pri pouku je mogoča izvedba v parih ali večjih skupinah, odvisno od dostopnosti do medmrežja. Najboljša je uporaba računalniške učilnice. Gradivo se lahko uporabi tudi kot seminarska naloga za posamezne (zainteresirane) dijake.				
Priporočilo za izvedbo	Dijaki potrebujejo osnovno znanje o enakomernem kroženju ter nekaj matematičnega znanja (kotne funkcije) in iznajdljivosti.				
Čas za izvedbo	1 ura, več kot 1 ura	**Zahtevnost**	srednja/ težka	**Vključen eksperiment**	ne
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 1: Sončne pege (Vir: http://www.spaceweather.com (15. 3. 2013))

Učni list za dijake

Tudi Sonce se vrti

Naloga

Z opazovanjem sončnih peg na spletnem portalu *Spaceweather* določite obhodni čas Sonca.

Oglejte si sliko Sonca na spletnem portalu ***Spaceweather***. V arhivu te spletne strani lahko nato pogledate sliko Sonca v preteklih dneh. Večje sončne pege so označene s številkami in tako lahko sledite njihovemu gibanju po sončni ploskvi skozi čas.

- Za izbrano pego določite kotno hitrost vrtenja v *stopinjah/dan* in nato s tem podatkom izračunajte obhodni čas Sonca (pege se premikajo zaradi vrtenja Sonca). Dijaki se lahko znajdete po svoje, ocenjuje pa se natančnost rezultata.
- Določite zemljepisno širino lege izbrane pege (koliko stopinj severno ali južno od ekvatorja se nahaja). Upoštevajte, da je Sonce krogla, in ne okrogla ploskev, kot je videti na sliki.
- *Popravite rezultat obhodnega časa Sonca s tem, da upoštevate kroženje Zemlje okoli Sonca (Sonce se vrti v isti smeri kot kroži Zemlja okoli njega).

Poiščite dodatne informacije/zanimivosti na spletu *(odgovorite vsaj na dve vprašanji):*

- Kaj so sončne pege? Koliko časa so vidne?
- Zakaj jih vidimo kot temne lise na Soncu?
- Kolikšen je obhodni čas Sonca? Pri iskanju tega podatka boste najbrž naleteli na težavo: opišite jo.
- Kako se število peg (Wolfovo število) spreminja s časom?
- Kako bo s številom peg v naslednjih mesecih, jih lahko pričakujemo več, manj ali enako?

Priporočila za učitelje

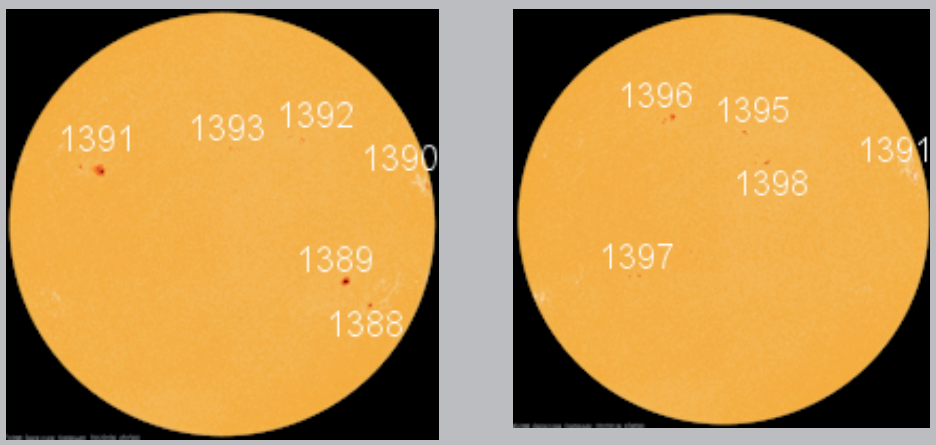
Tudi Sonce se vrti

Gradivo je primerno za izvedbo po obravnavi enakomernega kroženja. Poleg tega je dobro obvladati kotne funkcije, ni pa nujno. Če računalniška opremljenost to dopušča, lahko gradivo izvedete pri pouku, sicer pa ob naravoslovnih dnevih ali kot dodatno zaposlitev zainteresiranih dijakov. Ti nato potek dela in rezultate predstavijo v razredu. Pri ocenjevanju bodite pozorni na primernost izbrane pege, na način določanja kotne hitrosti in natančnost rezultatov. Za najvišjo oceno naj končni rezultat upošteva vrtenje Zemlje okoli Sonca.

Ker je Sonce plinasto, kotna hitrost ni povsod enaka – odvisna je od zemljepisne širine. Plasti ob ekvatorju se vrtijo najhitreje, obhodni čas je 25 dni, na 35° severne in južne sončne širine obhodni čas naraste na približno 27 dni, proti poloma pa se obhodni čas povečuje do 35 dni.

Primer poročila skupine štirih dijakinj tretjega letnika (čas: ena šolska ura)

Sončna pega v januarju



1. naloga: Opazovale smo pego 1391. Ko je bila pega na skrajni levi strani, je bil 3. januar. Ko pa je bila pega na skrajni desni strani, je bil 14. januar. Torej, da se premakne za 180°, potrebuje 11 dni, torej za 360° pa 22. Kot 360°smo delile z 22 dnevi in dobile kotno hitrost 16,36°/dan.

2. naloga: Najprej smo zmerile oddaljenost pege od ekvatorja (0,8 cm), zmerile polmer (3,1 cm) in nato s pomočjo kotnih funkcij izračunale zemljepisno širino, ki znaša 14,57°.

3. naloga: Ker se Zemlja in Sonce vrtita v isti smeri, pomeni, da se pega ne premakne za 180°, kot vidimo na sliki, ampak dejansko za nekaj stopinj več. Glede na to, je nov rezultat 18,18°-/dan.

3.4.2 Družabna astronomska igra Galaktični activity

Ruben Belina, Gimnazija Ledina

Kratek opis za učitelje	Dijaki spoznavajo pojme iz astronomije ob samostojnem delu z viri in izdelajo slovarček pojmov (delovni list). Prvi, ki končajo, igrajo igro, v kateri uporabijo naučene in druge astronomske pojme.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • izdelajo družabno igro po zgledu znane družabne igre Activity in pripravijo učni list s slovarčkom pojmov; • uporabljajo vire (učbenik, knjiga, splet); • spoznavajo nove pojme in se opismenjujejo na področju astronomije.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki rešujejo delovne liste v dvojicah ali v večjih skupinah, pri čemer si delo razdelijo. Po reševanju dijaki igrajo družabno igro in ob tem utrjujejo na novo spoznane pojme.				
Priporočilo za izvedbo	Izdelava igre je primerna za projektno nalogo, izvedba ure z uporabo delovnega lista in igranjem igre pa je primerna za eno šolsko uro.				
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

Slovar astronomskih pojmov

S pomočjo literature ali na spletu poiščite ustrezne opise za spodaj navedene pojme!

Galaksija =

Sinhrotronsko radijsko sevanje =

Kvazar =

Metagalaksija =

Seyfertova galaksija (carl seyfert) =

Radijske galaksije =

Rimska cesta =

Materija =

Meglica =

Protogalaksija =

Zvezdne kopice =

Lokalna jata =

Jata galaksij =

Emisijske meglice =

Refleksijske meglice =

Pravila igre

Galaktični activity

Uvod

Astronomija je veda o vesolju. Astronomi in drugi raziskovalci neba so skozi zgodovino odkrili veliko o vesolju, hkrati pa obstaja še veliko neznanega o tem skrivnostnem prostoru. Da bi lažje spoznali vesolje, moramo spoznati tudi nekaj pojmov. Ti so navedeni na delovnem listu in zdaj si na vrsti ti, da jih razložiš. Pomagaj si z literaturo iz knjižnice, s spletnimi viri in revijami. Ko boš spoznal/-a pojme, boš lahko igral to igro, pri kateri ti bo pridobljeno znanje zelo prav prišlo!

Navodila za igro

1. Število igralcev: 4 oziroma 2 para.
2. Igralec na potezi meče kocko in se pomika po poljih, na vsakem polju vzame kartico z nalogo. Če igralec ne odgovori oziroma ne ugotovi pravilne rešitve, se vrne za eno polje nazaj; če odgovori pravilno, se premakne za eno polje naprej (če zaradi premika pride na galaktično postajo, se to ne upošteva; na vrsti je naslednji par).
3. ***Razlaga naloge:***
   - *Vprašanje*: odgovarja posamezni igralec (pomemben je jedrnat odgovor!).
   - *Opis*: eden iz para besedno opisuje stvar, drugi pa poskuša najti pravilno rešitev. Vendar pa velja pravilo, da se korenov besed oziroma besednih zvez ne sme uporabljati. Na voljo imata eno minuto.
   - *Risanje*: en igralec riše, drugi pa poskuša razbrati pravilno rešitev. Simboli so pri risanju prepovedani (npr. križ za »rdeči križ« velja, vendar pa ga ne smemo uporabiti, če želimo upodobiti bolnišnico). Na voljo je ena minuta časa. Igralec, ki riše, seveda ne sme govoriti.
4. Kadar igralec pride na galaktično polje, odgovarja na ZLATO KARTICO (težja vprašanja). Če odgovori pravilno, se premakne za tri polja naprej, če pa napačno, ostane, kjer je.
5. **Komisija je nasprotna ekipa!!** Odgovori na vprašanja zlatih kartic so na posebnem listu.

Priporočila za učitelje

Galaktični activity

Glavni cilj projektne naloge je, da dijaki samostojno predelajo eno ali več tem iz astronomije in pripravijo delovni list s slovarčkom pojmov. Nato skupina dijakov po lastni zamisli ali po zgledu znanih družabnih iger izdela igro. Ta naloga je uresničljiva kot projektna naloga, saj je za izdelavo igre treba kar precej časa, omogoča pa raznovrstne medpredmetne povezave.

Drugi cilj, ko je igra že izdelana, je spoznavanje in uporaba novih astronomskih pojmov na dejaven način. Pri tem dijaki uporabljajo vire, da lahko napišejo razlage pojmov v delovni list. Dijaki morajo pravilno odgovoriti na vsa vprašanja z delovnega lista. Igranje igre je nagrada za najuspešnejše (najhitrejše) dijake, ki odigrajo eno ali več partij igre. Zmagovalce lahko simbolično nagradimo.

Primer izdelane igre je predstavljen spodaj in ga dijaki lahko posnemajo, še zabavneje in bolj poučno je, če igro izdelajo sami. Največ se naučijo z oblikovanjem ustreznih vprašanj.

Spodaj so vprašanja, ki so napisana na igralnih karticah. Za lažjo predstavo o mogoči podobi igre je na fotografijah prototip igre, ki pa jo lahko zasnujemo seveda tudi povsem drugače.

Navodila na karticah

1. Opiši galaksijo. (Če soigralec-partner pravilno ugotovi nalogo, moraš še našteti vrste galaksij.)
2. Nariši galaksijo.
3. Iz česa sestoji galaksija?
4. Naštej dve galaksiji, ki v imenu nimata številk.
5. Kaj je sinhrotronsko radijsko sevanje?
6. Opiši značilnosti kvazarja.
7. Nariši metagalaksijo.
8. Kako imenujemo galaksijo, katere jedro je majhno in svetlo; na videz podobno zvezdi? [Seyfertova galaksija]
9. Izvirno nariši radijsko galaksijo.
10. Nariši Rimsko cesto.
11. Nariši materijo.
12. Opiši materijo.
13. Nariši emisijsko meglico.
14. Kaj je protogalaksija? Katera stopnja v razvoju galaksije je to?
15. Nariši zvezdne kopice. Naštej vrste (soigralec).
16. Iz katerega jezika izhaja beseda galaksija in kaj pomeni? [gr. mleko]
17. Nariši jato galaksij in povej, kako imenujemo našo jato galaksij?

