

e-Škole

USPOSTAVA SUSTAVA RAZVOJA
DIGITALNO ZRELIH ŠKOLA
(PILOT PROJEKT)



CARNet

HRVATSKA AKADEMSKA I ISTRAŽIVAČKA MREŽA
CROATIAN ACADEMIC AND RESEARCH NETWORK

Priručnik

„Interaktivni mjerni uređaji”

Zagreb, 2016. godina



Ovo djelo je dano na korištenje pod licencom [Creative Commons Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

Više informacija o EU fondovima možete pronaći na: www.strukturnifondovi.hr

Sadržaj

Sažetak	4
Uvod.....	5
Pregled opreme Labdisc.....	6
Što je u pakiranju?	6
Konektori i kontrole	7
Ugrađeni senzori	9
Korištenje Labdisca	12
Labdisc ekran.....	13
Labdisc gumbi	14
Labdisc meni	15
Podešavanje Labdisca za prikupljanje podataka od senzora	15
Labdisc informacije.....	15
Postavljanje osnovnih parametara Labdisca.....	16
GlobiLab softver.....	17
Instalacija softvera	17
Ikone i funkcije softvera GlobiLab	17
GlobiLab softver na iPad uređajima.....	19
GlobiLab softver na Androidu	19
Komunikacija računala i Labdisca	19
USB spajanje	19
Bluetooth bežična veza	19
Uparivanje s PC računalom s Windows OS.....	20
Uparivanje s Mac OS računalom.....	20
Uparivanje iPad tableta i Labdisca	21
Uparivanje s Android uređajima	21
Primjeri pokusa	22
Dodatak: primjeri korištenja mjernog uređaja.....	24
Boyleov zakon.....	24
Uvod i teorija.....	24
Resursi i materijali	26
Korištenje Labdisc uređaja	26
Pokus.....	26
Rezultati i analiza	27
Mjerenje razine pH pića	30
Uvod i teorija.....	30
Resursi i materijali	32
Korištenje Labdisc uređaja	32
Pokus.....	34

Rezultati i analiza	34
Slobodni pad	37
Uvod i teorija.....	37
Resursi i materijali	40
Korištenje Labdisc uređaja	40
Pokus.....	41
Rezultati i analiza	42
Zaključak.....	46
Popis literature	46
Popis slika.....	47
Popis tablica	47
Impressum	48

Značenje oznaka u tekstu:

	Savjet
	Za one koji žele znati više
	Vježba

Sažetak

Priručnik „Interaktivni mjerni uređaji“ izrađen je kako bi učiteljima koji prvi put koriste Labdisc senzore i GlobiLab softver pružio ključne informacije za njihovu uporabu u školi. Tri tipa uređaja odnosno Labdisc senzora su obrađena u priručniku - GENSCI, PHYSIO i ENVIRO, a svaki uređaj sadrži različiti set senzora. U prvom i drugom poglavlju predstavljeni su ti uređaji kao i upute za njihovo osnovno korištenje.

Iskorištavanje punog potencijala pojedinog uređaja omogućeno je uz GlobiLab softver s obzirom da nudi razne načine prikaza podataka i niz drugih opcija. U trećem i četvrtom poglavlju opisane su karakteristike ovog softvera te načini prebacivanja podataka sa Labdisc uređaja na računalo, odnosno u GlobiLab softver. Jednostavni primjeri korištenja senzora objašnjeni su na kraju četvrtog poglavlja.

Detaljniji primjeri korištenja ovih senzora i softvera u nastavi prirodoslovnih predmeta zajedno s teorijskim objašnjenjima predstavljeni su u petom poglavlju.

Uvod

U vrijeme kad su različite tehnologije i internet lako dostupni, neophodno ih je koristiti u nastavnom procesu. Svakim danom broj alata koji su primjenjivi u nastavi raste kao i broj alata koji su isključivo namijenjeni nastavnicima i učenicima. Interaktivni mjerni uređaji su jedan primjer kako nastavu upotpuniti suvremenim tehnologijama.

Klasična oprema potrebna za izvođenje eksperimenata i laboratorijskih mjerenja zahtjeva poseban prostor za spremanje i korištenje te druge resurse za što mnoge škole nemaju mogućnosti. Stoga su digitalni mjerni uređaji adekvatna alternativa i unaprjeđenje nastavnim predmetima za koje su oni namijenjeni. Danas postoji nekolicina različitih mjernih uređaja i svaki je prikladan za različite potrebe nastave ili prostora. Labdisc mjerni uređaji su mali i prenosivi, te sadrže senzore prikladne za izvođenje većine mjerenja koja se provode u sklopu nastave. Kako bi ponudili jednu razinu raznolikosti postoji nekoliko vrsta Labdisc uređaja s kojima će se polaznici upoznati. GENSCI je uređaj koji obuhvaća senzore prikladne za nastavu fizike i kemije, dok su PHYSIO i ENVIRO prilagođeni nastavi fizike i biologije odnosno ekologije.

Priručnik „Interaktivni mjerni uređaji“ će čitatelju omogućiti upoznavanje sa Labdisc mjernim uređajem i dodatnom opremom koja dolazi uz pojedini uređaj. Polaznici će također imati priliku upoznati softver koji služi za očitavanje i analizu podataka prikupljenih uređajem. Na kraju priručnika su vježbe uz koje čitatelji mogu provesti mjerenje i analizirati podatke pomoću softvera. Za samostalno učenje uz priručnik preporuka je svako poglavlje proučiti, te paralelno s objašnjenjima raditi na uređaju.

Priručnik je razvijen kao sadržaj istoimene radionice u sklopu projekta „e-Škole: Uspostava sustava razvoja digitalno zrelih škola (pilot projekt)“. Sadržaj priručnika je opširniji od sadržaja radionice kako bi korisnici mogli samostalno koristiti mjerne uređaje i provoditi mjerenja. Cilj radionice je korisnike upoznati s interaktivnim mjernim uređajima, te dodatnom opremom koja dolazi uz pojedini tip uređaja. Također je cilj upoznati korisnika sa softverom za prikupljanje i analizu podataka prikupljenih mjerenjem kao i funkcionalnostima koje uređaji nude.

Konačno smatramo da će korištenje ovih uređaja u školama doprinijeti provođenju suvremene a osobito istraživačke nastave i na taj način približiti apstraktne znanstvene pojmove, procese i koncepte učenicima te pobuditi interes za ovim predmetima.

Pregled opreme Labdisc

Tri su tipa Labdisc senzora: GENSCI, PHYSIO i ENVIRO. Svaki tip dolazi s osnovnim dijelovima koji su im zajednički, te dodatnim dijelovima koji su specifični tipu senzora. Na primjer ENVIRO senzor dolazi s epruvetama kako bi se mogli prikupljati uzorci u prirodi i provoditi eksperimenti.

Što je u pakiranju?

Pakiranje sadrži osnovne dijelove koji su zajednički svakom tipu senzora:

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| ① Labdisc uređaj | ⑤ Jamstvo |
| ② Labdisc punjač | ⑥ Letak s uputama |
| ③ USB kabel | ⑦ Senzor temperature |
| ④ Priručnik za rukovanje | |



Slika 1. Osnovni sadržaj svakog paketa

Također svaki tip senzora (GENSCI, PHYSIO i ENVIRO) ima dodatke specifične za senzor i njegovu namjenu.

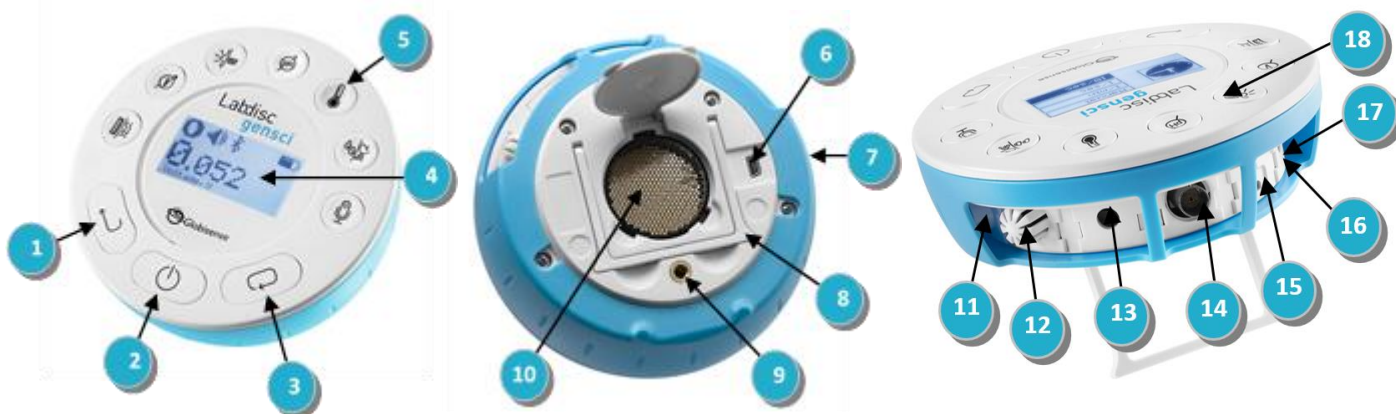
- | | |
|------------------------------------|---|
| ① Plastični držač (GENSCI, PHYSIO) | ④ Cjevčica za mjerenje tlaka (GENSCI, PHYSIO) |
| ② Banana kabeli (GENSCI, PHYSIO) | ⑤ Epruvete (ENVIRO) |
| ③ pH elektroda (GENSCI, ENVIRO) | |



Slika 2. Dodatna oprema po tipu senzora

Konektori i kontrole

Donja slika prikazuje konektore, senzore, gumbe i ekran na **Labdisc GENSCI** zajedno s tablicom pojašnjenja:

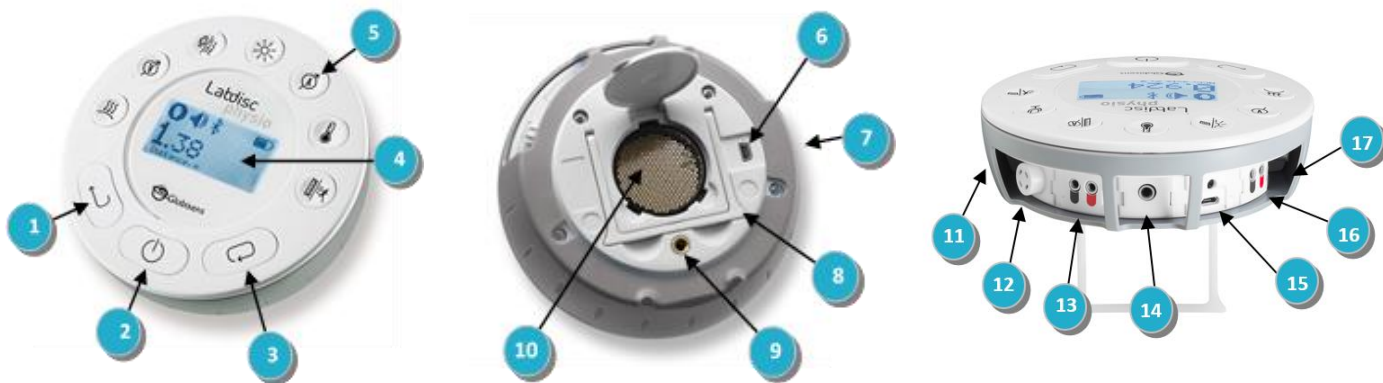


Slika 3. Prikaz konektora, senzora, gumba i ekrana na Labdisc GENSCI

Tablica 1. Tablica pojašnjenja Labdisc GENSCI

① Tipka za odabir (Select)	⑩ Senzor udaljenosti
② Tipka za uključivanje/isključivanje i izlaz	⑪ Mikrofon i senzor jačine zvuka
③ Scroll tipka	⑫ Senzor relativne vlažnosti
④ Ekran razlučivosti 128 x 64 piksela	⑬ Ulaz za senzor vanjske temperature
⑤ Gumbi za odabir senzora	⑭ pH ulaz
⑥ USB konektor	⑮ Senzor svjetline / univerzalni ulaz
⑦ Rotacijski prsten	⑯ Senzor napona i jakosti struje
⑧ Plastična nožica	⑰ Senzor tlaka zraka
⑨ M5 vijak	⑱ GPS senzor

Donja slika prikazuje konektore, senzore, gumbe i ekran na **Labdisc PHYSIO** zajedno s tablicom pojašnjenja:



Slika 4. Prikaz konektora, senzora, gumba i ekrana na Labdisc PHYSIO

Tablica 2. Tablica pojašnjenja Labdisc PHYSIO

① Tipka za odabir (Select)	⑩ Senzor udaljenosti
② Tipka za uključivanje/isključivanje i izlaz	⑪ Akcelerometar
③ Scroll tipka	⑫ Mikrofon i senzor jačine zvuka
④ Ekran razlučivosti 128 x 64 piksela	⑬ Mjerenje jačine struje
⑤ Gumbi za odabir senzora	⑭ Senzor vanjske temperature
⑥ USB konektor	⑮ Senzor svjetline i univerzalni ulaz
⑦ Rotacijski prsten	⑯ Mjerenje napona
⑧ Plastična nožica	⑰ Senzor tlaka zraka
⑨ M5 vijak	

Donja slika prikazuje konektore, senzore, gumbe i ekran na **Labdisc ENVIRO** zajedno s tablicom pojašnjenja:



Slika 5. Prikaz konektora, senzora, gumba i ekrana na Labdisc ENVIRO




















Tablica 3. Tablica pojašnjenja Labdisc ENVIRO












① Tipka za odabir (Select)	⑩ Kolorimetar i senzor zamućenosti
② Tipka za uključivanje/isključivanje i izlaz	⑪ Ulaz za senzor vanjske temperature
③ Scroll tipka	⑫ Senzor relativne vlažnosti
④ Ekran razlučivosti 128 x 64 piksela	⑬ Infracrveni senzor temperature
⑤ Gumbi za odabir senzora	⑭ Senzor buke
⑥ USB konektor	⑮ Senzor pH vrijednosti i otpuštenog kisika
⑦ Rotacijski prsten	⑯ Senzor tlaka zraka
⑧ Plastična nožica	⑰ GPS senzor
⑨ M5 vijak	⑱ Senzor UV zračenja

Ugrađeni senzori

U nastavku se nalazi tablica s popisom senzora i opisom, njihovim ikonama, za što su namijenjeni, njihov raspon mjerenja. Također je prikazana brzina kojom se prikupljaju uzorci kao i informacija o tome da li je potreban vanjski dodatak za senzor.