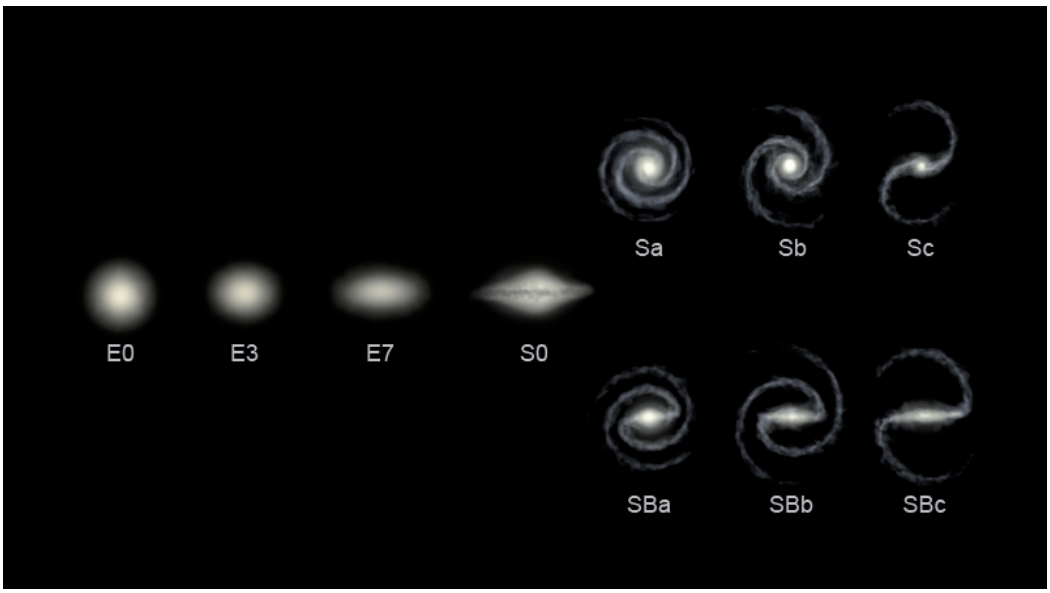
Zlate kartice

1. Rusi so leta 1957 v vesolje poslali prvo živo bitje. Kdo je bil prvi potnik? [Psička Lajka.]
2. Kdo je bil prvi človek v vesolju? Iz katere države je bil? [Jurij Gagarin, Sovjetska zveza.]
3. Ali so na Luni morja? Kaj pa voda? [Da; ne.]
4. Naštej tri ozvezdja, ki so poimenovana po živalih in NISO del zodiaka. [Žirafa, žrebiček, ris, labod, lisička, lovski psi, delfin, mali/veliki medved, orel, kača, kit]
5. Katera je najsvetlejša zvezda na nebu (poleg Sonca)? [Sirij.]
6. Koliko dni potrebuje Sonce, da se na ekvatorju zavrti enkrat? [25 dni.]
7. Od katerega leta Pluton ni več planet? [Od leta 2006.]
8. Kako se imenuje naša galaksija? [Galaksija.]
9. Katera je najpogostejša medzvezdna snov?

3.4.3 Sonce-Zemlja-Luna, Vrste galaksij

Ruben Belina, Gimnazija Ledina

Kratek opis za učitelje	Prvi cilj je, da dijaki sami predelajo izbrano temo in pripravijo učne liste za sošolce. Drugi cilj je, da dijaki ob reševanju delovnega lista spoznavajo preproste pojme iz astronomije ob samostojnem delu z viri.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • samostojno obdelajo temo iz astronomije in pripravijo delovne liste za sošolce (individualno ali manjša skupina); • uporabljajo vire (učbenik, knjiga, splet); • spoznavajo nove pojme iz astronomije.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki rešujejo delovne liste samostojno, v dvojicah ali v večjih skupinah, pri čemer si delo razdelijo. Po reševanju lahko dijaki predlagajo izboljšave vprašanj ali dodatna vprašanja.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto lahko izvedemo v okviru izbirnih vsebin.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	več nivojev	**Vključen eksperiment**	ne
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 1: Oblike in vrste galaksij. Vir: http://sl.wikipedia.org/wiki/Razvrstitev_galaksij (15. 10. 2013)

Učni list za dijake

Gibanje Zemlje, Lune in Sonca

Zemlja se giblje na različne načine, to pa je vzrok za množico pojavov na površju Zemlje. Posledice so letni časi, menjavanje dneva in noči ter njuni dolžini, pa tudi različni podnebni pasovi, mere za čas in tako dalje.

Osnovni gibanji Zemlje sta njeno vrtenje okoli svoje osi (rotacija) in kroženje okoli Sonca (revolucija).

Zemeljska os vrtenja, ki potuje skozi oba tečaja in središče, je nagnjena za 23,5° glede na pravokotnico na ravnino, po kateri kroži okrog Sonca.

1. *Kakšne so posledice nagnjenosti zemeljske osi?*

Za en vrtljaj od zahoda proti vzhodu potrebuje 24 ur. Vsaka točka na Zemlji se v tem času zavrti za 360° in tako spreminja svojo lego glede na Sonce. Točke na zemeljski površini se ne vrtijo z enako hitrostjo zaradi okrogle oblike planeta.

2. *Zakaj in kje je hitrost vrtenja največja?*

3. *Kolikšna je hitrost na polih?*

Ko je točka obrnjena proti Soncu, je takrat tam dan, v drugem delu, kjer ni Sonca, pa je takrat noč. Dolžina dneva in noči je na različnih točkah na Zemlji različna.

4. *Kolikšna je dolžina dneva na ekvatorju?*

Kroženje Zemlje pomeni gibanje po tiru (ekliptiki) okoli Sonca s srednjo hitrostjo 30,287 km/s, kar za celoten obrat terja eno leto oziroma 365,24 zemeljskih dni. Oblika ekliptike ni krog, ampak elipsa, zato je Zemlja enkrat bliže Soncu, drugič bolj oddaljena.

5. *Kakšne so posledice kroženja Zemlje?*

Luna se vrti okoli lastne osi, kroži okoli Zemlje po svojem tiru in pa skupaj z Zemljo okoli Sonca. Okoli Zemlje kroži po tiru, ki je za 5° nagnjen na ekliptiko, od zahoda proti vzhodu. Za en krog oziroma obhodno dobo Luna potrebuje 27,3 dneva. Ker se Zemlja sočasno giblje na svojem tiru okrog Sonca, traja dlje časa, da Luna Zemlji navidezno kaže enako fazo, približno 29,5 dneva. Med svojim kroženjem spreminja svoj videz, torej govorimo o poteku od mlade do polne lune. Luna obkroža Zemljo blizu ekliptike, in ne ekvatorja. Luna seka ekliptiko približno dvakrat na mesec, in če se to zgodi med mlajem, nastopi sončni mrk, med ščipom pa lunin mrk.

Luna nima lastne svetlobe, ampak le odbija svetlobo. Najbolj izrazit je odboj sončne svetlobe z Luninega površja. V izjemnih primerih vidimo tudi tisti del Lune, ki ga osvetljuje Zemlja. To je mogoče le ob začetku prvega krajca in proti koncu zadnjega krajca, ko Luna odbija le malo sončne svetlobe.

Lunine mene delimo glede na to, kolikšna površina Lune je vidna, ko je z druge strani osvetljena.

6. Povežite pojme z opisi (vsak pojem uporabite dvakrat):

1. Polna Luna – ščip; 2. Prazna Luna – mlaj; 3. Prvi krajec; 4. Zadnji krajec

___ Zemlja, Luna in Sonce so poravnani v vrsto, Luna se nahaja med Zemljo in Soncem.

___ Med polno Luno in tem pojavom vsak dan vidimo manjšo površino osvetljenega dela Lune.

___ Med prazno Luno in tem pojavom vsak dan vidimo večjo površino osvetljenega dela Lune.

___ Zemlja, Luna in Sonce so poravnani v vrsto, Zemlja se nahaja med Luno in Soncem.

___ Osvetljena je le leva polovica Lune, medtem ko pa je desna stran temna.

___ Osvetljeni del Lune je obrnjen proti Zemlji.

___ Osvetljena je le desna polovica Lune, medtem ko pa je leva stran temna.

___ Osvetljeni del Lune je obrnjen stran od Zemlje.

Lunin in Sončev mrk

Mrk nastane, ko so Sonce, Zemlja in Luna na isti premici. Ko je Luna med Soncem in Zemljo, je z manjšega območja na Zemlji viden delni ali popoln sončni mrk. Ko je Zemlja med Soncem in Luno in Zemljina senca zakriva Luno, je z Zemlje viden lunin mrk. Mrki nastanejo ob mlaju (sončni) ali ob ščipu (lunin), a ne vsakokrat, ker je ravnina, po kateri kroži Luna okrog Zemlje nagnjena glede na ravnino, po kateri kroži Zemlja okrog Sonca (ekliptika).

1. Kakšna mora biti postavitev Lune, Sonca in Zemlje?

2. Poznamo več vrst luninih mrkov. Dane pojme povežite z opisom.

a) popolni lunin mrk

b) delni lunin mrk

c) polsenčni lunin mrk

___ Le del Lunine površine je prekrit z Zemljino senco.

___ Lunina ploskev je prekrita, a vseeno se nekaj svetlobe lomi skozi Zemljino ozračje na Luno.

___ Luna prečka samo polsenčni del Zemljine površine.

Lunini mrki po navadi nastopijo 14 dni pred ali 14 dni po sončnem mrku.

3. Zakaj ne pride vedno do popolnega mrka?

Sončni mrki so zelo redek nebesni pojav. Vsako leto nastopi le en ali dva sončna mrka in so vidni le z določenega pasu Zemlje. Sončni mrki so mogoči, ker je Luna 400-krat manjša od Sonca, vendar tudi 400-krat bližja Zemlji, tako sta na nebu Sonce in Luna videti enako velika.

4. Kakšna je postavitev Zemlje, Lune in Sonca pri sončnem mrku?

5. Poznamo več vrst sončnih mrkov. Dane pojme povežite z opisom.

a) popolni mrk	___	Lunina senca ne prekrije celotne površine, ampak le srednji del in je viden obroč Sonca.
b) delni mrk	___	Luna zakrije celotno površino Sonca, vidna pa je samo njegova atmosfera, ki ji pravimo korona.
c) kolobarjast mrk	___	Luna zakrije le določen del Sonca.

Odgovori na vprašanja

Gibanje Zemlje, Lune in Sonca

Gibanje Zemlje, Lune in Sonca

1. Posledica je spreminjanje dolžine dneva in noči med letom, ogretost Zemljinega površja in različni toplotni pasovi.
2. Največja je na ekvatorju, zato ker mora točka tam v enakem času napraviti mnogo daljšo pot kot točka v bližini enega ali drugega pola, zato mora imeti mnogo večjo hitrost; ta znaša na ekvatorju 465,12 m/s,
3. Na polih je hitrost enaka nič.
4. Dan in noč sta vedno dolga 12 ur le na ekvatorju.
5. Posledica kroženja Zemlje je navidezno gibanje Sonca med zvezdami in letni časi.
6. 2., 4., 3., 1., 4., 1., 3., 2.

Lunin in Sončev mrk

1. Zemlja se postavi med Luno in Sonce in tako Luno zakrije Zemljina senca.
2. b, a, c
3. Zaradi nagnjenosti ravnine po kateri kroži Luna za 5°.
4. Sončni mrk nastane, ko ležijo Sonce, Luna in Zemlja na premici in je Luna v sredini. Gledano z Zemlje, je Luna pred Soncem in tako je zakrita celotna svetloba s Sonca ali le del nje.
5. c, a, b

Učni list za dijake

Vrste galaksij

Podana so imena različnih galaksij. S pomočjo različnih virov poiščite njihove slike, jih skicirajte in jim določite vrsto.

M 110

Vrsta: .....

Oznaka:

E (0 – 7)

M 59

Vrsta: .....

Oznaka:

SO

NGC 613

Vrsta: .....

Oznaka:

S (Sa, Sb, Sc...Sm)

Sa – tesno oviti rokavi

Sm – neizraziti, težko ločljivi rokavi

NGC 1427A

Vrsta: .....

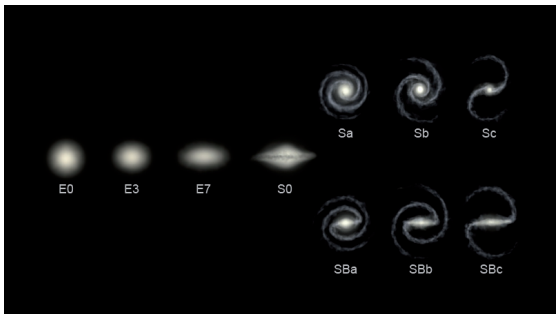
Oznaka:

I

Oznake

Oznake galaksij so za pomoč napisane že na prejšnji strani.

Obstajajo različne delitve, ta se imenuje Hubble-Sandageova razvrstitev.



Sliki 2 in 3: Oblike in vrste galaksij. Vir: http://tamweb.tam.gov.tw/v3/EN/show.asp?XH23 (15. 10. 2013) in http://sl.wikipedia.org/wiki/Razvrstitev_galaksij (15. 10. 2013)

Galaksije z oznako E označujemo z E1, E2, E3, E4, E5, E6 in E7. E1 označuje okroglo galaksijo, E7 pa najbolj podolgovato.

Če galaksije SO, S in I nimajo prečke, lahko dodamo A, ni pa nujno, če pa prečko, imajo dodamo B.

Poiščite odgovor: Kaj je prečka?

Črki A in B pišemo na drugo mesto!

Npr. SAO, SBO, IB, SAc, SBc, SAa...

Naloge

Z x označite pravilne odgovore.

	Ima prečko	Nima prečke
SBO		
SAn		
I		
IB		
SBc		
SAO		

Priporočila za učitelje

Gibanje Zemlje, Lune in Sonca; Vrste galaksij

Glavni cilj naloge je, da dijaki samostojno predelajo eno izmed tem iz astronomije in pripravijo delovni list z vprašanji. Drugi cilj je izvedba šolske ure, ki jo vodijo dijaki, ki so gradivo pripravili. Vloga učitelja je sprva pri izbiri teme in ustreznih virov, nato, ko so delovni listi pripravljeni, pa pri svetovanju za izboljšave in strokovnih popravkih. Dijak ali skupina dijakov, ki temo pripravi, naj pred predstavitvijo opravi pogovor z učiteljem, pri čemer preverijo, ali pojme res dobro razumejo. Kakovostno pripravljene delovne liste lahko seveda pozneje uporabimo tudi v drugih razredih.

Teme so lahko iz različnih področij (Sončni sistem, dogajanje v zvezdah, razvoj zvezd in H-R diagram, zvezdne kopice, spremenljive zvezde, večzvezdja, zvezdne kopice, meglice, galaksije, razvoj vesolja itd.). Literature v slovenščini je že veliko, prav tako veliko dobrih besedil najdemo na spletu.

Predstavljeni so primeri delovnih listov za dve temi: **Gibanje Zemlje, Lune in Sonca** in **Vrste galaksij.** Gradivo so pripravili dijaki, kar je bil del dejavnosti na astronomskem taboru.

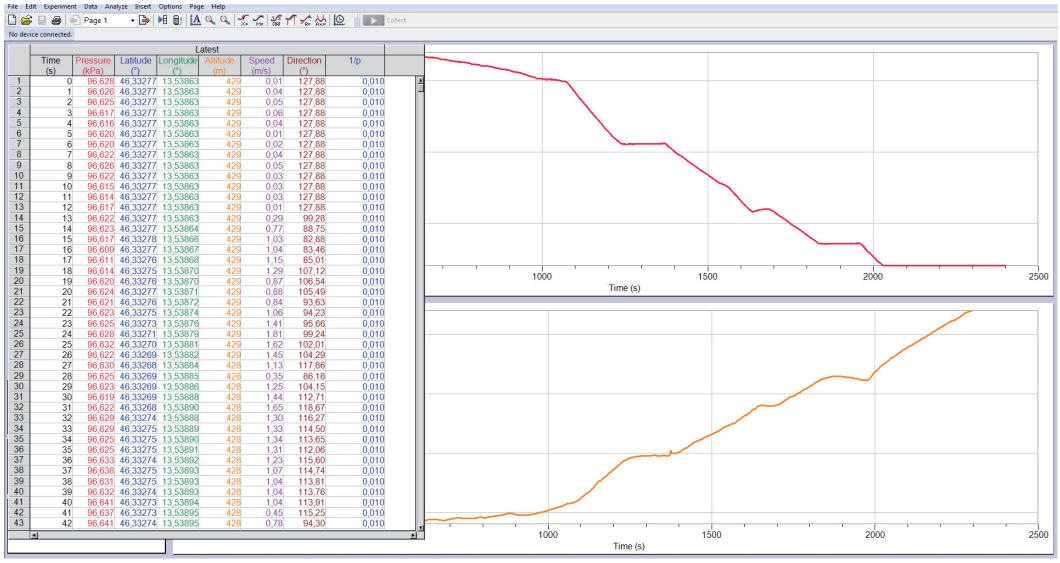
Za prvo temo je priložena tudi predstavitev, ki je dostopna na spletnem naslovu: http://www.slideserve.com/conley/gibanje-zemlje-in-lune-lunin-in-soncev-mrk (26. 11. 2012), ki je mogoč vir informacij za dijake, lahko pa namesto tega uporabljajo učbenike, knjige ali revije. V primeru dostopa do spleta je mogoče najti še veliko gradiv, ki so podobna priloženemu, tudi v slovenščini. Učnim listom so priloženi tudi odgovori na vprašanja.

Pri reševanju delovnega lista za drugo temo (Vrste galaksij) naj dijaki poiščejo vsebine v astronomskih knjigah, na spletu ali v revijah (Spika).

3.4.4 Meritve z GPS-senzorjem in barometrom

Miran Tratnik, Gimnazija Nova Gorica

Kratek opis za učitelje	V šoli v naravi imamo lepe možnosti za terensko delo dijakov. V gradivu je opisana meritev, ki jo lahko dijaki opravijo tudi na športnem dnevu, obdelajo pa doma ali v šoli. Za zajemanje podatkov sta uporabljena Vernierjeva GPS-senzor in barometer.				
Cilji	Z meritvami na terenu in poznejšo obdelavo podatkov dijaki spoznajo, da lahko z opremo iz fizikalnega kabineta obdelamo realno gibanje v naravi.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Delo z delovnimi listi. Uporaba Vernierjevih senzorjev za zajemanje podatkov na terenu in obdelava podatkov z računalniki.				
Priporočilo za izvedbo	V šoli v naravi ali na športnem dnevu. Zajemanje podatkov na terenu in ena šolska ura ter domače delo za obdelavo podatkov.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	lahka	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			



Slika 1: Prikaz rezultatov meritev, narejenih med vožnjo s kabinsko žičnico na Kanin.

Učni list za dijake

Meritve z GPS-senzorjem in barometrom

Ob vstopu v kabino žičnice sprožite meritev, s katero boste z GPS-senzorjem naslednje pol ure merili zemljepisno širino in dolžino, nadmorsko višino in hitrost, z barometrom pa spreminjanje zračnega tlaka. Sočasno začnite tudi ročno meriti čas.

Poleg tega v spodnjo preglednico ročno zapisujte nadmorsko višino posameznih stebrov.

Vse boste ponovili tudi med vožnjo navzdol.

Vožnja GOR

št. stebra	nadmorska višina (m)	št. stebra	nadmorska višina (m)
01	437	4	
02	438 čas	5	
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	čas
6		11	
7		12	
8		13	
9		14	
10		15	
11		16	čas
12		17	
13	čas	Postaja C (Skripi)	
14			čas
15		1	
16		2	
17		3	
18		4	
19		5	
20	čas	6	
21		7	
Postaja B (Čela)		8	čas
	čas	9	
1		Postaja D	2204
2			
3			

Vožnja DOL

št. stebra	nadmorska višina (m)		št. stebra	nadmorska višina (m)	
Postaja D	2204	čas	Postaja B (Čela)		
9					čas
8			21		
7			20		
6			19		
5			18		
4			17		
3			16		
2		čas	15		čas
1			14		
Postaja C (Skripi)			13		
		čas	12		
17			11		
16			10		
15			9		
14			8		
13		čas	7		
12			6		
11			5		
10			4		
9			3		
8			2		čas
7			1		
6			02	438	
5			01	437	
4					
3					
2					
1					

Obdelava meritev z GPS-senzorjem in barometrom

Zjutraj ste z GPS senzorjem merili zemljepisno širino in dolžino, nadmorsko višino in hitrost, z barometrom pa spreminjanje zračnega tlaka med spodnjo in zgornjo postajo kabinske žičnice na Kanin.

1. Meritve zemljepisne širine in dolžine izvozite v program Google Map.

   Na zemljevidu poiščite objekt, za katerega znate oceniti dimenzije (npr. teniško igrišče). S primerjavo velikosti izbranega objekta in dolžino žičnice na zemljevidu ocenite dolžino žičnice na Kanin.

   Ocenite, za koliko izmerjeni potek žičnice največ odstopa od dejanskega.

Pri točkah 2 – 5 boste delali s programom LoggerPro.

2. Narišite graf časovne odvisnosti nadmorske višine.

3. Narišite graf časovne odvisnosti zračnega tlaka.

Primerjajte podatke iz zgornjih dveh grafov z ročno zbranimi podatki med vožnjo in pojasnite kje, kdaj in zakaj se črti v grafih spreminja naklon.

4. **V meniju *Data* uporabite ukaz *New Calculated Column* in ustvarite stolpec z izračunano vrednostjo tlaka na določeni višini nad površino Zemlje, če za izračun uporabimo model, v katerem sega atmosfera 8,5 km visoko nad površje Zemlje in je gostota zraka ves čas 1,2 kg/m^3. Primerjajte izmerjene in izračunane vrednosti in ocenite ustreznost uporabljenega modela v tem primeru.

5. Narišite graf časovne odvisnosti hitrosti.

   S kolikšno hitrostjo se premika žičnica med vožnjo na Kanin?

   Kje, kdaj in zakaj se hitrost zelo zmanjša?

   Izračunajte dolžino žičnice na Kanin in izračunano vrednost primerjajte s podatki, ki ste jih ocenili v programu Google Map.