Tablica 4. Prikaz simbola i objašnjenja

<i>Ikona</i>	<i>Tip</i>	<i>Raspon detekcije</i>	<i>Opis</i>	<i>Maks. brzina uzorkovanja</i>	<i>Dodatni pribor i senzori (pakirani uz Labdisc)</i>
	Tlak zraka	0 do 300 kPa	Mjerenje tlaka zraka	10/s	 Plastična cjevčica
	Sobna temperatura	-10 °C do 50 °C	Mjerenje sobne temperature	100/s	Nije potrebno
	Jakost struje	-1 do +1 A	Mjerenje jakosti struje	24000 /s	 Banana kabel
	Udaljenost	0.2 do 10 m	Mjerenje udaljenosti	25/s	Nije potrebno
	Vanjska temperatura	-25 °C do 125 °C	Proba za mjerenje temperature (tekućine i sl)	100/s	 Proba od nehrđajućeg čelika
	GPS	N/A	Mjerenje zemljopisne širine, dužine, visine, brzine, datuma i vremena	1/s	Nije potrebno
	Svjetlina	0 do 55,000 lux	Jačina svjetla	24000 /s	Nije potrebno
	Glasnoća zvuka	58 do 93 dB	Mjerenje glasnoće	10/s	Nije potrebno
	Mikrofon	Zvučni val 0 do 5 V	Mjerenje zvučnog vala	24000 /s	Nije potrebno
	pH	0 do 14 pH	Mjerenje pH vrijednosti	10/s	 pH electrode
	Relativna vlažnost	0 do 100% RH	Mjerenje vlažnosti zraka	100/s	Nije potrebno
	Univerzalni ulaz	0 do 5 V	Spajanje senzora drugih proizvođača	24000 /s	Adapterski kabel
	Napon	-30 do +30 V	Mjerenje el. napona	24000 /s	 Banana kabel 

<i>Ikona</i>	<i>Tip</i>	<i>Raspon detekcije</i>	<i>Opis</i>	<i>Maks. brzina uzorkovanja</i>	<i>Dodatni pribor i senzori (pakirani uz Labdisc)</i>
	Niski napon	-500 do +500 mV	Mjerenje el. napona	24,00 0/s	 Banana kabel
	Akcelerometar	-8 g do +8 g	Mjerenje akceleracije	100/s	Nije potrebno
	Tlak zraka	300 do 1100 mB	Mjerenje atmosferskog tlaka zraka	1/s	Nije potrebno
	Kolorimetar	10 - 90 % propuštanje (3 boje)	Mjerenje prolaska svjetla u tri valne duljine (crvena, zelena, plava)	1/s	 Komplet epruveta
DO₂	Otpušteni kisik	0 do 14 mg/l	Mjerenje otpuštenog kisika	10/s	 Elektroda za otpušteni kisik (naručuje se posebno)
	Infra crveni senzor temperature	-70°C do 380°C	Mjeri temperaturu površine tijela bez dodira	1/s	Nije potrebno
	Ultra ljubičasto zračenje	0 do 400 W/m ²	Mjeri ultra ljubičasto zračenje	10/s	Nije potrebno
	Zamućenost	0 do 1000 NTU	Mjerenje zamućenosti tekućine	1/s	 Komplet epruveta

Savjet



Za vrijeme čitanja ovog poglavlja preporuča se otvoriti pakiranje kako bi se upoznali sa svim navedenim dijelovima.

Korištenje Labdisca

Savjet



Prije početka rada s Labdisc senzorom obavezno napunite bateriju!

Prije prvog korištenja **Labdisca**, obavezno punite uređaj najmanje šest sati pomoću priloženog 6-voltnog punjača. Priključak za punjenje baterije nalazi se lijevo od **On/Off**. Jednostavno zaokrenite plastični prsten dok se priključak ne pojavi, te bude dostupan za priključak punjača. Priljučite punjač u priključak za punjenje.



Slika 6. Prikaz priključka za punjenje

Labdisc punjač prihvaća električnu mrežu napona 100 do 240 V, 50/60 Hz, što omogućava korištenje uređaja bilo gdje u svijetu.

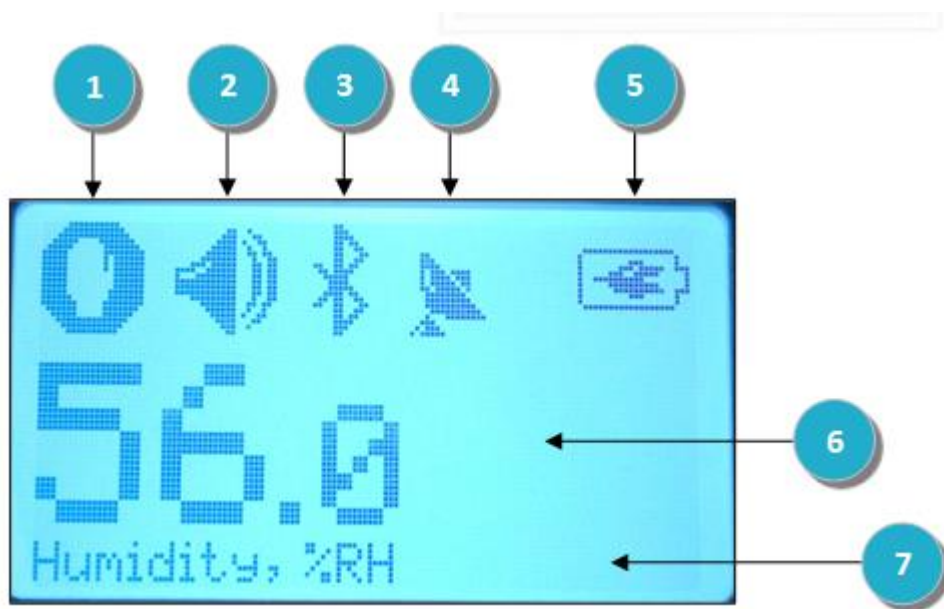
Savjet















Za optimalno korištenje i dulju trajnost baterije, priključite uređaj na punjač najmanje jednom u četiri mjeseca.

Labdisc ekran

LCD ekran na **Labdiscu** omogućava očitavanje vrijednosti mjerenja senzora i podešavanja parametara uređaja.



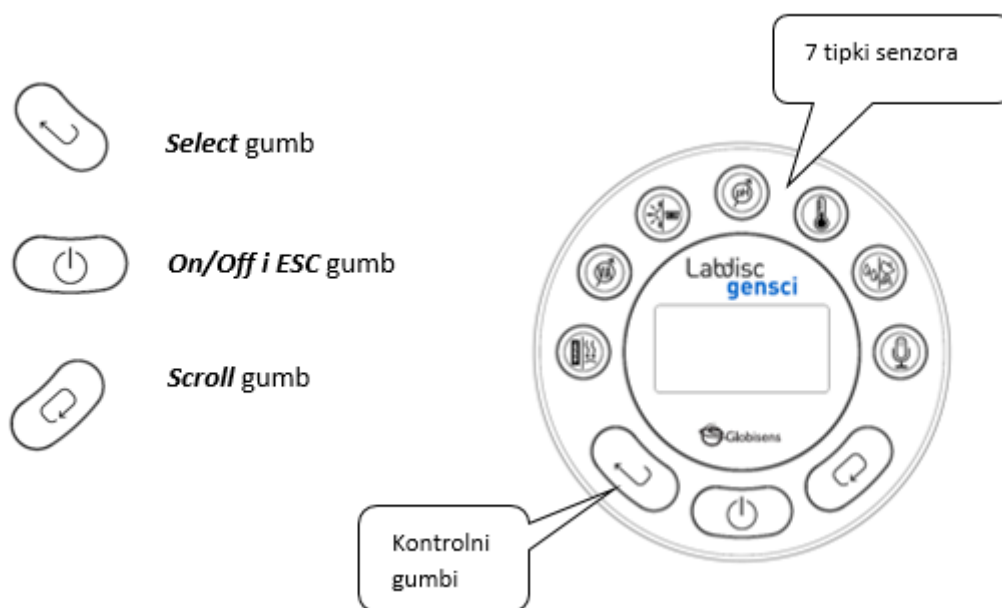
Slika 7. Prikaz sučelja Labdisc uređaja

- ① **Kreni/Stani ikona** – prikazuje  za vrijeme prikupljanja podataka, odnosno  kada je Labdisc u stanju čekanja i ne prikuplja podatke.
- ② **Status zvučnog upozorenja** – prikazuje  kada je odabrano čujno zvučno upozorenje te  kada je zvučno upozorenje isključeno.
- ③ **Status veze s računalom** – prikazuje  kada je omogućena Bluetooth komunikacija, ili  kada je **Labdisc** spojen USB kabelom na računalo.
- ④ **GPS Status** – prikazuje  kada je GPS omogućen,  kada je uređaj pronašao GPS satelite.
- ⑤ **Stanje baterije** – prikazuje napunjenost baterije u tri nivoa    , ili  kada je **Labdisc** spojen na napajanje.
- ⑥ **Očitavanje senzora** – prikazuje vrijednost očitavanja odabranog senzora.

⑦ **Naziv i mjerna jedinica senzora** – prikazuje naziv odabranog senzora i mjernu jedinicu.

Labdisc gumbi

Labdisc sadrži 10 tipki koje predstavljaju 7 senzora te 3 gumbе za kontrolu uređaja. Pritiskom na gumb pojedinog senzora, korisnik može odabrati prikaz očitavanja željenog senzora. Kontrolni gumbi se koriste za uključivanje/isključivanje uređaja, podešavanja i kontrolu očitavanja:

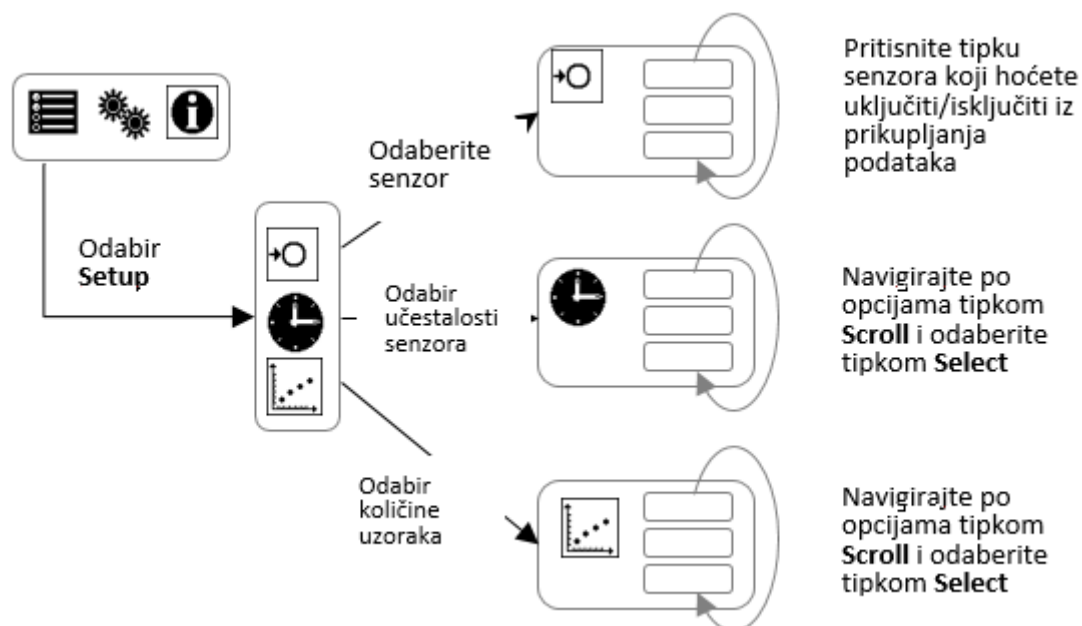


Slika 8. Prikaz gumba Labdisc uređaja

Labdisc meni

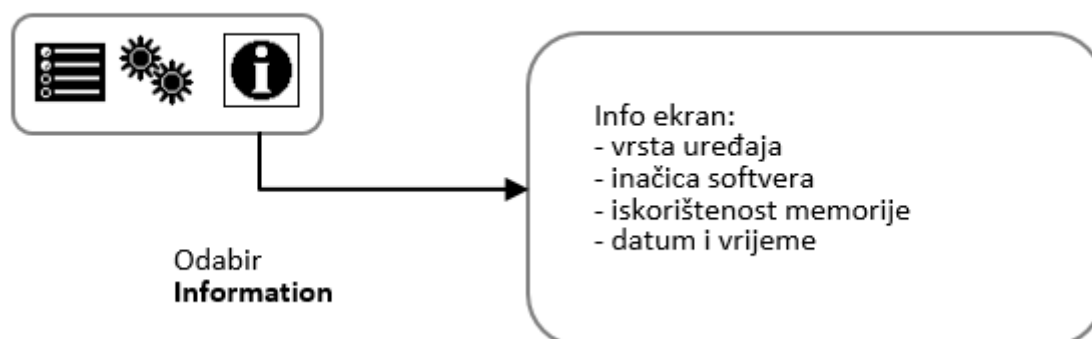
Pritisnite **Scroll** tipku da biste ušli u meni. Koristite tipku **Scroll** da biste prelazili po stavkama menija a tipku **Select** da biste aktivirali stavku. Pomoću tipke **ESC** vraćate se u prethodni nivo menija.