6. Odčitajte, za koliko se zmanjša tlak, ko se dvignemo za neko višino, in izračunajte povprečno gostoto zraka.

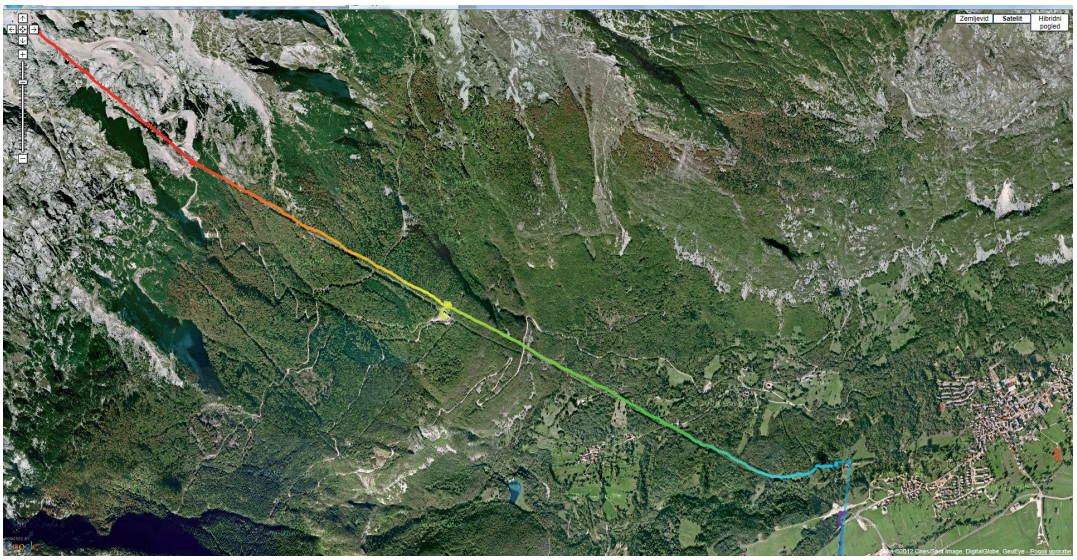
Priporočila za učitelje

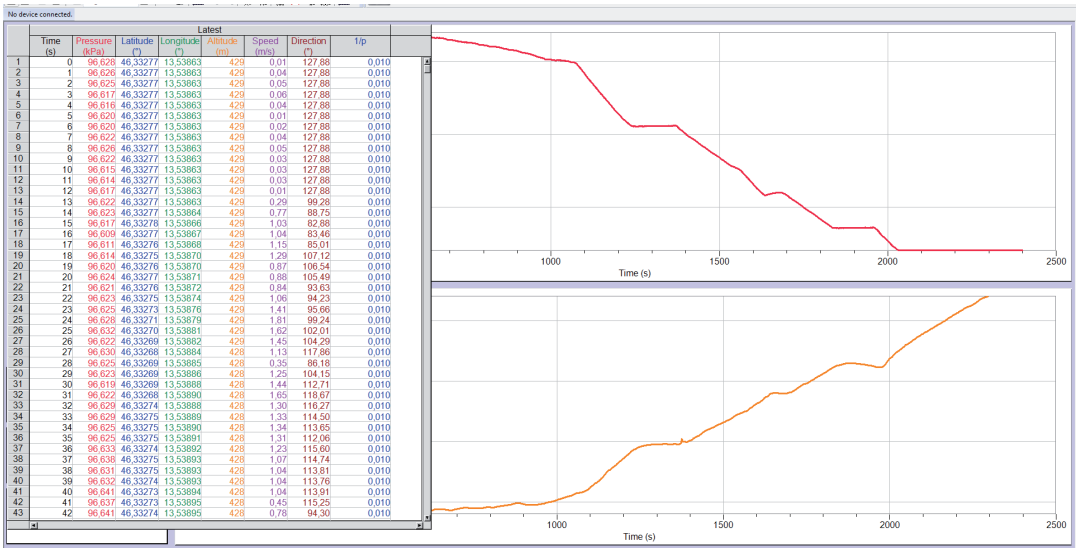
Meritve z GPS-senzorjem in barometrom

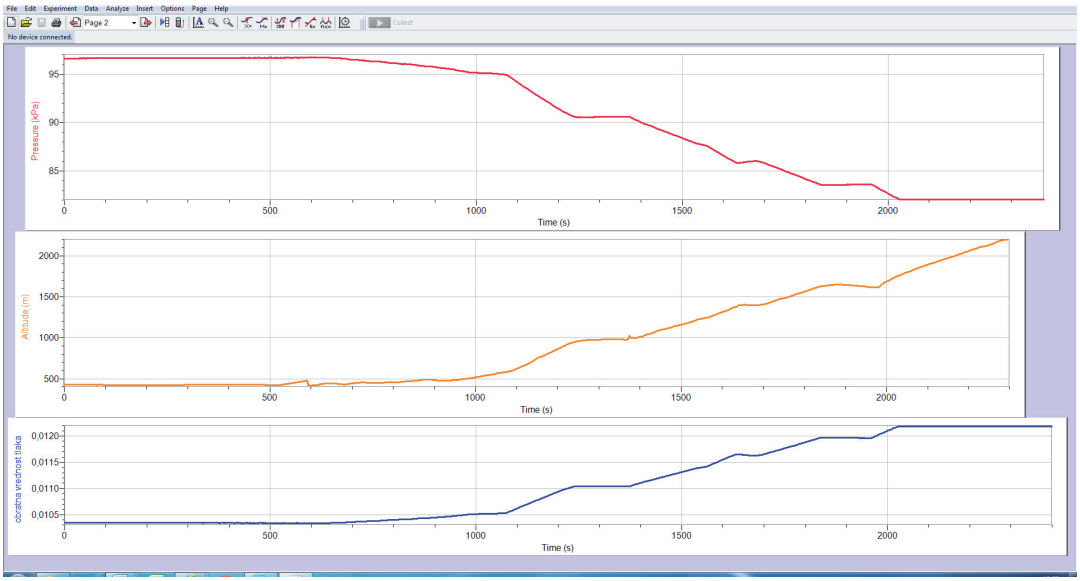
Poleg navedenih meritev lahko po želji dodamo še kakšno, na primer merjenje temperature zraka med vožnjo.

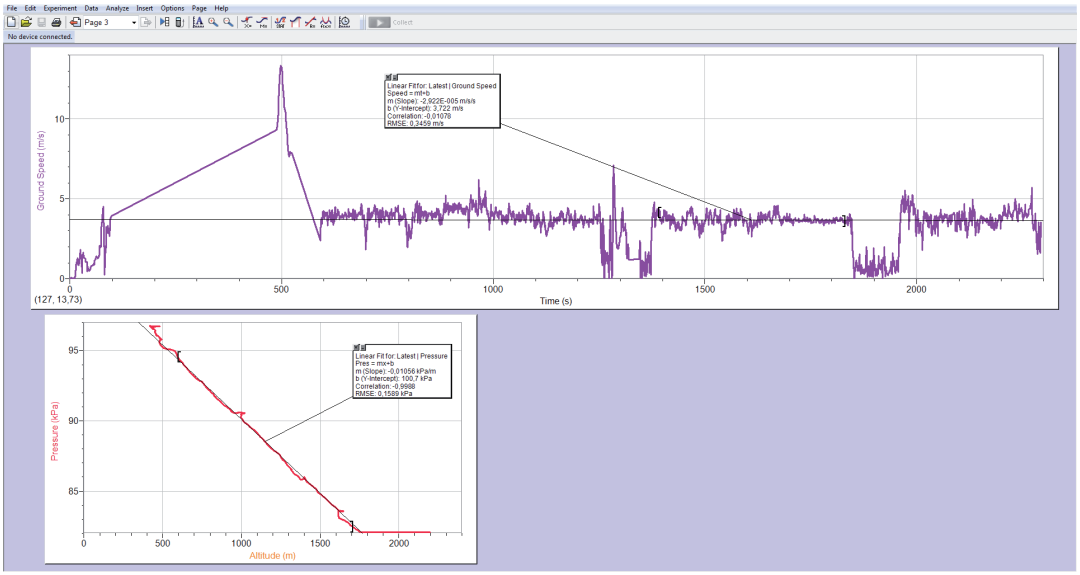
Obdelavo meritev lahko dopolnimo z obravnavo barometrske enačbe in odvisnosti temperature od nadmorske višine.

Rezultati obdelave meritev









Na grafu tlaka v odvisnosti od časa lahko vidimo, da smo v zadnjem delu merjenja dosegli spodnjo mejo merilnega območja barometra, ki znaša 0,8 bara (zgornja meja je 2 bara).

3.4.5 Analiza gibanja kolesarja po klancu

Peter Gabrovec, Gimnazija Bežigrad

Kratek opis za učitelje	Gradivo je navodilo za malo projektno nalogo. Dijak se s kolesom spusti po ravnem klancu in nato odkolesari po istem klancu še navzgor. Svoje gibanje meri s pomočjo Vernierjevega GPS-merilnika lege. Iz meritev hitrosti in višine v odvisnosti od časa določi silo zračnega upora in moč pri vožnji po klancu navzgor.				
Cilji	Dijaki pri vaji razvijajo veščine branja grafov gibanja in uporabijo znanje s področja kinematike, sil in energije v avtentični situaciji.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dejavnost izvedejo dijaki kot samostojno projektno nalogo zunaj rednega pouka.				
Priporočilo za izvedbo	Dejavnost lahko izvedemo po obravnavi gibanja in energije.				
Čas za izvedbo	3 ure	**Zahtevnost**	težka	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Učni list za dijake

Analiza gibanja kolesarja po klancu

Naloga

S kolesom se spusti po klancu s čim bolj stalnim naklonom in med meritvijo z GPS-merilnikom meri trenutne hitrosti in višine.

a) Iz meritev določi vsoto zaviralnih sil pri vožnji z ravnovesno hitrostjo.

b) Določi vsoto vseh zaviralnih sil pri hitrosti, s katero si vozil po istem klancu navzgor.

c) Določi moč pri vožnji po klancu navzgor.

Potek dela

a) Meritev na terenu

Izberi dovolj dolg klanec s čim bolj stalnim naklonom. Vklopi merilnik in se brez začetnega poganjanja spusti s kolesom po klancu.

Kot ločeno meritev posnemi tudi podatke o kolesarjenju po istem klancu navzgor.

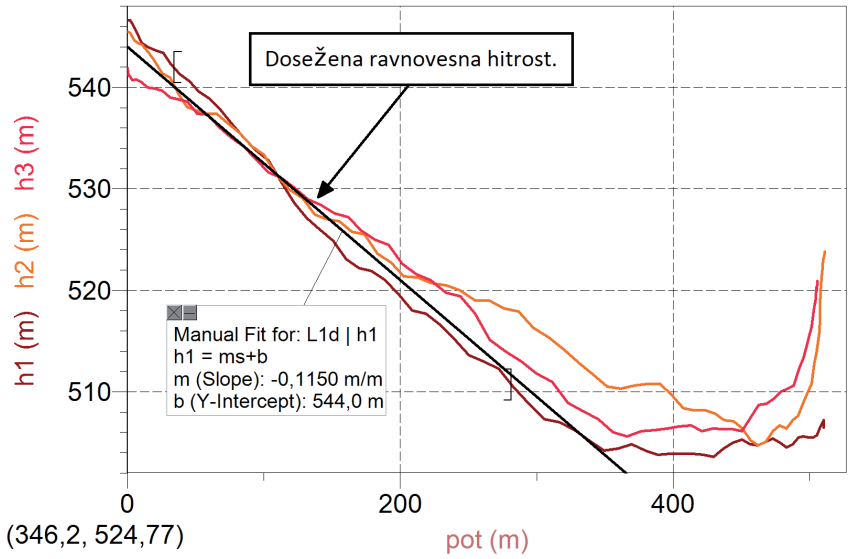
b) Obdelava podatkov

- Vstavi nov stolpec (*New calculated column*) »pot«. Za definicijo količine pot izberi *functions* -> *calculus* -> *integral*, za parameter funkcije izberi hitrost. Tako izračunani podatki v stolpcu so prevožena pot od začetka meritve.
- Z osebno tehtnico določi še skupno težo tebe in kolesa.
- Prikaži graf višine (»altitude«) v odvisnosti od poti in mu prilagodi linearno funkcijo. Naklon tega grafa je kar strmina klanca v %. Odčitaj ga.
- Prikaži še graf $v(t)$ in odčitaj ravnovesno hitrost, ki si jo dosegel na tem klancu. Če si vozil po klancu brez poganjanja enakomerno, je bila dinamična komponenta teže enaka vsoti vseh zaviralnih sil pri gibanju (zračni upor in zaviralne sile, ki nastopijo zaradi kotaljenja kolesa po cesti). Izračunaj to vsoto pri tej hitrosti.
- Iz meritev vožnje po klancu navzgor določi povprečno hitrost pri tem gibanju. Na grafu $v(t)$ za gibanje navzdol določi naklon grafa pri hitrosti, s katero si se gibal navzgor. Odčitani naklon je pospešek. Iz pospeška, naklona klanca in teže določi vsoto vseh zaviralnih sil pri tej hitrosti. Predpostavimo lahko, da so tolikšne sile zavirale tudi gibanje po klancu navzgor. Iz vsote vseh zaviralnih sil, naklona klanca in mase kolesarja in kolesa izračunaj moč kolesarja pri poganjanju po klancu navzgor.