Podešavanje Labdisca za prikupljanje podataka od senzora



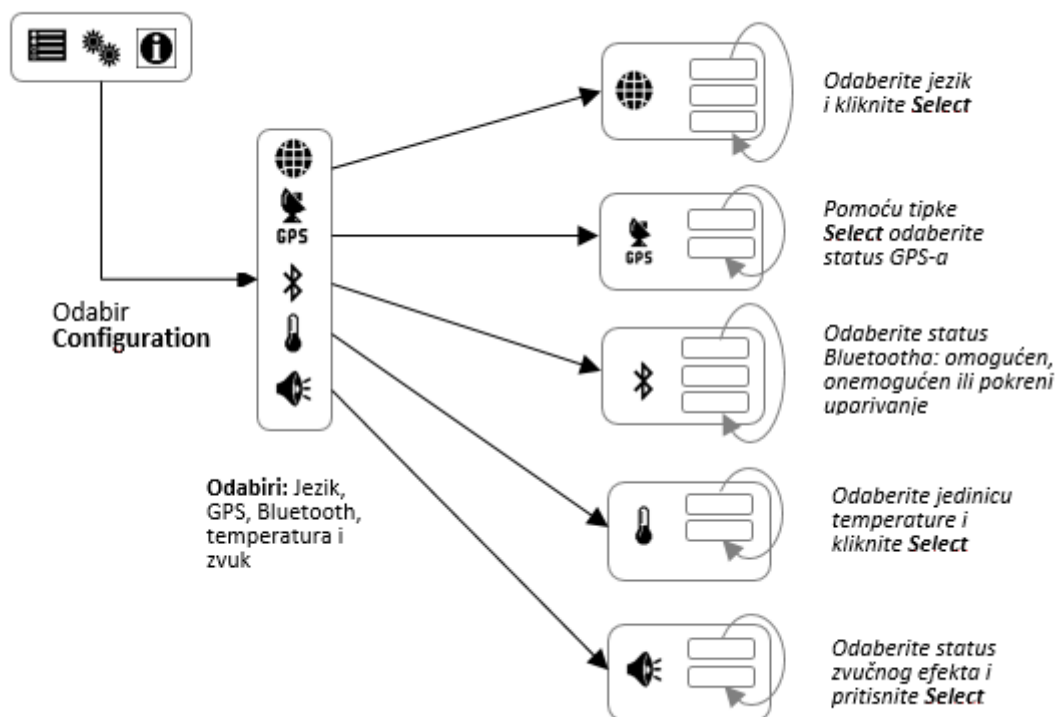
Slika 9. Prikaz podešavanja Labdisc uređaja

Labdisc informacije



Slika 10. Pregled informacija na Labdisc uređaju

Postavljanje osnovnih parametara Labdisca



Slika 11. Prikaz podešavanja osnovnih parametara na Labdisc uređaju

GlobiLab softver

Instalacija softvera











Globalab softver ćete instalirati pokretanjem jednog od dva programa:












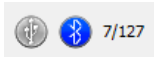
- Za PC: GlobiLab-en-1.0-setup.exe
- Za Mac: GlobiLab-en-1.0-setup

Slijedite zatim upute prilikom instalacije. Instalirat će se USB pokretački program za Labdisc uređaje i GlobiLab softver za analizu rezultata.

Ikone i funkcije softvera GlobiLab

Tablica 5. Prikaz simbola i objašnjenja GlobiLab softvera

	Odabirom Open ikone otvorit ćete spremljene aktivnosti u formatu datoteke *.XML i prikazat će se grafovi i opisi
	Workbook ikona otvara folder s aktivnostima, gdje možete odabrati neki od PDF dokumenata s opisom eksperimenata
	Klik na mali trokut ikone Display-options omogućit će vam odabir jedne od šest vrsta prikaza: <ol style="list-style-type: none"> Pogled na brojačnik Tablični prikaz podataka Grafički prikaz Mapa Mješani prikaz Brojačnik i Grafički prikaz Mješani prikaz Tablični i Grafički prikaz
	Odabir Sensor legend : <ol style="list-style-type: none">1. Lijevi klik miša na naziv senzora (na desnom rubu ekrana) taj će senzor odabrati kao aktivni, a na 'y' osi grafa promijenit će se mjerna jedinica i raspon skale sukladno odabiru senzora2. Prvi desni klik na naziv senzora će izmijeniti linijski graf u točkasti3. Drugi desni klik na naziv senzora će ukloniti graf s ekrana4. Treći desni klik na naziv senzora će vratiti prvobitni izgled grafa <p>Grafički prikaz uključuje naziv grafa, zadani naslov je 'New Experiment'. Naziv ćete promijeniti dvostrukim klikom na naslov grafa.</p>

	<p>Kada se prikazuje dva ili više senzora, desni klik na naziv 'x' osi grafa će prikazati dijaloški okvir za pridruživanje nekog od senzora ili vremena kao 'x' osi.</p>
	<p>Odabir Meter view: Lijevi klik miša na ovu ikonu će promijeniti broj prikazanih mjerača u 1, 2, 4 ili 6 prikazanih mjerača. Lijevi klik na neki od mjerača će otvoriti dijaloški okvir za vrstu prikaza mjerača, te prikaz jednog od željenih senzora.</p>
	<p>Odabirom ikone Marker pokrećete Marker način rada. Klik na grafički prikaz mjerenja postaviti će marker na to mjesto na grafu. Klikom na tekst markera i povlačenjem po ekranu možete premjestiti marker. Ponovnim klikom na ikonu Marker isključujete Marker način rada.</p>
	<p>Odabirom Annotation ikone aktivirate Annotation način rada. Klik na grafičkom prikazu otvara dijaloški okvir gdje možete upisati bilješku na specifična mjesta na grafu. Ponovnim klikom na Annotation ikonu izlazite iz načina rada Annotation.</p>
	<p>Pritiskom na trokutić ikone Function-options možete odabrati jednu od ponuđenih matematički funkcija na dijelu grafa između markera:</p> <ol style="list-style-type: none">  Linearna regresija. Prikazat će se grafički prikaz linearne interpolacije i tekstualni okvir s prikazom linearne funkcije oblika $Y = aX + b$.
	<p>Kvadratna regresija. Prikazat će se grafički prikaz interpolacije i tekstualni okvir s prikazom kvadratne funkcije oblika $Y = aX^2 + bX + c$.</p>
	<p>Pritiskom na ikonu Run pokrećete prikupljanje podataka na Labdisc uređaju.</p>
	<p>Pritiskom na ikonu Stop zaustavljate prikupljanje podataka na Labdisc uređaju</p>
	<p>Klikom ikone Selective download otvarate popis svih zapisa eksperimenata spremljenih na Labdisc. Odaberite jedan od zapisa i rezultati eksperimenta učitati će se u GlobiLab softver.</p>
	<p>Odabir senzora koje ćete koristiti u eksperimentu na Labdisc uređaju napraviti ćete pomoću Setup ikone. Ovdje ćete odabrati željene senzore, podesiti brzinu očitavanja, te odrediti duljinu izvođenja eksperimenta.</p>
	<p>EXCEL ikona omogućava spremanje podataka *.CSV format.</p>
	<p>GlobiLab statusna traka, locirana je u donjem desnom uglu prozora i sadrži tri ikone:</p> <ol style="list-style-type: none"> USB indikator – ako je obojan plavo, uspostavljena je USB veza između računala i Labdisca.

2. **Bluetooth indikator** – plava boja ikone izvještava da je Labdisc spojen na računalo preko Bluetooth bežične veze. Desni klik na ovu ikonu prikazat će popis svih **Labdiscs** uređaja dostupnih za spajanje Bluetooth vezom.

Informacija o stanju memorije – prikazuje koliko eksperimenata je spremljeno u memoriju uređaja **Labdisc**. Maksimalni broj spremljenih eksperimenata je 127, a prikaz je oblika N/127, gdje N predstavlja broj spremljenih eksperimenata.

GlobiLab softver na iPad uređajima

GlobiLab softver dostupan je i za iPad tablete preko App Store-a. Globilab i iPad spajaju se Bluetooth bežičnom vezom.

GlobiLab softver na Androidu

GlobiLab softver dostupan je za Android pametne telefone i tablete preko Google Play web trgovine. Globilab i Android uređaji spajaju se Bluetooth bežičnom vezom.

Komunikacija računala i Labdisca

USB spajanje

Nakon spajanja Labdisca i računala USB kabelom, GlobiLab softver će automatski prepoznati vezu i započet će komunikacija s Labdiscom. Ikona USB veze postaje plava.





Bluetooth bežična veza

Da bi se Labdisc uređaj mogao spojiti putem bežične Bluetooth veze s računalom, najprije je potrebno dodati Labdisc uređaj na popis omogućenih Bluetooth uređaja na računalu, taj proces se naziva uparivanje. Uparivanje se radi samo jednom, i identično je zasve Bluetooth uređaje koje spajamo na računalo, pa tako i za Labdisc. Jednom kad je Labdisc uparen s računalom moguće ga je spojiti Bluetooth vezom s računalom. Spajanje novog uređaja, ili odabir nekog drugog od raspoloživih uređaja odabire se desnim klikom na ikonu Bluetooth u donjem desnom kutu prozora.





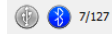
Slika 12. Prikaz povezivanja Labdisc uređaja s GlobiLab softverom putem Bluetooth-a

Uparivanje s PC računalom s Windows OS





1. Uključite **Labdisc**. Provjerite da **Labdisc** ne pokazuje ikonu . Ako pokazuje navedenu ikonu, pritisnite bilo koji gumb na uređaju da Labdisc postane ponovno aktivan.
2. Pokrenite GlobiLab softver.
3. Kliknite desnim klikom na ikonu Bluetooth u donjem desnom kutu statusne trake 
4. Pojavit će se pop-up meni, gdje odaberite **"Find more Labdiscs and sensors"**. Računalo će otvoriti dijalog **"add a device"** i početi pretraživati Bluetooth uređaje u okolini.
5. Vaš Labdisc će se prikazati kao **"Labdisc-xxxx"**, gdje "xxxx" predstavlja zadnje četiri znamenke serijskog broja uređaja, a koji ćete naći na poleđini Labdisca.
6. Odaberite uređaj i kliknite **"Next"**
7. Na Labdisc uređaju: pritisnite i držite gumb SCROLL  da biste uređaj stavili u način rada za uparivanje Bluetootha. Začut će se zvuk 'beep' a na ekranu Labdisca pisat će **"BT pairing"**.
8. Na računalu odaberite: **"Enter the device pairing code"** i kliknite **"Next"**.
9. Upišite lozinku "1234" i kliknite **"Next"**
10. Pričekajte da računalo dovrši proces i ispiše **"Your device is ready to use"**.
11. Kliknite desni klik miša na ikonu Bluetooth na statusnoj traci. Pronađite Labdisc koji ste upravo uparili i kliknite na njega.
12. Računalo će se spojiti s Labdiscom i pojavit će se ikona 

Uparivanje s Mac OS računalom






1. Otvorite meni Bluetooth na Macu i kliknite **"Set Up Bluetooth Device..."**
2. U dijaloškom okviru odaberite Labdisc uređaj prikazan kao **"Labdisc-xxxx"**, gdje "xxxx" predstavlja zadnje četiri znamenke serijskog broja uređaja, a koji ćete naći na poleđini Labdisca.
3. Kliknite odabir **"Continue"**.
4. Računalo će pokušati brzo spajanje na vaš Bluetooth uređaj, no neuspješno jer je potreban kod za uparivanje.
5. Kliknite na gumb **"Passcode options..."** i odaberite opciju **"Use a specific passcode"**. Unesite kod "1234", i za sada ne pritišćite tipku "OK".
6. Na uređaju Labdisc: Pritisnite i zadržite gumb SCROLL  da biste ga stavili u stanje uparivanja. Nakon zvučnog signala pojavit će se na ekranu Labdisca **"BT pairing"**.
7. Sada pritisnite gumb **"OK"** na računalu.
8. Pokrenite program **GlobiLab** na Macu.

- Kliknite desnim klikom na ikonu **Bluetooth**  smještenu u donjem desnom kutu softvera.
- Odaberite uređaj **Labdisc** koji želite upariti i kliknite na njega. Računalo će se spojiti s **Labdiscom** i ikona **Bluetooth** će biti plava .

Uparivanje iPad tableta i Labdisca

- Uključite **Labdisc**. Provjerite da **Labdisc** ne pokazuje ikonu . Ako pokazuje navedenu ikonu, pritisnite bilo koji gumb na uređaju da Labdisc postane ponovno aktivan.
- Pokrenite uređivanje na iPadu (Setting) .
- Otvorite Bluetooth. Provjerite da je Bluetooth uključen na iPadu.
- Kliknite na "**Labdisc-xxxx**", gdje "xxxx" predstavlja zadnje četiri znamenke serijskog broja uređaja, a koji ćete naći na poleđini Labdisca.
- Na uređaju **Labdisc**: Pritisnite i zadržite gumb SCROLL  da biste ga stavili u stanje uparivanja. Nakon zvučnog signala pojaviti će se na ekranu Labdisca "**BT pairing**".
- iPad će tražiti PIN. Unesite "1234" i kliknite **Pair**.
- iPad će pokazati **Labdisc-xxxx connected**.
- Pokrenite aplikaciju iOS GlobiLab  koja će se automatski spojiti na Labdisc.

Uparivanje s Android uređajima

- Uključite **Labdisc**. Provjerite da **Labdisc** ne pokazuje ikonu . Ako pokazuje navedenu ikonu, pritisnite bilo koji gumb na uređaju da Labdisc postane ponovno aktivan.
- Na Android uređaju idite na uređivanje (Settings)  i odaberite "**Bluetooth**".
- Provjerite da je Bluetooth uključen i idite na pretraživanje Bluetooth uređaja "**Search for Devices**".
- Na uređaju **Labdisc**: Pritisnite i zadržite gumb SCROLL  da biste ga stavili u stanje uparivanja. Nakon zvučnog signala pojaviti će se na ekranu Labdisca "**BT pairing**".
- S popisa uređaja odaberite "**Labdisc-xxxx**", gdje "xxxx" predstavlja zadnje četiri znamenke serijskog broja uređaja, a koji ćete naći na poleđini Labdisca.
- Tablet će prikazati poruku "**Bluetooth pairing request**" te zatim "**Type the device's required PIN**".
- Unesite kod "1234" i kliknite "**OK**".
- Time je uparivanje dovršeno i **Labdisc** će se pojaviti na popisu uparenih uređaja.
- Pokrenite aplikaciju GlobiLab .
- Kliknite na ikonu opcija na traci Action Bar .

11. Kliknite na "**Connect Labdisc**", i odaberite naziv onog **Labdisc** uređaja kojeg želite spojiti (npr. Labdisc_1052).

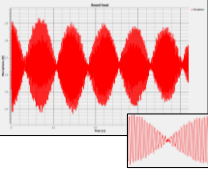

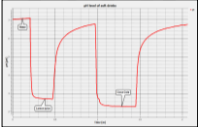
12. Naziv aplikacije sad je "**GlobiLab (Labdisc_xxxx)**"  GlobiLab (Labdisc_6588) što potvrđuje da je spojen Labdisc uređaj (u ovom slučaju Labdisc_6588).

Primjeri pokusa

Program GlobiLab uključuje nekoliko primjera pokusa koje nastavnici i učenici mogu pogledati, analizirati doraditi i ponavljati. Ovaj odjeljak će prikazati nekoliko zanimljivih pokusa koje ćete naći među primjerima u GlobiLab aplikaciji. Da biste otvorili snimljeni pokus, jednostavno kliknite na **Open** u GlobiLabu i odaberite željeni zapis:

Tablica 6. Primjeri pokusa za pojedine uređaje

	<p style="text-align: center;"><u>Promjena temperature tijekom dana (GENSCI)</u></p> <p>48-satni zapis temperature i svjetline zabilježene Labdiscom smještenim na vanskom dijelu prozorske daske:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korišteni senzori: Svjetlina i ambijentalna temperatura • Frekvencija uzimanja uzoraka: 1/min • Ukupni broj uzoraka: 1000 • Trajanje mjerenja: 48 sati • Komunikacija s računalom: Offline, podaci preuzeti s uređaja na kraju pokusa • Analiza podataka: korišteni su Markeri za obilježavanje minimalnih i maksimalnih vrijednosti
	<p style="text-align: center;"><u>Šetnja parkom (GENSCI, ENVIRO)</u></p> <p>Proučavanje mikroklimе. Usporedba temperature i relativne vlažnosti između gradske ulice i parka:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korišteni senzori: vanjska temperatura, relativna vlažnost, GPS • Frekvencija uzimanja uzoraka: 1/sek • Ukupni broj uzoraka: 1000 • Trajanje pokusa: 15 minuta • Komunikacija s računalom: Offline, podaci preuzeti s uređaja na kraju pokusa • Analiza podataka: Prikaz promjene temperature i vlažnosti pomoću pogleda Mapa u GlobiLab softveru
	<p style="text-align: center;"><u>Slobodni pad (GENSCI, PHYSIO)</u></p> <p>Klasični prikaz Newtonovog drugog zakona. Mjerenje ubrzanja pri slobodnom padu loptice za ping pong koja se odbija od tvrde površine. Senzor udaljenosti udaljen 1.5 m od poda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korišteni senzori: udaljenost • Frekvencija uzimanja uzoraka: 25/sek

	<ul style="list-style-type: none"> • Ukupni broj uzoraka: 1000 • Trajanje pokusa: nekoliko sekundi • Komunikacija s računalom: Online, preferirano Bluetooth vezom • Analiza podataka: Korištenje Markera i Crop funkcije da izoliramo trenutak odbijanja loptice od poda i prelazak putanje iz podizanja u spuštanje. Zatim korištenje kvadratne regresije na pojedinom događaju da bi se dobila jednažba i izračunalo ubrzanje slobodnog pada.
	<p style="text-align: center;">Zvuk (GENSCI, PHYSIO)</p> <p>Zvučni val zabilježen pomoću dvije glazbene vilice s generiranjem dviju frekvencija pro producing slightly different harmonics, of 440 Hz and 435 Hz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korišteni senzori: Mikrofon • Frekvencija uzimanja uzoraka: 25000/sek • Ukupni broj uzoraka: 10000 • Trajanje pokusa: < 1 sek • Komunikacija s računalom: Offline, podaci preuzeti s uređaja na kraju pokusa • Analiza podataka: Korištenje Zoom funkcije za izdvajanje perioda sinusnog vala i Markera za mjerenje amplitude i frekvencije.
	<p style="text-align: center;">Boyle-Mariotteov zakon (GENSCI, PHYSIO)</p> <p>Provjera Boyle-Mariotteovog zakona $P \times V = \text{konst.}$ Korištenjem medicinske šprice zapremine 100ml spojene na senzor tlaka na Labdiscu. Manualno zabilježite tlak zraka u šprici dok pritišćete klip šprice i time smanjujete volumen zraka u šprici u koracima od 10 ml.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korišteni senzori: tlak • Frekvencija uzimanja uzoraka: ručno • Ukupni broj uzoraka: 10 • Trajanje pokusa: nekoliko sekundi • Komunikacija s računalom: Online, preferirano Bluetooth vezom • Analiza podataka: koristite štapićasti prikaz (Bar-Graph) da biste prikazali izmjerene vrijednosti. Pomoću alata Annotation unesite zabilježene vrijednosti i zatim izvezite podatke mjerenja u Excel pomoću komande Export to Excel da biste izračunali sve umnoške $P \times V$, gdje P predstavlja tlak, a V volumen. Provjerite da li je umnožak otprilike jednak za sva mjerenja.
	<p style="text-align: center;">pH vrijednost sokova (GENSCI, ENVIRO)</p> <p>Vrlo zabavan pokus sa zanimljivim ishodom dobit ćete ako usporedite izmjerene pH vrijednosti vode, limunade i Coca-cole.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korišteni senzori: pH • Frekvencija uzimanja uzoraka: 10/sec • Ukupni broj uzoraka: 1000 • Trajanje pokusa: 2 minute • Komunikacija s računalom: Online, preferirano Bluetooth vezom • Analiza podataka: Korištenjem alata Marker da bismo označili nivo izmjerene pH vrijednosti za svaku od mjerenih tekućina

Dodatak: primjeri korištenja mjernog uređaja

U ovom poglavlju detaljnije će se prikazati nekoliko mjerenja koje polaznici mogu provesti kako bi se bolje upoznali s uređajima i njihovim mogućnostima.

Boyleov zakon

Utvrđivanje odnosa između tlaka zraka i obujma, mjerenjem tlaka zraka u zatvorenoj posudi. Cilj vježbe:

- analizirati ovisnost tlaka i obujma plina u zatvorenom plinskom sustavu pri konstantnoj temperaturi.
- stvoriti hipotezu te istu provjeriti koristeći tlakomjer u Labdisc uređaju.

Uvod i teorija

Kroz povijest znanosti, mnogi važni znanstvenici posvetili su svoj rad analiziranju i promatranju prirodnih pojava te izražavanju istih kroz matematičke formule. Njihovi zaključci tokom vremena postali su dio globalnog ljudskog znanja. Amedeo Avogadro, Joseph Louis Gay-Lussac, Charles Graham, Jacques Alexandre César Charles, John Dalton, Guillaume Amonton, Edme Mariotte i Robert Boyle proučavali su ponašanje idealnih plinova između 17. i 19. stoljeća. Ovi važni i istaknuti znanstvenici doprinijeli su razumijevanju idealnih plinova, te su uspostavili odnose između varijabli koje ih opisuju.

- *Kojim varijablama biste opisali ponašanje plina?*
- *Zašto koristimo pojam "idealni" plin?*
Provedite pokus sa svojim razredom kako bi na kraju mogli odgovoriti na sljedeća pitanja:
- Koji je odnos između tlaka i obujma komprimiranog plina?

Tlak definiramo kao silu na jediničnu površinu:

$$P = F / A$$

Gdje je: P = tlak, F = sila, A = površina.

Stoga, stlačeni plin u manjoj posudi djelovat će većom silom na stijenke s unutrašnje strane posude u usporedbi s plinom u većoj posudi. Kako se ukupna površina stijenki posude smanjuje, tako omjer sile i površine postaje veći.

U molekularno kinetičkoj teoriji koristi se pojam idealnog plina za modeliranje kompleksne pojave. Taj model zasniva se na 4 pretpostavke:

- molekule u plinu gibaju se nasumice u svim smjerovima
- međusobni sudari molekula su elastični
- tijekom vremenskog razdoblja između dva uzastopna sudara molekula se giba kao slobodna čestica
- gibanje svake molekule možemo opisati kao gibanje materijalne točke

Taj pristup pojednostavljen je način učenja o plinovima, ali i opisivanja plinova te nam omogućuje da predvidimo njihovo ponašanje.

Robert Boyle i Edme Mariotte proučavali su tu pojavu te su iznijeli Boyle-Mariotteov zakon idealnih plinova. To je prvi fizikalni zakon izražen u formi jednadžbe koja opisuje ovisnost dvije varijable.

Boyleov zakon ukazuje na obrnutu proporcionalnost između tlaka i obujma idealnog plina kod izotermnih promjena stanja plina. Stoga, umnožak tlaka i obujma izražava se konstantnom:

$$PV = konst$$

Ako je temperatura konstantna unutar zatvorenog sustava, sa točno određenom količinom plina, odnosi prije i poslije promjene obujma i tlaka izražavaju se sljedećom jednadžbom:
Gdje:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

p_1 = početni tlak
 V_1 = početni obujam
 p_2 = konačni tlak
 V_2 = konačni obujam

Savjet



Sada učenike ohrabrujemo da postave hipotezu koju treba dokazati pokusom.

Ako u šprici smanjimo obujam, što se događa s tlakom u šprici?

Vježba



Učenici će u sljedećim vježbama istraživati kako promjena obujma utječe na tlak unutar šprice pri točno određenoj početnoj količini zraka i pri konstantnoj temperaturi. Mjeriti će tlak zraka, na osnovi mjerenja konstruirati će grafičku ovisnost tlaka i obujma, te analizirati prikupljene podatke.

Resursi i materijali



Slika 13. Prikaz resursa potrebnih za izvođenje pokusa

Korištenje Labdisc uređaja

Konfiguriranje Labdisc uređaja

Kako biste obavljali mjerenja Labdiscom te thermocouple senzorom, Labdisc mora biti konfiguriran kroz sljedeće korake:

1. Uključite Labdisc .
2. Pritisnite  te odaberite "SETUP" tipkom .
3. Sljedeće odaberite "SET SENSORS" tipkom  te izaberite "air pressure".
4. U postavkama, pritisnite  te odaberite "SAMPLING RATE" tipkom .
5. Odaberite "MANUAL" tipkom  i nakon toga pritisnite  tri puta kako biste se vratili na mjerenja te pokrenite Labdisc tipkom .
6. Kada ste završili sa mjerenjima, zaustavite Labdisc tipkom  (pojaviti će se uputa "press SCROLL key to STOP") te potom pritisnite .

Pokus





1. Spojite vrh šprice sa prozirnim krajem plastične cijevi te napunite špricu zrakom do 60 ml. Potom, spojite plastičnu cijev na senzor tlaka tako da zavijete bijeli vrh cijevi u uređaj. Nakon toga, počnite s mjerenjima.



Slika 14. Prikaz spajanja šprice na senzor uređaja

2. Izmjerite tlak i zabilježite vrijednosti za početni obujam *60 ml*. Nakon toga smanjite obujam za *10 ml* nježnim guranjem vrha šprice. Pričekajte da se mjerenje izvrši te zabilježite nove vrijednosti.
3. Izmjerite tlak pri različitim obujmima - *60, 50, 40 i 30 ml* zraka u šprici te zaustavite Labdisc.