Priporočila za učitelje

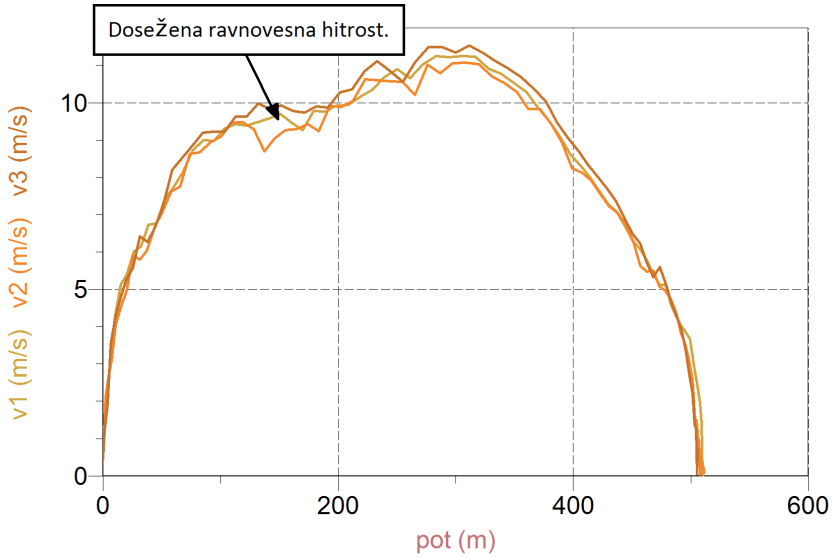
Analiza gibanja kolesarja po klancu

Prikaz konkretnih meritev treh spustov po istem klancu.



Graf 1: Graf višine v odvisnosti od poti za vsa tri gibanja.

Vidimo lahko, da je meritev precej nenatančna, saj smo za tri povsem enake ponovitve dobili precej različne krivulje. Vseeno pa je možno oceniti, da je naklon prvega dela klanca okrog 12 %.



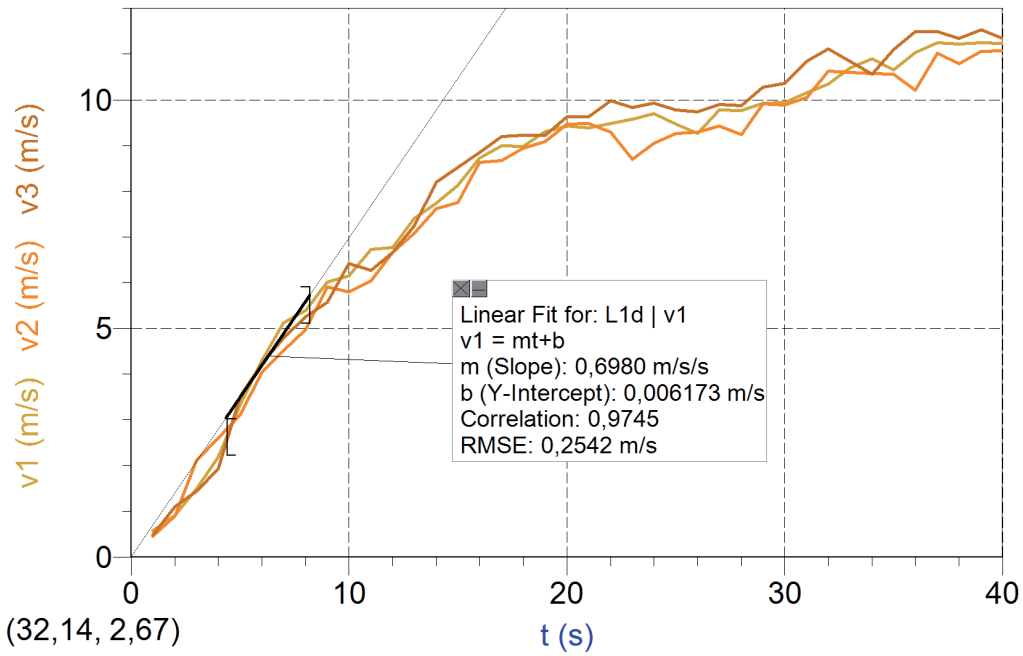
Graf 2: Graf hitrosti v odvisnosti od poti.

Pri določanju ravnovesne hitrosti moramo upoštevati konkretno obliko klanca, po katerem smo vozili, ki jih žal iz meritve višine po navadi premalo natančno zaznamo. V prikazanem primeru je 200 metrom stalnega naklona sledil nekoliko strmejši del, ki se je hitro iztekel v raven del in celo rahel klanček navzgor. Zato izberemo za ravnovesno hitrost tisto na koncu prvih 180 m, iz grafa *v(s)* vidimo, da je bila na koncu tega odseka hitrost nekaj časa stalna 9,5 m/s. Pozneje se je hitrost na strmejšem delu ponovno povečala, vendar zaradi hitrega izteka klanca nismo dosegli ravnovesne hitrosti.

Masa kolesarja in kolesa skupaj je 89,3 kg.

Za to hitrost lahko ocenimo silo upora: $Fu = m\ g\ \sin\alpha = m\ g\ tg\ \alpha = 0{,}119\ m\ g = 104\ N.$

Ocenimo še *Fu* pri hitrosti okrog 4 m/s, kar smo izmerili kot povprečno hitrost pri enakomerni vožnji po klancu navzgor. Prikažemo graf *v(t)* in na njem ocenimo naklon pri hitrostih okrog 4 m/s:



Graf 3: Graf *v(t)* za spust kolesarja

Odčitani naklon 0,70 m/s² je pospešek. Kolo v tem trenutku pospešuje dinamična komponenta teže, zavira pa sila upora:

$m\ \alpha = m\ g\ \sin\alpha - Fu.$

Sila upora je torej:

$Fu = m\ g\ \sin\alpha - m\ a = 104\ N - 63\ N = 41\ N.$

Če se je kolesar vozil po tem klancu navzgor s takšno hitrostjo, je poganjal z močjo

$P = (m\ g\ \sin\alpha + Fu)\ v = (104\ N + 41\ N)\ 4\ m/s = 580\ W.$

3.4.6 Koliko energije se sprošča v človeškem telesu pri zgorevanju hrane ob različnih dejavnostih

Mag. Miroslav Cvahte, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Energijo, ki se sprošča pri izgorevanju hranilnih snovi v celicah telesa (pri metabolizmu), telo oddaja kot delo in toploto, pri čemer velja energijski zakon. Z lahkoto izračunamo, koliko energije telo sprejme pri zaužitju različnih vrst hrane. Tiste, ki imajo preveliko telesno maso, pa zelo zanima, koliko energije na minuto se sprosti pri zgorevanju hranilnih snovi v telesu pri npr. hoji, kolesarjenju, spanju itd. Z merilnikom kisika v zraku, ki so ga gimnazije dobile ob opremljanju za pouk naravoslovnih predmetov v letu 2012, lahko izmerimo količino kisika v izdihanem zraku in iz tega izračunamo energijo, ki se sprošča ob zgorevanju hrane pri različnih dejavnostih, podobno kot to delajo v raziskovalnih laboratorijih. Vajo izvajamo z vmesnikom LabQuest in merilnikom kisika v zraku, namesto vmesnika LabQuest lahko uporabimo vmesnik LabPro s programom LoggerPro. Vaja ponuja zanimivo medpredmetno povezavo, saj sega na področja, ki jih gimnazijci obravnavajo pri pouku biologije, kemije in fizike.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • v praktičnih primerih spoznajo in povezujejo vsebine, ki jih obravnavajo pri pouku biologije, kemije in fizike; • uporabljajo sodobno računalniško merilno opremo in rezultate prikažejo s preglednicami in grafi; • so bolje motivirani, saj jih zanimajo vsebine, ki so povezane z delovanjem človeškega telesa, ob tem pa lažje razumejo zapletene procese, ki se dogajajo v živih bitjih; • razvijajo naravoslovni način mišljenja.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo vajo v dvojicah. Ker imajo šole praviloma le dva ali tri merilnike kisika v zraku, več skupin uporablja isti merilnik. Vsaka meritev traja približno eno minuto.				
Priporočilo za izvedbo	Vajo lahko izvedemo po predelanem poglavju o toploti, zelo primerna je za maturitetni program. Zaradi varovanja zdravja naj bodo učitelji pozorni, da bodo dijaki upoštevali opozorila, ki so zapisana v učnem listu. Učitelj, ki je preizkusil vajo v razredu, svetuje, da se učitelji nanjo nekoliko bolj pripravijo, saj obravnava tudi nekatere vsebine iz biologije in kemije.				
Čas za izvedbo	1 ura	**Zahtevnost**	osnovna in dodatne naloge	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc).			

Učni list za dijake

Koliko energije se sprošča v človeškem telesu pri zgorevanju hrane ob različnih dejavnostih

Potrebna oprema: vmesnik LabQuest in merilnik kisika v zraku na stojalu (za več skupin), cevka, ki jo zvijemo iz polovice lista A4 (30 cm x 10,5 cm in zlepimo s selotejpom, 16-litrska (ali 10-litrska) plastična vrečka, gumica za pritrditev vrečke na cevko, ročna štoparica.

Uvod

Energijo, ki se sprošča pri gorenju hranilnih snovi v celicah telesa (pri metabolizmu), telo oddaja kot delo in toploto, pri čemer velja energijski zakon.

Pri pouku fizike obravnavamo, koliko energije se sprosti pri gorenju goriv:

Snov	***E/m***
bencin	44 MJ/kg
rjavi premog	20 MJ/kg
les	15 MJ/kg

Pri avtomobilu ni težko izmeriti mase pokurjenega bencina na časovno enoto, ko npr. avto vozi s hitrostjo 100 km/h, in izračunati, koliko energije se sprosti pri gorenju bencina na časovno enoto.

Tudi za človeka bi radi vedeli, koliko energije na minuto se sprosti pri zgorevanju hranilnih snovi v telesu pri npr. hoji, kolesarjenju, spanju itd. Sežigno toploto posameznih hranilnih snovi poznamo, nikakor pa ne moremo izmeriti mase zgorelih hranilnih snovi. Lahko pa izmerimo količino porabljenega kisika in iz tega izračunamo energijo, ki se sprošča pri zgorevanju hrane.

Avtomobil: 1 kg bencina + kisik → voda + ogljikov dioksid + 44 MJ

Človek: 180 g glukoze + 134 litrov kisika → voda + ogljikov dioksid + 2,9 MJ

Podrobneje si oglejmo enačbo za oksidacijo enega mola glukoze. Pod enačbo so zapisane mase ali prostornine reaktantov, pri čemer smo upoštevali, da je prostornina 6 molov plina pri normalnih pogojih enaka 6 · 22,4 litra = 134 litrov.

Iz enačbe lahko izračunamo dva pomembna podatka:

$$\underset{\text{w 180 g}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{134 litrov w}}{6\,O_2} \rightarrow \underset{\text{108 g}}{6\,H_2O} + \underset{\text{134 litrov}}{6\,CO_2} + 2{,}9\ \text{MJ}$$

- energijo, ki se sprosti pri gorenju 1 kg glukoze: $E/m = 2{,}9\ \text{MJ}/0{,}18\ \text{kg} = 16\ \text{MJ/kg}$
- energijo, ki se sprosti na liter porabljenega kisika O_2: $E/V_{kisik} = 2{,}9\ \text{MJ}/134\ \text{l} = 21\ \text{kJ/l}$

Podobne enačbe, kot smo jo zapisali za glukozo, lahko zapišemo tudi za gorenje drugih hranljivih snovi. Rezultati za nekatere vrste hrane in goriv so zbrani v preglednici:

Preglednica 1: V levem stolpcu je zapisana energija, ki se sprosti na liter porabljenega kisika O_2. Energija, ki se sprosti pri gorenju 1 kg snovi (desni stolpec), je približno enaka specifični sežigni toploti, v prehranski industriji to količino imenujejo energijska vrednost hrane.

Snov	E/V_{kisik} **(kJ/l)**	E/m **(MJ/kg)**
ogljikovi hidrati	22	17
beljakovine	18	17
maščobe	20	39
alkohol	21	30

Merjenje sproščanja energije pri metabolizmu

Iz preglednice vidimo, da je povprečna energija, ki se sprosti na liter porabljenega kisika $E/V_{kisik} \approx 20$ kJ/l.