Rezultati i analiza

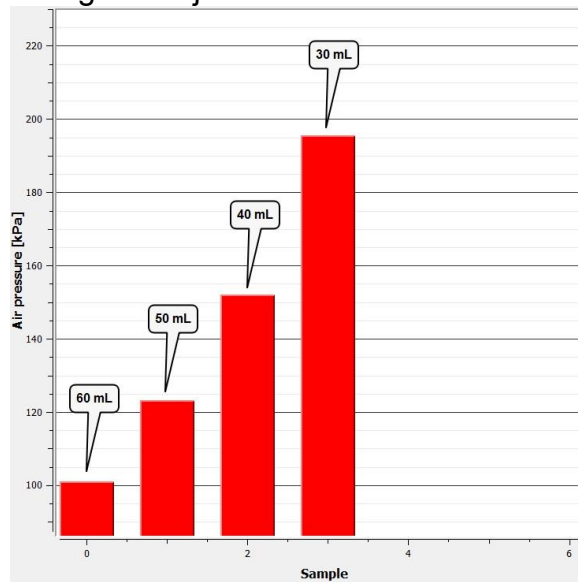
1. Spojite Labdisc na računalo koristeći USB protokol ili putem bežičnog Bluetooth komunikacijskog protokola.
2. U vrhu izbornika pritisnite  tipku i odaberite  tipku. Odaberite zadnji pokus na listi.
3. Promotrite graf prikazan na ekranu te vodite bilješke pritiskom na tipku , te točno odredite zapažanja vezano za trenutak u kojemu je mjerenje obavljeno.
4. Pritisnite  tipku, spremite podatke na računalo te izvezite podatke u aplikaciju Excel.
5. Dodajte 3. stupac sa volumenom zraka (u ml) zabilježenim za svako mjerenje.
6. Pomnožite tlak zraka sa volumenom (obujmom) za svako mjerenje posebno, te kasnije usporedite rezultate.

	A	B	C	D
1	Time [s]	Air pressure [kPa]	Volum [ml]	Px V
2	0	101.1	60	6066
3	1	123.2	50	6160
4	2	152	40	6080
5	3	195.6	30	5868

Slika 15. Prikaz tablice rezultata mjerenja

- Je li bilo razlika između očekivanih i stvarnih rezultata mjerenja?
- Što se događa s tlakom zraka ako smanjimo obujam?
- Možete li pronaći neku vezu između tlaka i obujma zraka u zatvorenom spremniku?

Donji graf trebao bi biti sličan grafu koji su dobili učenici:



Slika 16. Prikaz grafa rezultata mjerenja

- **Promotrite odnos između tlaka i obujma, te karakteristike vrijednosti dobivene mjerenjima u svakom pojedinom slučaju!**

Učenici bi trebali promotriti i usporediti vrijednosti dobivene mjerenjima koje ukazuju na relativnu konstantu; što je objašnjeno Boyleovim zakonom.

- **Kakva promjena tlaka se opaža pri spuštanju klipa šprice?**

Učenici bi trebali razumjeti da se pri spuštanju klipa šprice obujam plina smanjuje te se time povećava tlak.

- **Što se događa u uvjetima zatvorenog sustava ako se obujam poveća?**

Učenici bi trebali ustanoviti da podizanje klipa šprice povećava obujam zraka unutar šprice te time smanjuje tlak. To se događa zbog toga što u šprici ostaje jednak broj čestica zraka ali povećavanjem obujma unutar šprice česticama se oslobađa više prostora. Samim time oni rjeđe udaraju u stijenke šprice s unutrašnje strane.

- **Uzmemo li u obzir Boyleov Mariotteov zakon, te promotrimo li višestruke vrijednosti obujma i tlaka u svakom mjerenju, kako objašnjavate razlike među njima?**

Učenici bi trebali primijetiti stvari koje utječu na rezultate kao što su puls osobe koja je provodila mjerenje, točnost šprice itd. Sva fizikalna mjerenja u sebi sadržavaju i pogreške pri mjerenju.

- **Koji je odnos između obujma i tlaka plina u zatvorenom spremniku?**

Učenici bi trebali ustanoviti obrnutu proporcionalnost između tlaka i obujma. Smanjenjem obujma tlak se povećava i obrnuto.

- **Što mislite, što se događa na razini molekula da omogućava takve promjene tlakova?**

Učenici bi trebali povezati tlak zraka sa molekulskim kretanjama čestica zraka. Te se čestice sudaraju sa ostalim česticama te sa plohamo spremnika. Pri povećanom obujmu, manje čestice se sudara na istom dijelu plohe spremnika, pa tlak pada. Ukoliko smanjimo prostor, čestice se sudaraju češće, što rezultira povećanjem tlaka.

Učenici bi trebali doći do sljedećeg zaključka:

Postoji obrnuta proporcionalnost između obujma i tlaka unutar zatvorenog spremnika. Ta veza je izražena Boyle-Mariotteovim zakonom, koji kaže da je pri konstantnoj temperaturi obujam obrnuto proporcionalan s tlakom, te da je umnožak obje vrijednosti konstanta. Zaključujemo da ukoliko povećamo obujam, tlak pada kao i da ukoliko smanjimo obujam, tlak raste.

Za one koji žele znati više



Idealni je plin tlaka $p_1 = 1 \text{ atm}$ i obujma $V_1 = 30 \text{ L}$. Koliki će biti krajnji obujam ukoliko se tlak poveća na $2,5 \text{ atm}$? ($T = \text{konstanto}$)
Učenici bi trebali iskoristiti Boyle-Mariotteov zakon u praksi, te izračunati krajnji obujam V_2 idealnog plina. Točan odgovor je 12 litara.

Kako bi se mijenjao tlak zraka unutar šprice ukoliko bi ga pokušali stlačiti što je više moguće?

Učenici bi trebali analizirati situaciju i razumjeti da ukoliko stlačimo zrak, smanjujemo mu obujam, a to uzrokuje povećanje tlaka zbog obrnute proporcionalnosti tih vrijednosti.

Koji je razlog promatranja idealnih plinova u usporedbi sa realnim plinovima?

Učenici bi trebali shvatiti da pojednostavljeni pristup pomaže računanju vrijednosti kod realnih plinova.

Mjerenje razine pH pića

Cilj ove aktivnosti je usporediti razinu pH gaziranih i alkoholnih pića, postaviti određenu hipotezu te ju provjeriti koristeći Labdisc pH senzor.

Uvod i teorija

Cilj uvoda je da se učenici usredotoče na temu lekcije prisjećanjem što već o njoj znaju te postavljanjem pitanja koja potiču razvoj istraživanja. Time usvajaju i praktično primijenjuju ključne pojmove iz teorijskog okvira tijekom lekcije.

Uvod

Jeste li ikada osjetili žarenje u gornjem dijelu želuca nakon što ste pojeli veliku količinu hrane općenito ili neku određenu namirnicu ili piće? Žarenje može izazvati i zdrava namirnica poput zelene salate začinjene limunovim sokom. Ovaj se osjećaj naziva žgaravica. Žgaravicu uzrokuje povećan unos tvari koje mijenjaju uobičajenu razinu kiseline u našem želucu. Zna li na što se točno odnosi pojam "kiselosti"? U ovoj vas lekciji pozivamo da otkrijete pravo značenje ovog pojma te da izmjerite koliko su stvarno kisela različita pića koja svakodnevno pijemo.

- *Možete li navesti neka pića koja često pijete? Pokušajte ih poredati s obzirom na razinu kiselosti.*
- *Jeste li ikad čuli za pojam "pH"? Što mislite da on znači?*

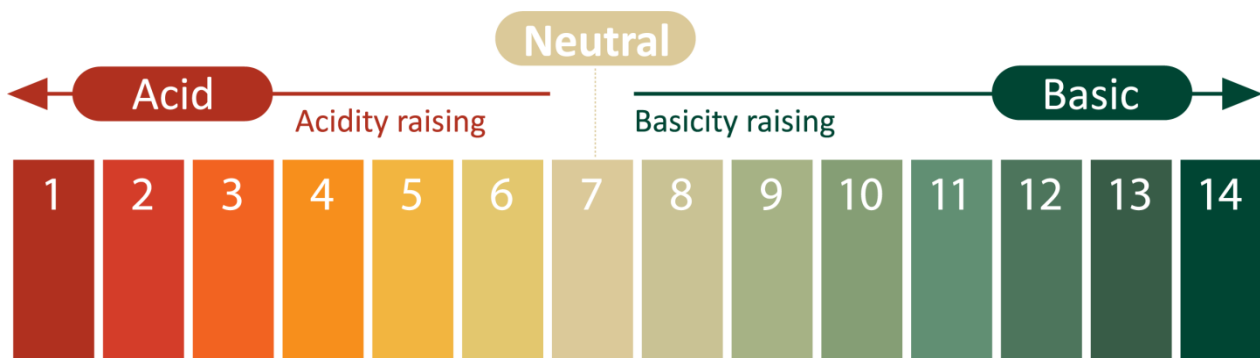
Provedite pokusnu vježbu s razredom kako biste na kraju došli do odgovora na sljedeće pitanje:

- *Koliko su kisela pića koja pijemo?*

Kada govorimo o kiselini i lužini, mislimo na količinu vodika u otopini. Kiselina povisuje koncentraciju vodika, a lužina ju snižava. Kako bismo saznali je li određena tvar kisela ili lužnata, mjerimo njen pH (potencijal vodika) pHmetrom i sondom. PH se mjeri na skali od 1 do 14. Što je viši pH, to je otopina lužnatija. 1 je najkiselija, a 14 najlužnatija vrijednost. Ako je pH 7, otopina se smatra neutralnom. Sve ispod ove vrijednosti smatra se kiselom, a iznad nje lužnatim. U našem želucu možemo naći pH 1 (ekstremno kiselo), vino ima pH vrijednost 3,5, krv 7,35, morska voda 8,5 itd.

Svaka otopina unutar ili izvan ljudskog tijela je kisela, lužnata ili neutralna. To znači da krv, želučani sok, vino, kava i drugo ima svoj određeni pH.

U idealnim bi uvjetima razina kiselosti u ljudskom tijelu trebala iznositi između 7,35 i 7,45, odnosno blago lužnato.



Slika 17. Prikaz stupnja kiselosti i lužnatosti

Neophodno je održavati određenu ravnotežu između kiselina i lužina u našem tijelu, jer se velik broj metaboličkih reakcija koje imaju ključne uloge u našem organizmu može odvijati samo na određenim razinama kiselosti ili lužnatosti. Mala promjena u pH otopine može utjecati na brzinu odvijanja važnih kemijskih reakcija o kojima ovisi naš metabolizam, ometajući time prirodan tijek procesa u našem tijelu.

Na primjer, tijekom vježbanja se podiže razina kiselosti mišića zbog stvaranja mliječne kiseline. To uzrokuje bol i smanjuje mogućnost voljne kontrakcije mišića.

Savjet



Sada učenike ohrabrujemo da postave hipotezu koju treba dokazati pokusom.

Ako imate gazirano i alkoholno piće, mislite li da postoji razlika u njihovom pH? Koje očekujete da je kiselije, a koje lužnatije?

Vježba



Tijekom sljedeće aktivnosti učenici će izmjeriti pH različitih vrsta gaziranih i alkoholnih pića, pomoću Labdisc pH senzora. Rezultate će zatim poredati u niz od najnižeg do najvišeg pH. Na kraju bi učenici trebali povezati utjecaj pretjerane konzumacije kiselih tvari s određenim tjelesnim simptomima koje ljudi osjećaju.

Resursi i materijali

- 1 Labdisc
- 2 USB kabel
- 3 pH senzor
- 4 Traka za označavanje čaša
- 5 Boca za ispiranje
- Destilirana voda
- Čaša ili neko drugo staklo
- Destilirano piće (brendi, votka, konjak, gin, rum ili viski)
- Pivo
- Crno ili bijelo vino
- Sok od naranče
- Piće poput Coca Cole
- Sprite



















Slika 18. Prikaz resursa potrebnih za izvođenje pokusa

Korištenje Labdisc uređaja

Konfiguriranje Labdisc uređaja

Kako biste obavljali mjerenja Labdiscom te thermocouple senzorom, Labdisc mora biti konfiguriran kroz sljedeće korake:

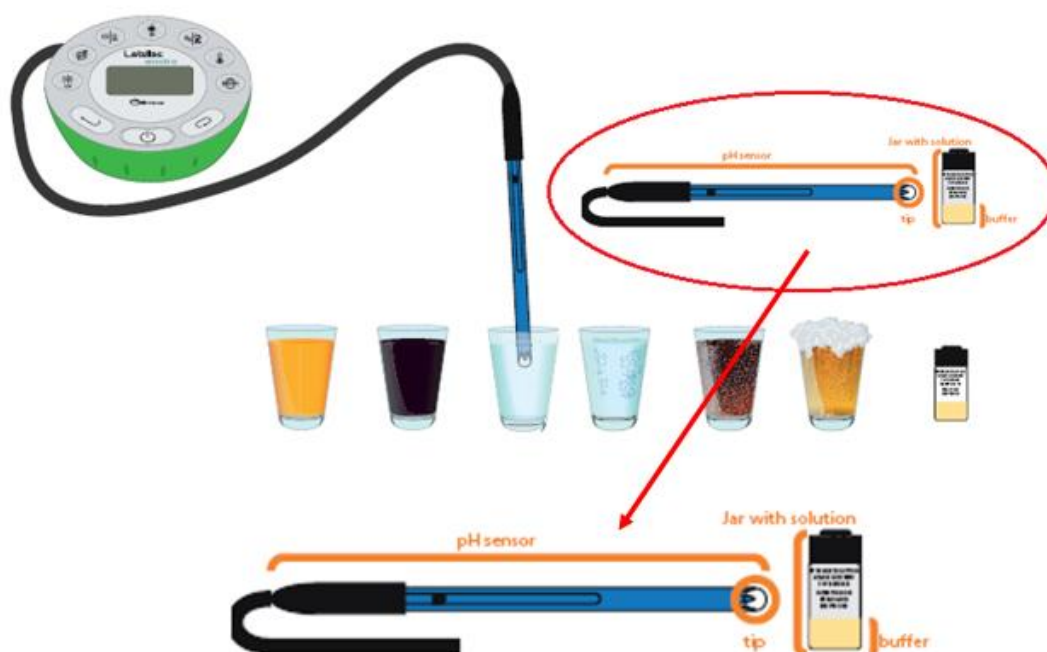
1. Upalite Labdisc pritiskom na .
2. Pritisnite  i odaberite "SETUP" pritiskom na .
3. Sada odaberite opciju "SET SENSORS" pritiskom na .
4. Odaberite samo pH senzor i pritisnite .
5. Kad ste to učinili, vratite se na postavke i pritisnite .
6. Odaberite "1/sec" pritiskom na  i pritisnite .
7. Pritisnite  i odaberite "NUMBER OF SAMPLES" pritiskom na .

8. Odaberite "10000" pritiskom na  i pritisnite .
9. Za povratak na mjerenje pritisnite  tri puta.
10. Zatim pritisnite  za početak mjerenja.
11. Kad ste završili s mjerenjem zaustavite Labdisc pritiskom na  (vidjet ćete uputu "Press SCROLL key to STOP") i pritisnite .

Održavanje i čišćenje senzora

Ph senzor je vrlo osjetljiv i zahtjeva redovito održavanje. Zapamtite da:


1. Nakon svakog mjerenja sondu očistite destiliranom vodom. Uvijek imajte bocu za ispiranje i destiliranu vodu nadohvat ruke. Ako nemate bocu za ispiranje, trebat će vam šprica od najmanje 10 ml kako biste očistili senzor.
2. Nakon svakog pranja senzor dobro osušite brišući ga papirom, no bez da dodirujete prozirnu loptu na vrhu senzora.
3. Dok senzor nije u upotrebi važno je da se nalazi u otopini pufera u posudi. Vodite brigu o tome da je senzor uvijek čist i suh prije umetanja vrha senzora u otopinu (vidi korake 1 i 2).



Slika 19. Prikaz održavanja i očuvanja pH senzora





Pokus

Sljedeći koraci objašnjavaju kako se provodi pokus:

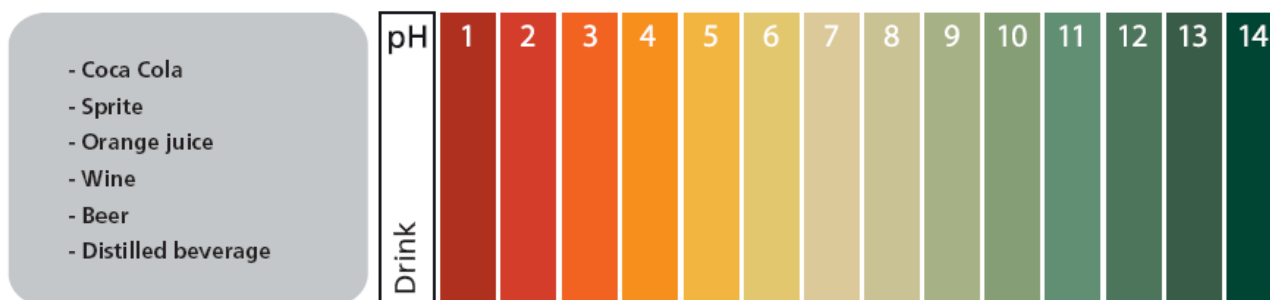
1. Uzmi šest plastičnih čaša i svaku označi imenom tvari koju ćeš analizirati (npr. vino).
2. Stavi malu količinu pića u čašu, oko 50 ml (trebao bi moći uroniti cijeli vrh senzora u otopinu).
3. Za početak mjerenja izvadi elektrodu iz pufera i očisti ju s mnogo destilirane vode. Osuši ju papirom.
4. Izmjeri razinu pH različitih tvari u čašama i to sljedećim redoslijedom: Cola, Sprite, sok od naranče, pivo, vino i na kraju destilirano piće.
5. Kako biste prikupili podatke, uronite elektrodu u uzorak bez dodirivanja stranica plastične čaše.
6. Pritisnite  dugme na Labdiscu.
7. Pratite mijenjanje pH vrijednosti na ekranu Labdisca.
8. Pričekajte dok se pH vrijednost koju mjerite ne stabilizira. Mjerenje je završeno kad druga decimala prikazana na ekranu iznosi +/- 1.
9. Kad ste završili s prvim mjerenjem, očistite elektrodu destiliranom vodom i osušite papirom.
10. Kad ste završili s mjerenjem isključite Labdisc.
11. Ne zaboravite oprati senzor s dosta tekuće vode nakon svakog mjerenja te dobro isprati vrh svake elektrode.
12. Izmjerite pH vrijednost za svaku tvar. Kad ste završili, obavezno vratite senzor natrag u otopinu pufera.

Rezultati i analiza

Sljedeći koraci objašnjavaju kako analizirati rezultate pokusa:

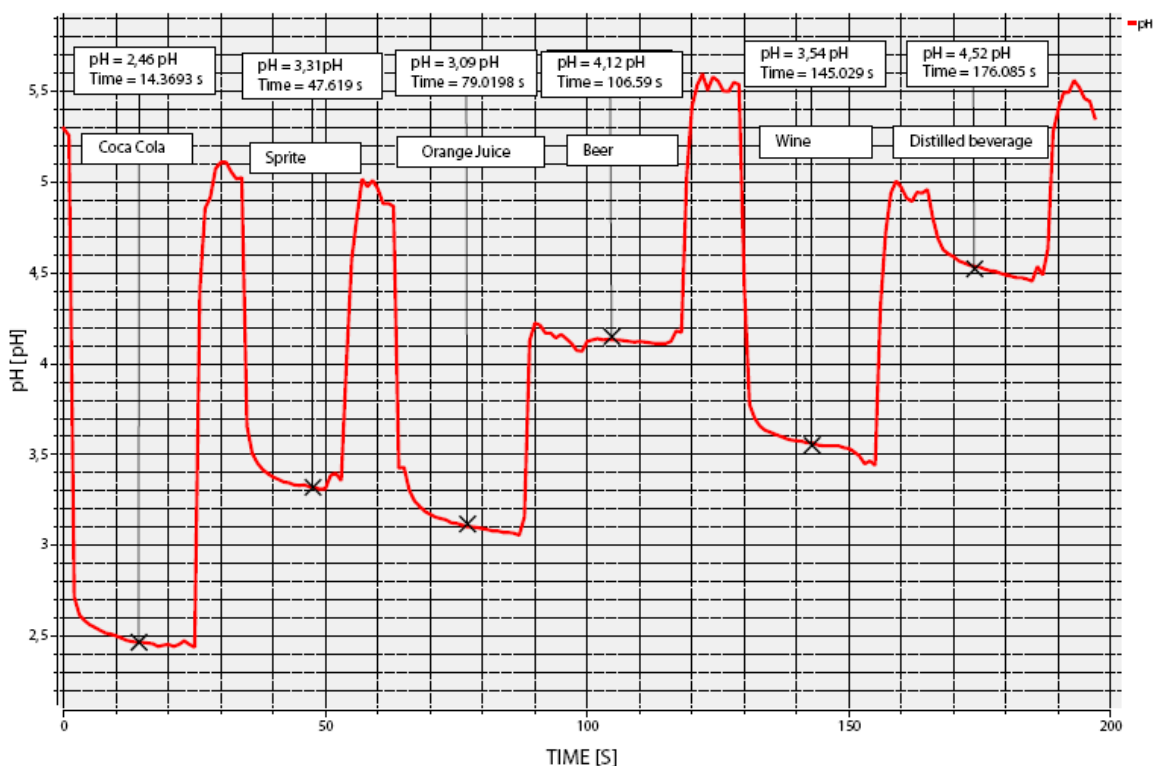
1. Spojite Labdisc s kompjuterom.
2. U gornjem izborniku pritisnite  i odaberite .
3. Odaberite posljednji pokus na popisu.
4. Promotrite grafikon prikazan na ekranu.
5. Pritisnite  i upišite bilješke s vašim zapažanjima na grafikon.
6. Pritisnite  kako biste odabrali određene točke s podacima na grafikonu te odaberite jednu reprezentativnu točku za svaku otopinu (reprezentativne točke se prikazuju kada mjerenje dosegne plato).

- Odgovaraju li dobiveni rezultati postavljenoj hipotezi? Objasni.
- Koja analizirana tvar je bila najkiselija? Koja je bila najlužnatija?
- Odredite svaku tvar na pH skali, s obzirom na prikupljene podatke.



Slika 20. Prikaz pH skale

Učenci bi sami trebali dobiti grafikon sličan ovome:



Slika 21. Prikaz grafikona rezultata mjerenja

U nastavku su neka pitanja na koja bi učenici trebali moći odgovoriti s obzirom na dobivene zaključke pokusa.

- **Kolika je koncentracija protona (vodika) pića poput Coca Cole u usporedbi s destiliranim pićem?**

Učenici bi trebali odgovoriti da je koncentracija protona pića poput Coca Cole viša od one destiliranog pića, jer ima nižu pH vrijednost (dakle kiseliya je).

- **Odgovara li pH vrijednost nekog alkoholnog pića postotku samog alkohola u piću?**

Učenici bi trebali odgovoriti da ne postoji povezanost između postotka alkohola i razine kiselosti. To možemo zaključiti jer znamo da vino ima viši postotak alkohola od piva, no istovremeno i niži pH.

- **Kolika je razlika u pH između gaziranog i alkoholnog pića? Kako možemo objasniti tu razliku?**

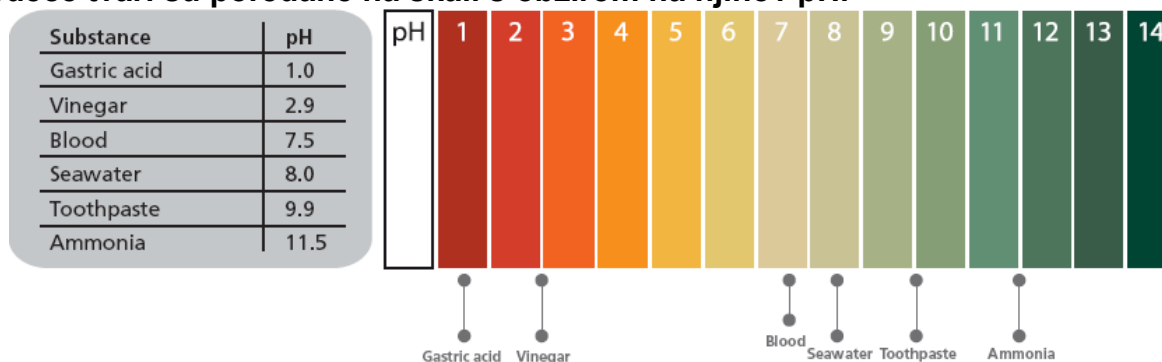
Učenici bi trebali odgovoriti da je gazirano piće kiseliya od alkoholnog pića te da to ovisi o hidroksilnoj skupini (OH⁻). Hidroksil alkoholne tvari povisuje pH otopine (čime ju čini lužnatijom).

Učenici bi trebali doći do sljedećih zaključaka:

Učenicima su gazirana pića bliskija te će ovim pokusom shvatiti da je ova vrsta pića, unatoč slatkom okusa, kiseliya od alkoholnih pića. Najkiselija gazirano piće je Coca Cola, što znači da ima višu koncentraciju vodika od drugih analiziranih tvari.

Daljnji cilj je da učenici praktično upotrijebe znanja stečena u ovoj lekciji primjenom u različitim kontekstima i situacijama. Nadalje, zamišljeno je da učenici preispituju i pokušaju objasniti rezultate daljnjih pokusa.

Sljedeće tvari su poredane na skali s obzirom na njihov pH.



Slika 22. Prikaz pH skale i poredak određenih tvari na njoj

Za one koji žele
znati više



Objasnite simptome koje osjećamo kad nam želučana kiselina postane kiseliya ili lužnatija.

Učenici bi trebali navesti negativne učinke nagle promjene pH u želucu, znajući da je uobičajeni raspon od 1,0 - 2,0. učenici bi trebali znati da nagli pad pH vrijednosti može izazvati žgaravicu, a nagli porast može uzrokovati "težak" osjećaj u želucu.

Kako prekomjerna konzumacija kiselih tvari utječe na naše zube?

Učenici bi trebali znati da prekomjerna konzumacija kiselih pića uzrokuje eroziju zuba. To znači da kiselina uništava zubnu caklinu (tvrđi, zaštitni sloj zuba). Ponekad se caklina istroši i dentin koji se nalazi ispod nje postane izložen. U ekstremnim slučajevima erozija može doći čak i do živca. To može uzrokovati karijes te slabljenje i demineralizaciju zuba, što povećava njegovu osjetljivost.

Slobodni pad

Promatranje i analiza slobodnog pada odskokom loptice za stolni tenis.

Cilj vježbe:

- izračunati ubrzanje slobodnog pada
- dokazati 2. Newtonov zakon.

Uvod i teorija

Cilj uvoda je fokusirati učenike na predmet lekcije osvježavanjem prikupljenog znanja, te postavljanjem pitanja koja potiču razvoj istraživanja. Uče se ključni elementi iz teorijskog dijela, korišteni od strane učenika.

Uvod

Jeste li se ikada zapitali zašto ne odletite u svemir kada skočite? Zvuči kao potpuno besmisleno pitanje, ali zbog njega shvaćamo da postoji "nešto" što nas drži na površini Zemlje i ne dopušta nam da pobjegnemo. Isti fenomen možemo uočiti kod loptice za stolni tenis ili lopte za košarku - uvijek dosegnu određenu visinu prije nego ponovo padnu na tlo.