V laboratorijih s posebnimi dihalnimi aparati merijo prostornino kisika v vdihanem in izdihanem zraku in tako določijo porabo kisika na časovno enoto V_{kisik}/t pri različnih dejavnostih. Z izmerjenimi vrednostmi za vsako dejavnost izračunajo energijski tok metabolizma

$$P_{met} = E/t = (V_{kisik} \cdot 20\ kJ/l\ ) /t = (V_{kisik} / t) \cdot 20\ kJ/l$$

Preglednica 2: Podatki so pomembni za tiste, ki želijo shujšati.[2]

Aktivnost	**Poraba kisika**	**Energijski tok metabolizma**
	V_{kisik}/t	P_{met}
spanje	0,25 l/min	80 W
vožnja avtomobila	0,40	140
poučevanje	0,60	200
hoja – 5 km/h	0,75	260
kolesarjenje – 15 km/h	1,15	400
igranje tenisa	1,25	450
kolesarjenje – 21 km/h	2,0	700
igranje košarke	2,3	800
kolesarjenje – 45 km/h (tekma)	4,6	1600

[2] ***Dodatna literatura*** *za dijake, ki jih zanimajo energijske pretvorbe v človeškem telesu, in za tiste, ki bi radi shujšali: Cvahte, M. (1998). Energijske pretvorbe v človeškem telesu. Fizika v šoli, let. 1998, št. 1.*

Opozorila za izvedbo vaje:

- **Zaradi varovanja zdravja naj si vsaka poskusna oseba izdela svojo cevko in naj uporabi svojo vrečko.**
- **Meritve ob telesni obremenitvi in poskus z zadrževanjem zraka naj izvajajo le dijaki, ki so telesno povsem zdravi.**
- **Poskusne osebe pri zadrževanju zraka ne smejo pretiravati in naj ne poskušajo doseči nadpovprečnih rezultatov.**

Naloge

Približno izmerite, koliko energije se sprosti v človeškem telesu na časovno enoto pri dveh značilnih dejavnostih:

- pri sedenju (dihajte zelo počasi);
- pri teku. Tek simulirate tako, da približno eno minuto tečete na mestu, tako da se močno zadihate (frekvenca bitja srca približno 120/min). Nato izdihavajte zrak v vrečko, da jo napolnite;

Iz enačbe $P_{metabolizma} = E/t = V_{kisik}/t \cdot 20\ kJ/l$ vidimo, da moramo izmeriti, koliko kisika porabi človeško telo v določenem času. Med meritvijo vdihavajte zrak skozi nos in izdihavajte skozi cevko v plastično vrečko. Pri meritvah ne pozabite izmeriti, v kolikšnem času ste nadihali polno vrečko.

Slika 1: Z merilnikom kisika v zraku izmerimo odstotek kisika v izdihanem zraku (foto: M. Cvahte).

Ko nadihate polno vrečko zraka, jo previdno namestite na merilnik kisika (glej sliko), tako da zrak ne bo prehajal iz okolice v vrečko.

Napotki

1. Izmerite prostornino vdihanega (oziroma izdihanega) zraka v določenem času za obe dejavnosti;
2. Z vmesnikom LabQuest in merilnikom kisika v zraku izmerite, kolikšen je odstotek kisika v vdihanem in izdihanem zraku.
3. Po enačbi $V_{kisika}/t = V_{vrečke} \cdot$ (% kisika v vdihanem zraku – % kisika v izdihanem zraku)/t izračunajte prostornino porabljenega kisika v določenem času.

   Razložite, kako pridemo do take enačbe!
4. Izračunajte, približno koliko energije se sprosti v človeškem telesu na časovno enoto pri obeh dejavnostih. Energijo metabolizma na časovno enoto izračunamo po enačbi: $P_{metabolizma} = E/t = V_{kisik}/t \cdot 20\ kJ/l$.
5. * Predlagajte vsaj en način za merjenje prostornine zraka v vrečki. Kot prvi približek lahko uporabimo kar prostornino, ki je napisana na etiketi vrečk.

Dodatni nalogi: Napravite še naslednji meritvi!

6. Izmerite odstotek kisika v izdihanem zraku po zadrževanju zraka v pljučih (kot da bi se potapljali). Shranite graf, ki kaže meritev deleža kisika v zraku v odvisnosti od časa za vdihan in izdihan zrak.
7. Med sedenjem izmerite odstotek kisika v izdihanem zraku pri hitrem dihanju (kot da se delamo, da smo zelo dejavni). Shranite graf, ki kaže meritev deleža kisika v zraku v odvisnosti od časa za vdihan in izdihan zrak.

Priporočila za učitelje

Koliko energije se sprošča v človeškem telesu pri zgorevanju hrane ob različnih dejavnostih

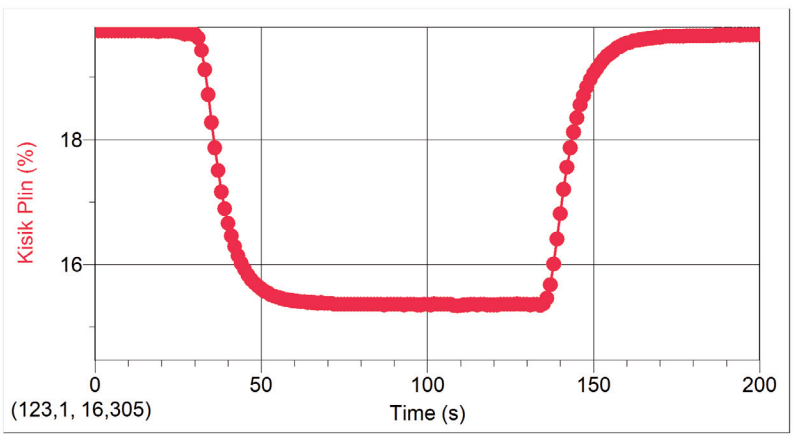
Učitelji naj nadzirajo dijake, da bodo upoštevali opozorila:

- Zaradi varovanja zdravja naj si vsaka poskusna oseba izdela svojo cevko in naj uporabi svojo vrečko.
- Meritve ob telesni obremenitvi in poskus z zadrževanjem zraka naj izvajajo le dijaki, ki so telesno povsem zdravi.
- Pri zadrževanju zraka naj ne pretiravajo in naj ne poskušajo doseči nadpovprečnih rezultatov.
- V trgovinah nekoliko težje najdemo plastične vrečke s prostornino 10 l ali 16 l ali pa so precej drage (biovrečke). Ugodno jih lahko kupimo v prodajalnah OBI, 20 vrečk stane približno en evro.
- Prostornino vrečke lahko približno izmerimo tako, da jo napolnimo z vodo, pri čemer pa naj bo vrečka v skledi s kroglastim dnom (ali vsaj v vedru), da se ne raztrga. Da ne bo poplave, izvajajte meritev v večjem umivalniku ali večji posodi. Za prostornino zavezane vrečke (kot kaže fotografija), smo izmerili (8,0 l ± 0,5 l), na nalepki pa je bil napis 10 l. Nekatere vrečke imajo, potem ko jih napihnemo, približno obliko krogle (glejte fotografijo). Tako lahko približno določimo njihovo prostornino.

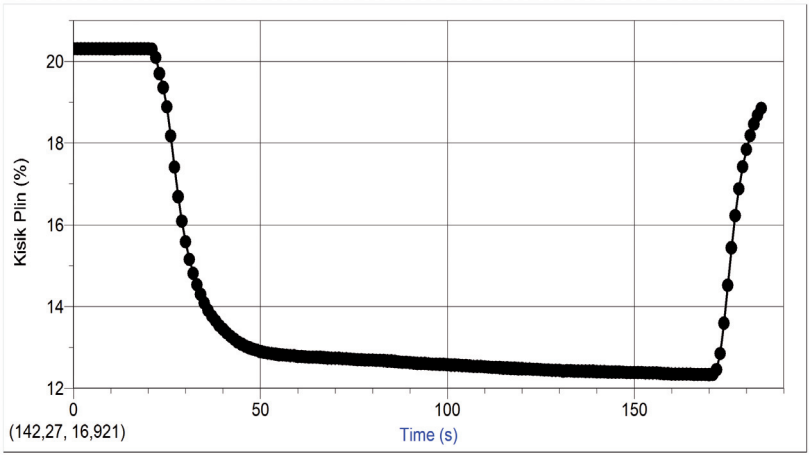
Rezultati

Sedenje: $P_{metabolizma} \approx 100$ W

Tek na mestu: $P_{metabolizma} \approx 250$ W do 500 W, odvisno od intenzivnosti teka.



Graf 1: Delež kisika v izdihanem zraku pri teku na mestu. Odzivni čas merilnika kisika v zraku je nekaj deset sekund.



Graf 2: Delež kisika v izdihanem zraku po zadrževanju zraka v pljučih (Meritev je izvedel učitelj, ki je trenirani potapljač).

3.4.7 Zračni upor – meritve z računalniško merilno opremo in brez nje

Mag. Miroslav Cvahte, Zavod RS za šolstvo

Kratek opis za učitelje	Če spustimo papirno skodelico za kolače z višine približno dva metra, se najprej giblje pospešeno, nato pa se začne gibati enakomerno s končno hitrostjo v_k. Dijaki spuščajo papirne skodelice, najprej eno, potem dve skupaj ... in končno štiri skodelice skupaj ter vsakokrat merijo končno hitrost padanja. Ugotoviti morajo, ali je pri padanju skodelic sila upora zraka *Fu* premo sorazmerna s končno hitrostjo v_k ali pa je sila upora zraka *Fu* premo sorazmerna s kvadratom končne hitrosti gibanja v_k^2. Končno hitrost padanja lahko dijaki merijo na tri načine, prva dva sta s sodobno računalniško merilno opremo, zadnji pa je s štoparico na mobilnem telefonu. Dijaki izvajajo vajo v skupinah. Vsaka skupina izbere enega izmed treh predlaganih načinov. Učitelj poskrbi, da so zastopani vsi trije načini in da vsaj dve skupini bolje motiviranih dijakov izbereta zahtevnejši način z videoanalizo.				
Cilji	Dijaki/dijakinje: • uporabljajo sodobno računalniško merilno opremo in računalniški program za merjenje, za risanje grafov in analizo podatkov; • razvijajo naravoslovni način mišljenja; • razumejo delovanje ultrazvočnega slednika; • razumejo postopek videoanalize za meritve v kinematiki; • uporabljajo enačbe za pot in hitrost pri padanju teles; • znajo uporabiti Newtonove zakone pri padanju; • rezultate prikažejo s preglednicami in grafi z računalniškim programom *LoggerPro*.				
Priporočilo za oblike in metode dela	Dijaki izvajajo vajo v skupinah (praviloma dva do trije dijaki). Vsaka skupina izbere enega izmed treh predlaganih načinov. Učitelj poskrbi, da dijaki izvajajo vajo na vse tri načine. Pri naslednjih urah dijaki na kratko predstavijo vse tri načine.				
Priporočilo za izvedbo	Učno enoto izvedemo, ko dijaki že obvladajo gibanja in Newtonove zakone.				
Čas za izvedbo	1 ura, bolje motivirani dijaki opravijo nekaj dela doma	**Zahtevnost**	več ravni	**Vključen eksperiment**	da
Priloge		• učni list za dijake (pdf, doc), • priporočila za učitelje (pdf, doc), • datoteka programa LoggerPro (cmbl).			

Učni list za dijake

Zračni upor – meritve z računalniško merilno opremo in brez nje

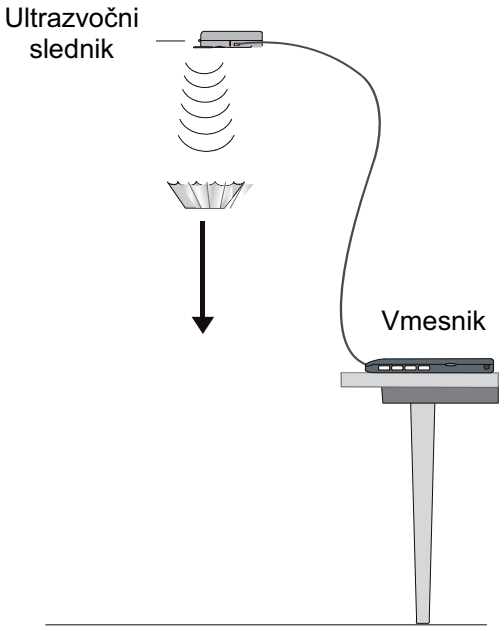
Namen vaje

Pri poskusu boste raziskali, kako se spreminja sila upora zraka na padajoče telo v odvisnosti od hitrosti padanja. Meritve lahko izvedete na enega od treh načinov, ki so navedeni spodaj.

Pribor

- 5 papirnih skodelic za peko peciva. Masa 100 papirnih skodelic je ..... gramov.
- **prvi način:** vmesnik LabQuest, ultrazvočni slednik;
- **drugi način:** računalnik s programom LoggerPro, spletna kamera na stojalu (ali digitalni fotoaparat, lahko tudi prenosni telefon), merilna palica z dolžino 1 m, merilni trak;
- **tretji način:** digitalna štoparica (ali mobilni telefon), kazalnik za označevanje višine, merilni trak.

OSNOVNA NALOGA



Če spustimo papirno skodelico z višine približno dva metra, se najprej giblje pospešeno, nato pa se začne gibati enakomerno s končno hitrostjo v_k .

Spuščajte papirne skodelice, najprej eno, potem dve skupaj ... in končno štiri skodelice skupaj ter vsakokrat merite doseženo končno hitrost padanja. Ugotovite, ali je pri padanju skodelic sila upora zraka *Fu* pri končni hitrosti premo sorazmerna s končno hitrostjo v_k, ali pa je sila upora zraka *Fu* pri končni hitrosti premo sorazmerna s kvadratom končne hitrosti gibanja v_k^2. To najlaže napravite tako, da narišete grafa $Fu = Fu(v_k)$ in $Fu = Fu(v_k^2)$ in ugotovite, katera odvisnost je linearna. Namesto navedenih dveh grafov je dovolj, da narišete grafa $N = N(v_k)$ in $N = N(v_k^2)$, pri čemer je N število skodelic.

Slika 1: Skica meritve.

***Vprašanje:** Razložite in z enačbami pokažite, da je sila upora zraka *Fu* premo sorazmerna s številom skodelic N in da imata grafa $Fu = Fu\ (v_k)$ in $N = N(v_k)$ enako obliko.

Število skodelic N	v_k (m/s)	v_k^2 (m²/s²)
1		
2		
3		
4		

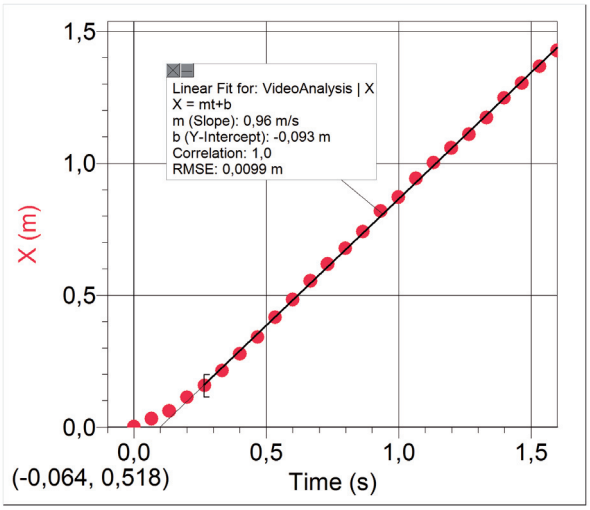
Končno hitrost padanja lahko merimo na tri načine, ki so navedeni spodaj.

Vsaka skupina naj izbere enega izmed treh spodaj opisanih načinov merjenja končne hitrosti padanja. Dijaki naj narišejo oba grafa in odgovorijo, ali je pri padanju skodelic sila upora zraka *Fu* premo sorazmerna s končno hitrostjo v_k ali pa je sila upora zraka *Fu* premo sorazmerna s kvadratom končne hitrosti gibanja v_k^2.

1. Merjenje hitrosti z ultrazvočnim slednikom in vmesnikom LabQuest

Če spustimo papirno skodelico z višine približno dva metra, se najprej giblje pospešeno, nato pa enakomerno. Hitrost merite z vmesnikom LabQuest in UZ-slednikom.

Hitrost najlaže merimo tako, da nam program nariše lego telesa v odvisnosti od časa, iz strmine pa nato določimo hitrost padanja (graf 1).

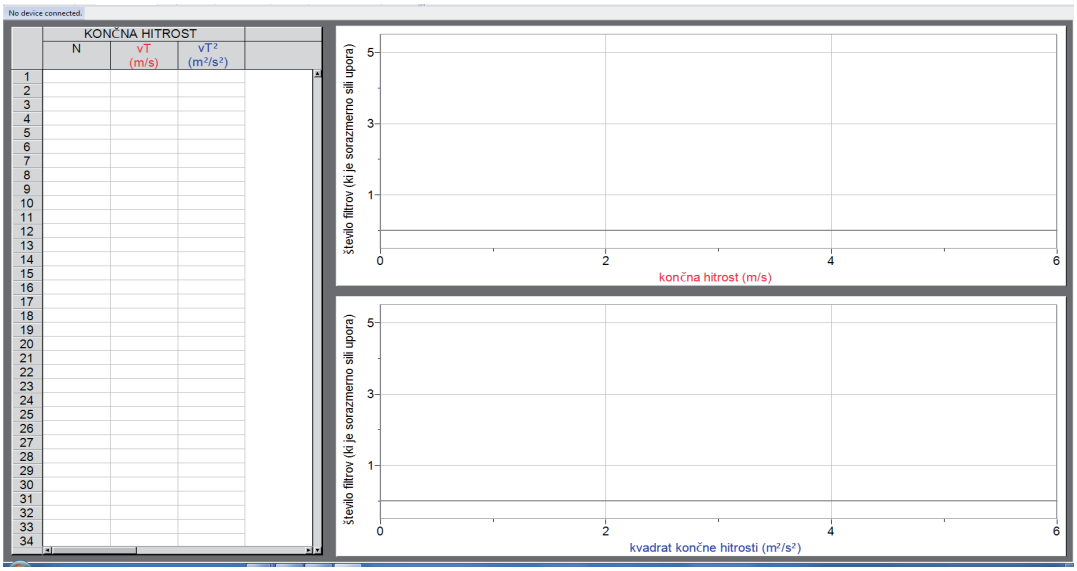


Graf 1: Lega skodelice v odvisnosti od časa, iz strmine določimo hitrost padanja.

Na vmesniku LabQuest nastavite: Način/časovna osnova/20 meritev na sekundo/ trajanje 5 sekund.

Tako izmerite končne hitrosti pri padanju ene, dveh, ... štirih papirnih skodelic.

Zahtevana grafa $N = N(v_k)$ in $N = N(v_k^2)$ lahko narišete ročno, precej časa pa boste prihranili, če ju boste narisali z računalnikom, npr. s programom LoggerPro. Odprite priloženo datoteko ZRACNI UPOR_PREDLOGA.cmbl in v preglednico na strani 2 (Page 2) vpišite število skodelic N in vrednosti končnih hitrosti v_k. Izrisala se vam bosta oba grafa.



Slika 2: Precej časa boste prihranili, če boste zahtevana grafa narisali z računalnikom, npr. s programom LoggerPro. Odprite priloženo datoteko ZRACNI UPOR_PREDLOGA.cmbl.

2. **Merjenje hitrosti s spletno kamero in računalnikom

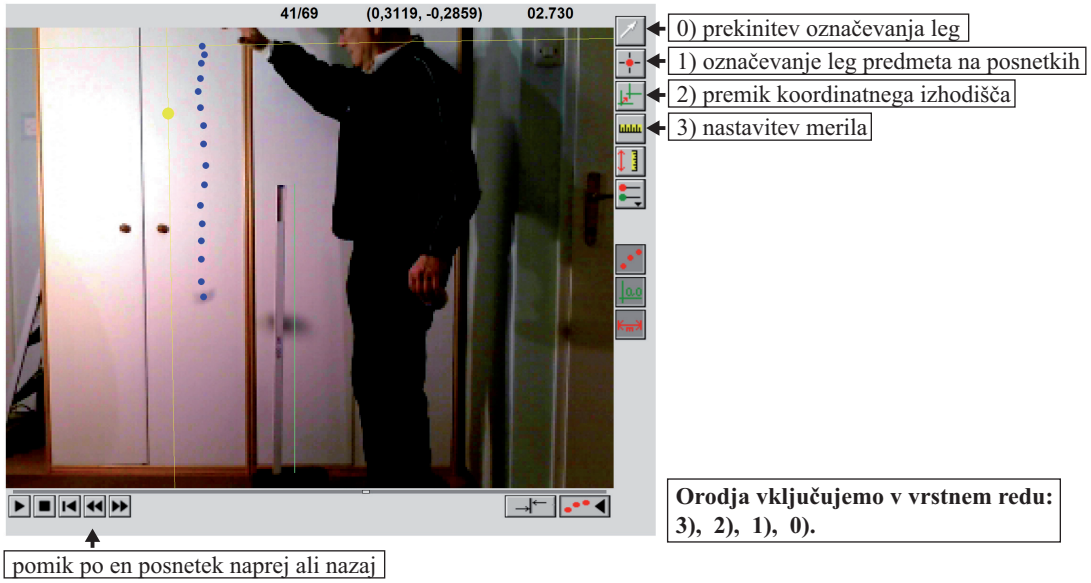
Drugi način za merjenje končne hitrosti je videoanaliza. Program izmeri in nariše lego telesa v odvisnosti od časa, iz strmine pa nato določimo hitrost padanja.

S spletno kamero (cena 20 do 50 evrov), ki jo priključimo na USB-vhod računalnika, se posnetek poskusa prek programa LoggerPro neposredno prenese na trdi disk računalnika in takoj lahko naredimo videoanalizo gibanja. V osnovnem meniju programa izberemo *Insert* in možnost *Video Capture*, vse drugo pa naredimo tako, kot je opisano v nadaljevanju spodaj. Če snemamo s fotoaparatom ali mobilnim telefonom, posneti film prenesemo na trdi disk računalnika, v programu *LoggerPro* pa namesto *Insert/Video Capture* izberemo ukaz *Insert/Movie*). Lepše posnetke dobimo, če uporabimo navadni digitalni fotoaparat in posnamemo nekaj sekundne filme poskusa, vendar je meritev nekoliko bolj zamudna.

Postopek videoanalize

- Na računalniku poženemo program LoggerPro in v osnovnem meniju izberemo *Insert* in možnost *Video Capture*, ter pod posnetkom spodaj desno kliknemo na ikono za videoanalizo gibanja . Ob tem se na desni strani slike odpre navpični meni z ikonami (glejte sliko na naslednji strani).
- 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, ki pa mora biti na enaki razdalji od kamere, kot je skodelica.

- 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 preglednico zapiše trenutni čas in obe koordinati. Hkrati riše v diagram točke realnih koordinat telesa (v metrih) v odvisnosti od časa.



Slika 3: Posnetek je narejen s spletno kamero. Lepše posnetke dobimo, če uporabimo navadni digitalni fotoaparat, vendar je meritev nekoliko bolj zamudna (foto: M. Cvahte).

- 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*.

3. * Merjenje hitrosti s štoparico (mobilnega telefona)

Končne hitrosti lahko približno izmerimo tudi ročno – glejte nalogo z državnega tekmovanja iz fizike za osnovnošolce 2009, ki je v prilogi. Naloga je zahtevala le graf $Fu = Fu\ (v_k)$, v nalogi pa je nekaj zanimivih fizikalnih vprašanj. Dijaki naj izvedejo nalogo, dodatno pa naj narišejo še oba grafa $Fu = Fu\ (v_k)$ in $Fu = Fu\ (v_k^2)$ oziroma $N = N(v_k)$ in $N = N(v_k^2)$.

Dodatni nalogi

Bolje motivirani dijaki lahko spodnji dve nalogi opravijo doma ali pa pri pouku fizike, ko večina utrjuje osnovna znanja.

* Določite koeficient upora za papirno skodelico!

* V programu Excel naredite predlogo, ki bo nadomestila predlogo ZRACNI UPOR_PREDLOGA.cmbl, tako da bi lahko grafa (slika 2) narisali z Excelom.

Varianta navodil za podobno vajo z minimalno potrebno opremo (eksperimentalna naloga državnega tekmovanja v znanju fizike leta 2009 za osnovnošolce)

Pri poskusu boš raziskoval, kako se spreminja sila upora zraka na padajoče telo v odvisnosti od hitrosti padanja.

Pribor: dve papirni skodelici, digitalna štoparica, kazalnik za označevanje višine.

Masa 100 papirnih skodelic je ..... gramov.

Če spustimo papirno skodelico z višine približno 1,8 m, se najprej giblje pospešeno, zadnjih 100 cm pa pada enakomerno.

a) Postavi eno skodelico v drugo in ju spusti z višine približno 180 cm ter meri čas padanja za zadnjih 100 cm. Meritev napravi trikrat in izračunaj povprečni čas padanja. Ker se skodelici zadnjih 100 cm gibljeta premo enakomerno, lahko ugotovimo, kolikšna je sila upora.

2 skodelici: $v_2 =$ $F_{upora2} =$

.....

b) Nato poskus ponovi z eno skodelico, trikrat izmeri čas padanja ter izračunaj hitrost in silo upora.

1 skodelica: $v_1 =$ $F_{upora1} =$

.....

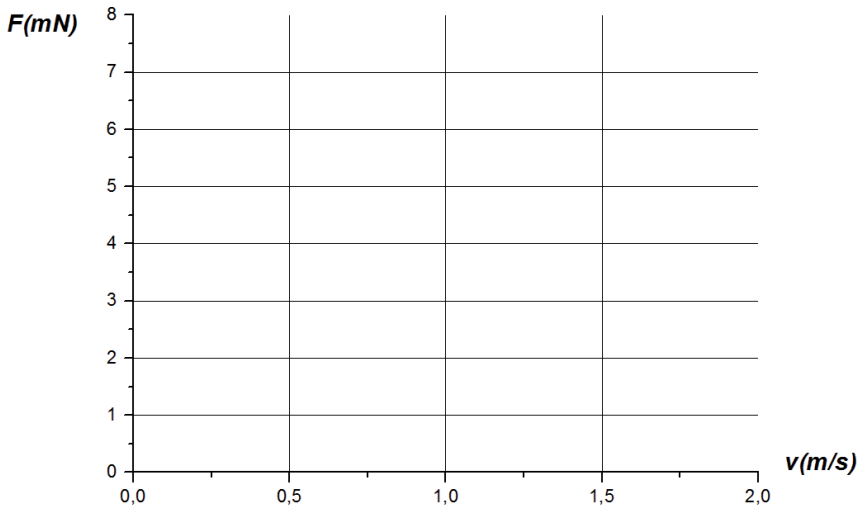
c) Rezultat tretje meritve ugotovimo z miselnim poskusom. Denimo, da bi bila skodelica iz tako tankega papirja, da bi imela npr. 100-krat manjšo maso kot naša skodelica. Približno oceni, kolikšna bi bila hitrost padanja.

zelo lahka skodelica: $v_0 \approx$ $F_{uporaO} \approx$

.....

d) Nariši diagram sila upora v odvisnosti od hitrosti gibanja *Fu = Fu (v)*. Silo nanašaj v milinewtonih (mN). Skozi vse tri točke nariši najbolje prilegajočo krivuljo (približna oblika krivulje je na desni sliki).

e) Iz grafa razberi, koliko krat se poveča sila upora, če se hitrost poveča na dvakratno vrednost! Opiši, kako si sklepal!



Priporočila za učitelje

Zračni upor – meritve z računalniško merilno opremo in brez nje

- Predlagamo, da naj dijaki izvajajo vajo v skupinah (praviloma dva ali trije dijaki). Vsaka skupina izbere enega izmed treh predlaganih načinov. Učitelj poskrbi, da dijaki izvajajo vajo na vse tri načine, bolje motivirani naj izberejo zahtevnejši način z videoanalizo. Pri naslednjih urah naj dijaki na kratko predstavijo vse tri načine.
- Papirne skodelice za peko kolačev lahko kupite v živilskih trgovinah, 50 skodelic stane približno 1 do 2 evra. Kupite večji model in vsako skodelico ročno nekoliko raztegnite. Potrebne je tudi nekaj vaje, da nam pri spuščanju ene skodelice le-ta preveč ne opleta.
- Pri snemanju padanja skodelice mora biti skodelica dovolj osvetljena. Če je treba, jo obarvajte, da bo kontrast večji.
- Več o videoanalizi gibanja najdete v priročniku Posodobitve pouka v gimnazijski praksi – Fizika.

Rešitev eksperimentalne naloge državnega tekmovanja v znanju fizike za osnovnošolce leta 2009

a) Učenci so dobili podatek, da je bila masa sto skodelic 33 g. Torej je masa ene skodelice 0,33 g, teža pa 3,3 mN.

Ker se skodelica zadnjih 100 cm giblje premo enakomerno, je sila upora kar enaka teži skodelice.

2 skodelici:

t_2 = 0,7 s (dovoljeno odstopanje ± 0,2 s).

v_2 = 1,0 m / 0,7 s = 1,4 m/s $\qquad F_{upora2} = 6{,}6$ mN

b) **1 skodelica:**

t_1 = 1,05 s (dovoljeno odstopanje ± 0,2 s).

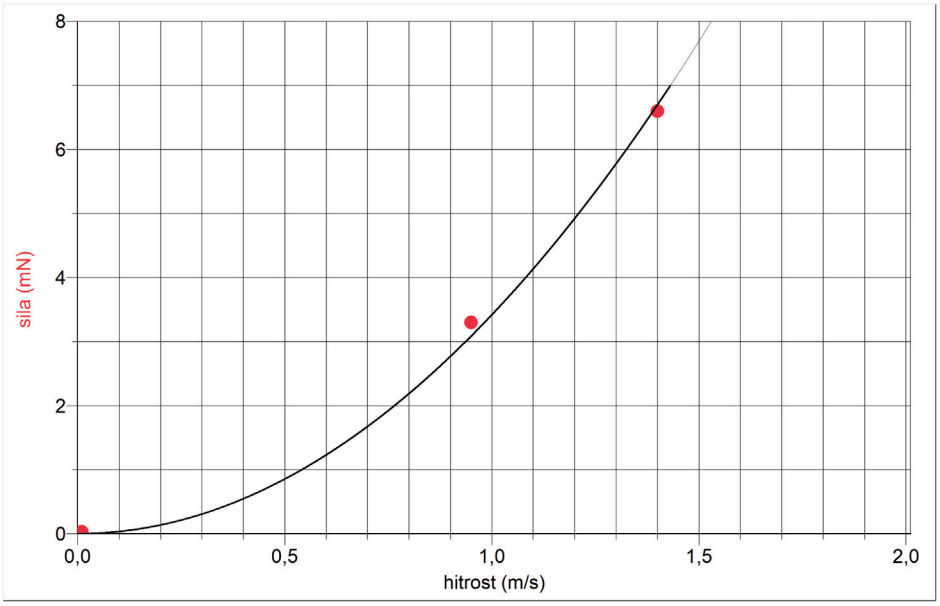
v_1 = 1,0 m / 1,05 s = 0,95 m/s $\qquad F_{upora1} = 3{,}3$ mN

c) zelo lahka skodelica:

Hitrost padanja bi bila zelo majhna, blizu vrednosti nič (dovoljena ocena 0 do 0,1 m/s)

$v_0 \approx 0{,}01$ m/s $\qquad F_{upora0} = 0{,}03$ mN

d)



e) F_{upora} (pri 0,5 m/s) ≈ 0,85 N

F_{upora0} (pri 1,0 m/s) ≈ 3,5 N 3,5 N/ 0,85N = 4,1

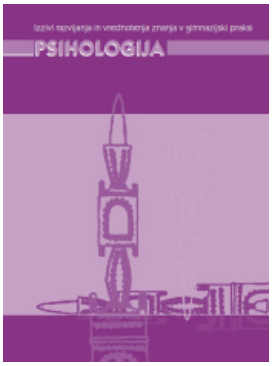
Če se hitrost poveča na dvakratno vrednost (npr. iz 0,5 m/s na 1,0 m/s), se sila upora poveča približno štirikrat. (Pomembna sta postopek in sklep, dovoljena so večja odstopanja).

V zbirki Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi bodo izšle naslednje knjige:

ANGLEŠČINA

Urednica: Vineta Eržen

Avtorji: Aleksandra Komadina, Alenka Andrin, Alenka Budihna, Ana Lazič Paunović, Karmen Pižorn, Blanka Klobučar, Mirjam Skube, Breda Arnejšek, Maja Zajc Kalar, Mojca Saje Kušar, Melita Kukovec, Vineta Eržen, Gašper Ilc, Tatjana Shrestha



PSIHOLOGIJA

Urednica: Ines Celin

Avtorji: Ines Celin, Alenka Kompare, Tanja Rupnik Vec, Mihaela Stražišar, Jasna Vuradin Popović, Petra Zajc

ZGODOVINA

Urednica: Vilma Brodnik

Avtorji: Vilma Brodnik, Sonja Bregar Mazzini, Stanislava Ferjanc, Bernarda Gaber, Petra Erman, Suzana Kristovič Sattler, Vojko Kunaver, Lorieta Pečoler, Brigita Praznik Lokar, Marjeta Šifrer

GLASBA

Urednici: Ada Holcar Brunauer, Inge Breznik

Avtorji: Ada Holcar Brunauer, Dimitrij Beuermann, Inge Breznik, Barbara Sicherl Kafol, Manica Habjanič Gaberšek, Polona Meke – Ožinger, Viljem Babič, Mateja Jakša Jurković, Vida Kopač, Katja Stosić, Tanja Zgonc

FIZIKA

Uredniki: Milenko Stiplovšek, Ivanka Toman, Samo Božič

Avtorji: Milenko Stiplovšek, Gorazd Planinšič, Samo Božič, Ruben Belina, Miroslav Cvahte, Peter Gabrovec, Aleš Iršič, Peter Jevšenak, Mirijam Pirc, Peter Šlajpah, Ivanka Toman, Miran Tratnik

MATEMATIKA

Urednici: Silva Kmetič, Mateja Sirnik

Avtorji: Romana Bohak Farič, Jerneja Bone, Bojana Dvoržak, Alojz Grahor, Sonja Ivančič, Helena Kapus, Silva Kmetič, Jasna Kos, Katja Novak, Simona Pustavrh, Sonja Rajh, Irena Rauter Repija, Samo Repolusk, Amela Sambolić Beganović, Mateja Sirnik, Mojca Suban, Simona Vreš

GEOGRAFIJA

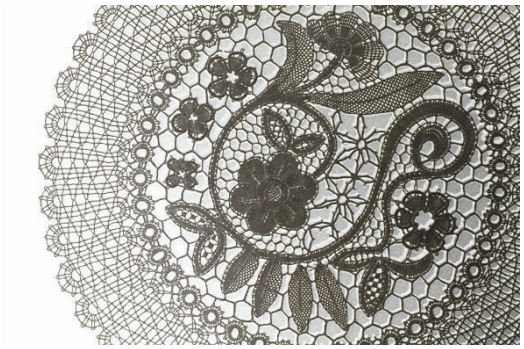
Urednik: Anton Polšak

Avtorji: Anton Polšak, Eva Slekovec, Igor Lipovšek, Mojca Kelbič Đajić, Darinka Grešak, Simona Brečko, Simona Jereb, Katarina Petač, Ivica Krek, Dušan Rojko, Sonja Trškan, Valentina Maver, Katarina Bola Zupančič

BIOLOGIJA

Urednici: Saša Kregar, Minka Vičar

Avtorji: Minka Vičar, Barbara Vilhar, Sonja Marušič, Bernarda Devetak, Katja Holnthaner Zorec, Majda Kamenšek Gajšek, Katja Stopar, Alenka Gorjan, Nada Udovč Knežević, Miomir Knežević, Katarina Vogel Mikuš, Dušan Devetak, Marjan Rupnik, Andraž Stožer, Maša Skelin, Jurij Dolenšek, Lidija Križančić Bombek, Helena Črne Hladnik, Petra Vrh Vrezec, Al Vrezec



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 978-961-03-0290-2

Zavod Republike Slovenije za šolstvo

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE, ZNANOST IN ŠPORT

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