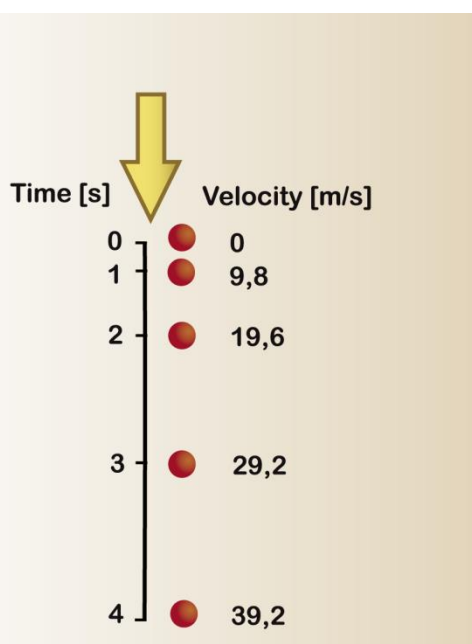
- *Zamislimo situaciju gdje skočite najjače što možete. Kako biste opisali osjećaj tokom svakog trenutka tog skoka - u trenutku kada idete prema gore, u trenutku kada dosegnete najvišu točku, te u trenutku kada opet krenete padati prema dolje?*
- *Kakav je osjećaj (psihološki) kada osoba skoči iz aviona? Objasnite!*

Provedite pokus sa razredom tako da na kraju možete odgovoriti na sljedeće pitanje.

- *Kako se mijenja udaljenost između tijela i tla kada tijelo padne na tlo i odbije se?*

Tijela koja padnu na tlo sa različitih visina kreću se drugačije od tijela koja mijenjaju svoju poziciju na tlu. Prvi tip gibanja naziva se “slobodni pad” i primjer je pravocrtnog kretanja sa stalnim ubrzanjem. U teoriji, nijedno tijelo na Zemlji ne opisuje ovakav oblik kretanja, jer se slobodni pad odvija kada je gravitacija jedina sila koja utječe na tijelo. U tom slučaju, neovisna je o obliku i masi tijela te postoji samo u vakuumu, gdje nema sile otpora zraka. Na Zemlji, zrak (ostali plinovi i fluidi) uzrokuju trenje objekta te mijenjaju uvijete slobodnog pada. Ipak, u situacijama slobodnog pada na male udaljenosti, sila trenja ima minimalan učinak.

Ubrzanje koje utječe na tijelo u slobodnom padu nazivamo **ubrzanje sile teže (g)**. Iznos tog ubrzanja je otprilike $9,81 \text{ m/s}^2$ i javlja se kao posljedica djelovanja sile gravitacije koja privlači tijelo prema središtu Zemlje. Ubrzanje od $9,81 \text{ m/s}^2$ znači da će tijelo povećati svoju brzinu za $9,8 \text{ m/s}$ svake sekunde, kao što je prikazano na slici ispod.



Slika 23. Prikaz ubrzanja

Iznos ubrzanja sile teže (g) biti će pozitivan za tijelo koje se kreće prema površini Zemlje, a negativan za kretanje od površine Zemlje (primjer: vertikalni hitac). Kako je ubrzanje vektorska veličina, predznak će ovisiti o načinu postavljanja koordinatnog sustava. Udaljenost koju je tijelo prešlo u slobodnom padu, jednaka je njegovoj početnoj visini (h). Sljedeće formule predstavljaju odnose između varijabli koje utječu na slobodni pad: početna brzina (V_i), krajnja brzina (V_f), ubrzanje sile teže (g), visina (h) i vrijeme (t).

$$V_f = V_i + gt$$

$$t = \frac{(V_f - V_i)}{g}$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2gh$$

$$h = V_i t + \frac{1}{2} gt^2$$

Savjet



Učenici se potiču da stvaraju pretpostavke koje se moraju potvrditi provođenjem pokusa.

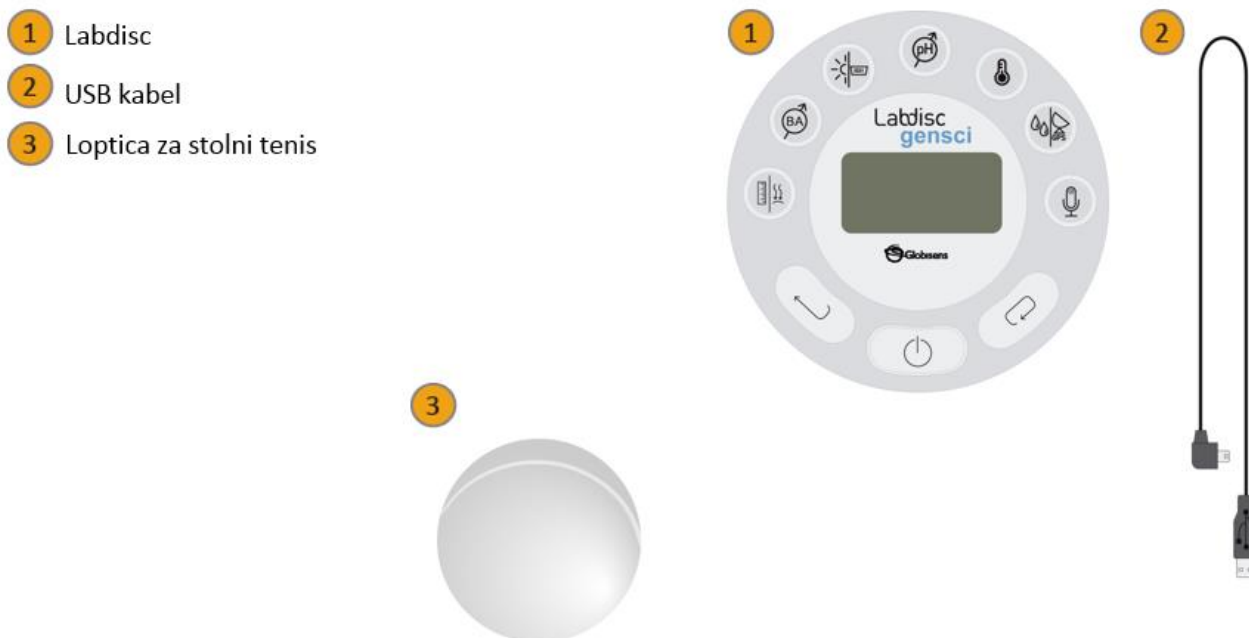
Ispustili ste lopticu za stolni tenis i u mogućnosti ste izmjeriti promjene udaljenosti kako se loptica kreće prema dolje u slobodnom padu iz početne točke. Kakva su vam očekivanja vezano uz promjene udaljenosti?

Vježba



Učenici će mjeriti promjene udaljenosti između loptice za stolni tenis koja je puštena sa visine od 1,5 m iznad tla. Analizirati će dobivene podatke te će izračunati ubrzanje sile teže temeljem empirijskog rezultata kako bi ih usporedili sa informacijama danim u teorijskoj pozadini gradiva.

Resursi i materijali







Slika 24. Prikaz resursa potrebnih za izvođenje pokusa

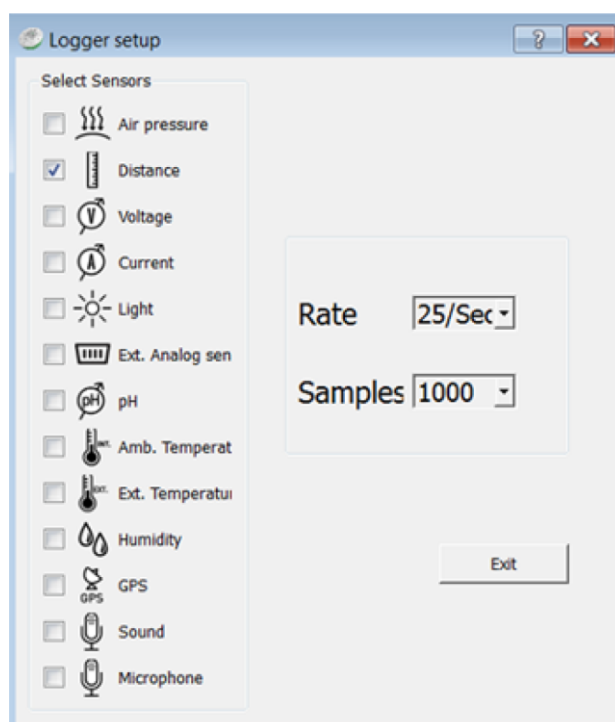
Korištenje Labdisc uređaja

Konfiguriranje Labdisc uređaja

Kako biste prikupili mjerne podatke sa senzorom udaljenosti u Labdisc uređaju, Labdisc mora biti konfiguriran prema sljedećim uputama:

1. Uključite Labdisc pritiskom na tipku .
2. Ukoliko računalo podržava Bluetooth komunikacijski protokol, preporučamo korištenje istog sa Labdiscom. Ukoliko Bluetooth nije podržan, možete koristiti USB kabel za povezivanje računala i Labdisca. Za upute kako uspostaviti Bluetooth komunikaciju računala i Labdisca, molimo pogledajte Quick Start vodič koji dolazi sa uređajem.
3. Otvorite GlobiLab program.
4. Pri korištenju Bluetooth protokola desnim klikom na ikonicu Bluetooth u GlobiLab programu (desni donji kut) selektirajte koji model Labdisca koristite. Ikonica će promjeniti boju iz sive u plavu što će značiti da su Labdisc i računalo sada spojeni preko Bluetooth protokola .


5. Za spajanje putem USB protokola, spojite Labdisc i računalo pomoću USB kabela koji dolazi sa Labdisc uređajem. Pritisnite USB ikonicu (desni donji kut programa). Ikonica će poprimiti plavu boju označavajući da je Labdisc spojen sa računalom putem USB protokola .
6. Pritisnite tipku  kako biste namjestili postavke Labdisca. U “Logger setup” prozoru odaberite samo senzor udaljenosti (“distance”) i odaberite brzinu 25/sec za 1000 uzoraka.





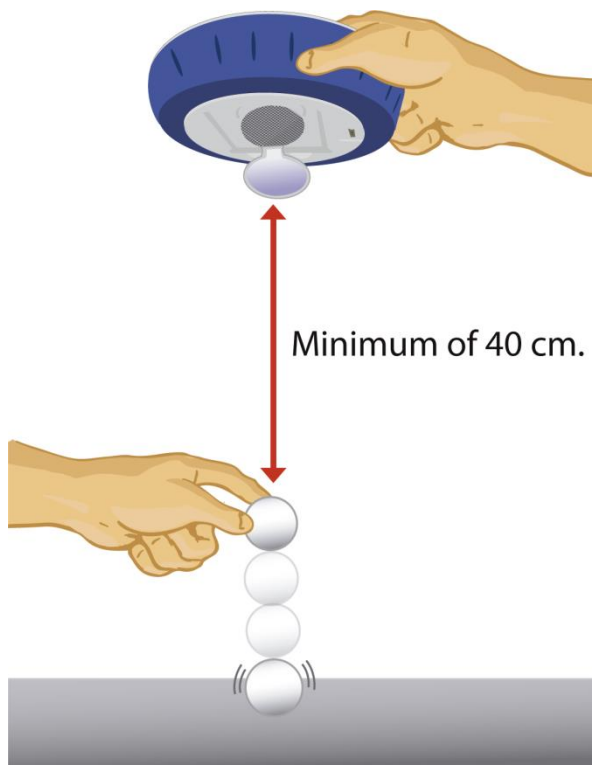
Slika 25. Prikaz postavki senzora

Pokus

Sljedeći koraci objašnjavaju kako izvesti pokus:

1. Kada ste namjestili postavke, postavite uređaj 1,2 metra od poda. Neka senzor za udaljenost gleda u pod i započnite mjerenja pritiskom na Labdisc Select key .
2. Ispustite lopticu za stolni tenis sa visine 80 centimetara iznad poda, točno ispod senzora za udaljenost. Labdisc bi **stalno** trebao biti na istoj udaljenosti od poda. Promatrajte visinu loptice za ekranu računala.

3. Kada ste dobili graf sa vrijednostima više od 3 skoka loptice, zaustavite pohranu podataka pritiskom na tipku  (pojaviti će se opcija “Press SCROLL key to STOP“), te tada pritisnite tipku .





Slika 26. Grafički prikaz izvođenja pokusa

Rezultati i analiza



Sljedeći koraci objašnjavaju kako analizirati rezultate pokusa:

1. Promotrite grafikon prikazan na ekranu.
2. Identificirajte dijelove grafikona koji predstavljaju odbijanje loptice za stolni tenis.

Potom, aktivirajte markere , stavljajući jedan na startnu poziciju a drugi na kraj dijela odskoka.

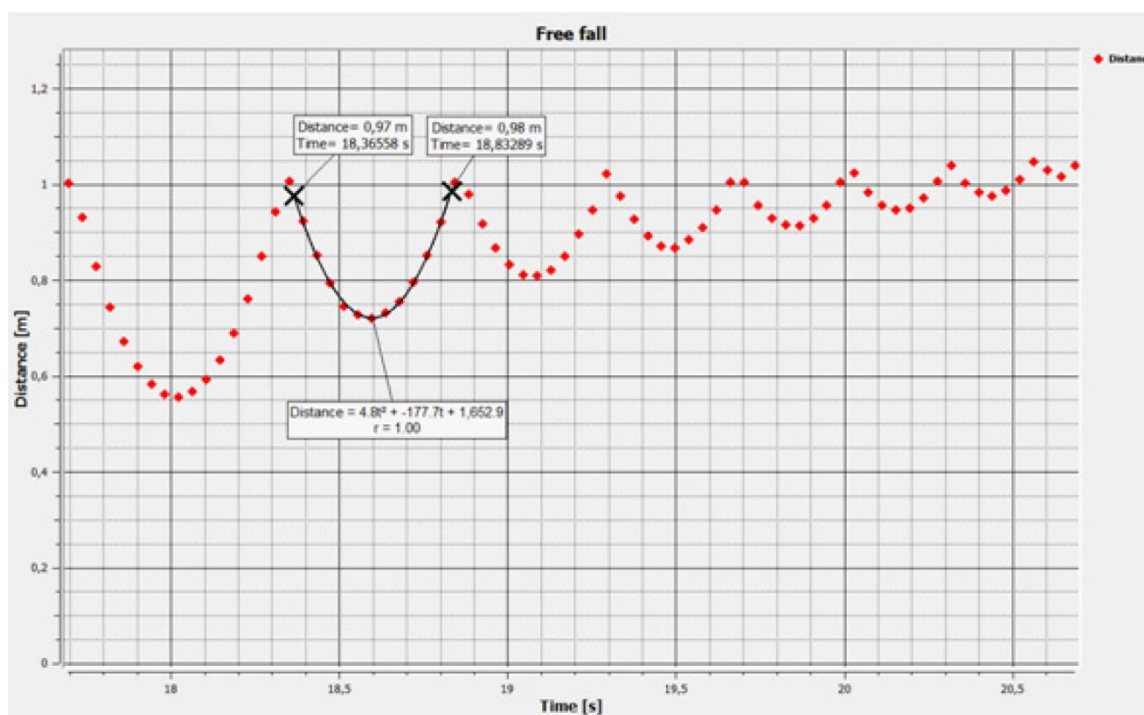
3. Izrežite dijelove uzorka lijevo i desno od markera - pritisnite  te tipku “accept” na poruci koja se pojavila na ekranu. Grafikon će sada sadržavati samo odabranu sekciju između 2 markera.

4. Desni klik na oznaku udaljenosti na desnoj strani prozora grafikona, promijeniti će linijski grafikon u ikonice uzorka.

5. Označite početnu i krajnju točku jednog odskoka loptice  te pritisnite tipku kvadratne regresije (quadratic regression) tipku  kako biste dobili jednadžbu parabole.

- *Kako se rezultati odnose prema Vašoj početnoj hipotezi?*
- *Da li ste uočili sličnosti između jednadžbe iz softvera i jednadžbe u teoriji?*
- *Što se događa amplitudi parabole tijekom pokusa?*

Grafikon ispod trebao bi biti sličan onome koji su dobili učenici.



Slika 27. Prikaz grafa rezultata mjerenja

Evo nekoliko pitanja i odgovora koja učenici trebaju razviti, kako bi elaborirali svoje zaključke:

- **Prema teorijskim informacijama, koja je magnituda početne brzine slobodnog pada (u slučaju loptice za stolni tenis)?**

Učenici bi trebali ukazati, kada objekt pustimo u slobodni pad, da početna brzina iznosi 0.

- **Korištenje jednadžbe iz grafa i jednadžbe za visinu iz teorije, učenici trebaju izračunati vrijednost ubrzanja gravitacije u pokusu.**

Učenici bi trebali zaključiti da je veličina $\frac{1}{2}gt^2$ iz jednadžbe visine jednaka prvoj vrijednosti kvadratne regresije prikazane na grafikonu (napr. $4,8 t^2$). Ovu jednakost možemo prikazati sljedećom jednadžbom:

Therefore we can state:

$$\frac{1}{2}gt^2 = 4,8 t^2$$

$$\frac{1}{2}g = 4,8 \quad g = 4,8 \cdot 2 \quad g = 9,6$$

We remember the units of g from the theoretical background, and obtain $g = 9,6 \left[\frac{m}{s^2} \right]$.

- **Izračunajte grešku pokusa usporedbom empirijskog rezultata s teorijskom vrijednošću g.**

Učenici trebaju izračunati % razlike obje vrijednosti g. Na primjer, ako ako uzmemo naprijed dobivenu vrijednost ($g=9,6 [m/s^2]$), razlika iznosi 2.1%.

- **Kako biste objasnili razlike između teorijske i empirijske vrijednosti g?**

Učenici trebaju zaključiti da djelić sile zraka koja djeluje na lopticu može promijeniti vrijednost ubrzanja.

- **U kojem dijelu grafa ste zapazili pozitivnu vrijednost g? Da li ste zapazili negativnu vrijednost g?**

Učenici trebaju zapamtiti da je ubrzanje gravitacije pozitivno kada se objekt približava površini zemlje, a negativno kada se udaljava od tla. Stoga će g biti pozitivna kada se loptica kreće prema dolje, a negativna kada se kreće prema gore.

Učenici trebaju doći do sljedećih zaključaka:

Ako tijela pada sa određene visine, padaju slobodnim padom. Slobodni pad može se iskazati grafički kao ovisnost udaljenosti o vremenu. Ako se tijelo odbija, svaki sljedeći odbijanje stvara parabolu na grafikonu. Možemo prikupiti mnoštvo informacija jednadžbom parabole i usporediti ih sa matematičkim izrazima u teorijskom dijelu. Na primjer, možemo izračunati pokusnu vrijednost ubrzanja sile teže.

S druge strane, iznosi ubrzanja sile teže se mogu razlikovati od teorijskih iznosa zbog pogrešaka u pokusu. Ipak, najvažniji razlog je razlikovanje sila trenja između zraka i tijela koje je u slobodnom padu.

Za one koji žele
znati više



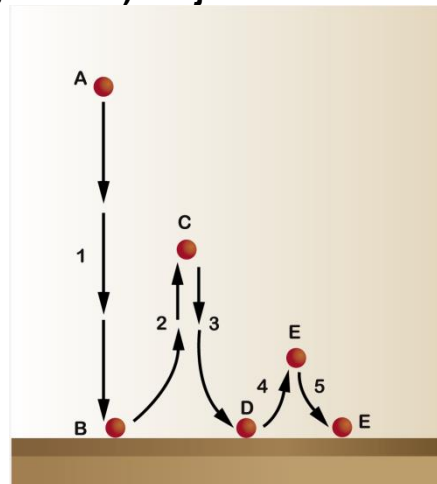
Cilj ovog dijela nastave je da učenici steknu sposobnost primjene stečenog znanja u različitim kontekstima i situacijama. Osim toga, želja je da učenici pokažu zanimanje i predstave moguća objašnjenja fenomena iz pokusa.

Sljedeća pitanja:

Što se događa kada netko iz zrakoplova iskoči s padobranom?

Učenici trebaju naznačiti da otvaranje padobrana tijekom skoka povećava površinu u kontaktu sa zrakom. Stoga se pad usporava zbog dramatičnog povećanja sile trenja, u usporedbi sa silom trenja koju prouzroči ta ista osoba bez padobrana.

Pokažite na dijagramu u kom je trenutku (A, B, C, D, E ili F) brzina loptice jednaka 0. Označite kada se brzina loptice povećava ili smanjuje zbog ubrzanja g , u svakom dijelu dijagrama (1, 2, 3, 4 and 5). Objasnite zašto.



Slika 28. Prikaz dijagrama za provođenje mjerenja

Učenici bi trebali pojaniti da u točkama A, C i E brzina loptice iznosi 0. U područjima 1, 3 i 5 brzina loptice se povećava uslijed ubrzanja g . U područjima 2 i 4 ubrzanje g usporava brzinu loptice.

Padajući kamen treba tri sekunde da stigne do tla. S koje visine je kamen pao?

Učenici trebaju poći od pretpostavke da je početna brzina kamena nula. Trebaki upotrijebiti posljednju jednadžbu iz teorije i riješiti problem.

Data:

$$t = 3 \text{ s}$$

$$V_i = 0$$

Solution:

$$h = V_i \times t + \frac{1}{2} g t^2$$

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

$$h = \frac{1}{2} 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} 3^2 \text{ s}^2$$

$$h = 44,1 \text{ m}$$

Zaključak

U ovom priručniku opisana je namjena i karakteristike interaktivnih mjernih uređaja Labdisc. Konkretno su predstavljena tri tipa uređaja odnosno Labdisc senzora - GENSCI, PHYSIO i ENVIRO, a svaki uređaj naveden je popis različitih senzora koje sadrži. Ovi mjerni uređaji osobito su prikladni za korištenje u nastavi prirodoslovnih predmeta a jednostavni su za uporabu. Iako se uređaji mogu i samostalno koristiti, računalna analiza podataka mjerenja zajedno s vizualnim prikazima podataka omogućena je kroz GlobiLab softver u kojeg se učitaju podaci mjerenja.

Priručnik sadrži objašnjenja nekih mogućnosti korištenja ovih uređaja zajedno s GlobiLab softverom kao i prebacivanje podataka s mjernog uređaja na računalo. Upute za korištenje te praktični primjeri provođenja mjerenja zajedno s teorijskom podlogom također se mogu pronaći u priručniku. Za one koji žele dublje ući u tematiku i dobro se upoznati s uređajima dostupna su tri detaljno opisana pokusa koji se mogu provesti samostalno ili za vrijeme nastavnog sata.

Primjena ovakvih mjernih uređaja u nastavi zajedno sa softverom koji omogućava detaljniju analizu podataka olakšava provedbu eksperimenta u nastavi te realizaciju istraživačkog poučavanja u školama.

Popis literature

Bybee, R. W. (2010) **Advancing STEM Education: A 2020 Vision. Technology & Engineering Teacher**. 70:1, 30-35.2.

Globisens Ltd. (2016) **Curriculum sample activities**.

<http://www.globisens.net/resources/sample-activities>, 05.09.2016.

Jandrić, Petar; Boras; Damir (ur.) (2015) **Critical Learning in Digital Networks**. New York: Springer.

MZOŠ (2014) **Strategija obrazovanja, znanosti i tehnologije**. Dostupno na <http://public.mzos.hr/Default.aspx>, 27.4.2015.

Šimović, V.; Ružić-Baf, M.(2013) **Suvremeni informacijski sustavi**. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile.

Popis slika

Slika 1. Osnovni sadržaj svakog paketa.....	6
Slika 2. Dodatna oprema po tipu senzora	7
Slika 3. Prikaz konektora, senzora, gumba i ekrana na Labdisc GENSCI.....	7
Slika 4. Prikaz konektora, senzora, gumba i ekrana na Labdisc PHYSIO	8
Slika 5. Prikaz konektora, senzora, gumba i ekrana na Labdisc ENVIRO	9
Slika 6. Prikaz priključka za punjenje	12
Slika 7. Prikaz sučelja Labdisc uređaja	13
Slika 8. Prikaz gumba Labdisc uređaja	14
Slika 9. Prikaz podešavanja Labdisc uređaja	15
Slika 10. Pregled informacija na Labdisc uređaju	15
Slika 11. Prikaz podešavanja osnovnih parametara na Labdisc uređaju	16
Slika 12. Prikaz povezivanja Labdisc uređaja s GlobiLab softverom putem Bluetooth-a	19
Slika 13. Prikaz resursa potrebnih za izvođenje pokusa	26
Slika 14. Prikaz spajanja šprice na senzor uređaja	27
Slika 15. Prikaz tablice rezultata mjerenja	27
Slika 16. Prikaz grafa rezultata mjerenja	28
Slika 17. Prikaz stupnja kiselosti i lužnatosti	31
Slika 18. Prikaz resursa potrebnih za izvođenje pokusa	32
Slika 19. Prikaz održavanja i očuvanja pH senzora	33
Slika 20. Prikaz pH skale	35
Slika 21. Prikaz grafikona rezultata mjerenja	35
Slika 22. Prikaz pH skale i poredak određenih tvari na njoj	36
Slika 23. Prikaz ubrzanja	38
Slika 24. Prikaz resursa potrebnih za izvođenje pokusa	40
Slika 25. Prikaz postavki senzora	41
Slika 26. Grafički prikaz izvođenja pokusa	42
Slika 27. Prikaz grafa rezultata mjerenja	43
Slika 28. Prikaz dijagrama za provođenje mjerenja	45

Popis tablica

Tablica 1. Tablica pojašnjenja Labdisc GENSCI.....	7
Tablica 2. Tablica pojašnjenja Labdisc PHYSIO	8
Tablica 3. Tablica pojašnjenja Labdisc ENVIRO	9
Tablica 4. Prikaz simbola i objašnjenja.....	10
Tablica 5. Prikaz simbola i objašnjenja GlobiLab softvera	17
Tablica 6. Primjeri pokusa za pojedine uređaje.....	22

Impressum

Nakladnik: Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet

Projekt: „e-Škole: Uspostava sustava razvoja digitalno zrelih škola (pilot projekt)“

Autor: Globisens Ltd.

Prijevoditelj: HSM-informatika d.o.o.

Recenzenti: Bojan Markičević, Jelena Šarac

Zagreb, prosinac 2016.

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Hrvatske akademske i istraživačke mreže – CARNet.

Kontakt

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet

Josipa Marohnića 5, 10000 Zagreb

tel.: +385 1 6661 166

www.carnet.hr

Više informacija o EU fondovima možete pronaći na web stranicama Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova Europske unije: www.strukturnifondovi.hr

Ovaj priručnik izrađen je u s ciljem podizanja digitalne kompetencije korisnika u sklopu projekta e-Škole: Uspostava sustava razvoja digitalno zrelih škola (pilot projekt), koji sufinancira Europska unija iz europskih strukturnih i investicijskih fondova. Nositelj projekta je Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet.