

# Primjena mobitela u nastavi fizike

---

**Srakić, Dario**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Physics / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za fiziku**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:160:333163>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Department of Physics in Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**ODJEL ZA FIZIKU**



**DARIO SRAKIĆ**

**PRIMJENA MOBITELA U NASTAVI FIZIKE**

**DIPLOMSKI RAD**

**Osijek, 2018.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**ODJEL ZA FIZIKU**



**DARIO SRAKIĆ**

## **PRIMJENA MOBITELA U NASTAVI FIZIKE**

**Diplomski rad**

predložen Odjelu za fiziku Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku  
radi stjecanja zvanja magistra edukacije fizike i informatike

**Osijek, 2018.**

Ovaj diplomski rad je izrađen u Osijeku pod vodstvom doc.dr.sc. Denisa Stanića u sklopu Sveučilišnog diplomskog studija fizike i informatike na Odjelu za fiziku, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

## PREDGOVOR

Diplomski rad je napisan s ciljem da se unaprijedi tradicionalna nastava fizike koja se primjenjuje u školama. Zbog monotone nastave fizike kod učenika se ne razvija interes za prirodne znanosti što u konačnici dovodi do sve manjeg broja učenika koji se odlučuju za takve fakultete. Upravo zbog toga je potrebno promijeniti pristup u nastavi fizike. Prilagodba novim idejama te usavršavanje postojećeg znanja i vještina nastavnika nužan je uvjet za bolju suradnju s učenicima i u konačnici kvalitetniju nastavu.

## SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	POKUSI U NASTAVI.....	2
3.	TEHNOLOGIJA U NASTAVI.....	3
3.1.	POTREBA ZA MOBITELIMA	4
3.2.	PRIMJENA MOBITELA	4
4.	SISTEMATIZIRANJE GRADIVA.....	6
5.	SENZORI.....	8
6.	OPIS SENZORA I NJIHOVA PRIMJENA U NASTAVI.....	9
6.1.	SENZOR SVJETLOSTI	9
6.2.	SENZOR BLIZINE	10
6.3.	AKCELEROMETAR	11
6.4.	ŽIROSKOP	12
6.5.	SENZOR TEMPERATURE	13
6.6.	SENZOR TLAKA	14
6.7.	MAGNETOMETAR	15
6.8.	USPOREDBA LABORATORIJSKIH UREĐAJA I MOBILNIH APLIKACIJA	16
7.	PREDLOŽAK ZA PRIPREMU NASTAVNOG SATA.....	17
7.1.	PREDLOŽAK ZA PRIPREMU NASTAVNOG SATA: SLOBODNI PAD I SILA TEŽA	17
7.2.	PREDLOŽAK ZA PRIPREMU NASTAVNOG SATA: ZVUK	30
8.	VIRTUALNI POKUSI.....	43
9.	OSTALA PRIMJENA MOBITELA U NASTAVI.....	47
10.	ZAKLJUČAK.....	49
11.	LITERATURA.....	50
	ŽIVOTOPIS.....	53

## PRIMJENA MOBITELA U NASTAVI FIZIKE

DARIO SRAKIĆ

### Sažetak

U uvodnom dijelu diplomskog rada navedene su najčešće metode rada nastavnika u školama te nedostaci koji proizlaze iz takvog nastavnog procesa. Opisana je važnost pokusa i na koji način je integrirana u nastavi fizike. Navedena je primjena različite tehnologije u nastavi te razlozi zbog kojih postaju neizostavan dio nastavnog procesa. Središnji dio rada posvećen je objašnjavanju potrebe za uvođenjem mobitela i usporedbu s upotrebom laboratorijske opreme. Također, opisan je princip rada pojedinih komponenata mobitela te koju funkciju mogu obavljati u zadanim uvjetima. Metodički su obrađene dvije nastavne jedinice Slobodan pad i Zvuk, gdje se detaljno opisuje korištenje aplikacija za mjerenje fizikalnih veličina. Na kraju se navode načini primjene mobitela u raznim segmentima nastavnog procesa.

(52 stranice, 31 slika, 6 tablica, 31 literaturni navod)

**Rad je pohranjen u knjižnici Odjela za fiziku**

**Ključne riječi:** mobitel / senzori / pokusi / zvuk / slobodni pad

**Mentor:** doc. dr. sc. Denis Stanić

**Ocjenjivači:** doc. dr. sc. Maja Varga Pajtler, mr. sc. Slavko Petrinšak

**Rad prihvaćen:** 18. srpnja 2018.

## **APPLICATION OF PHONES IN PHYSICAL EDUCATION**

**DARIO SRAKIĆ**

### **Abstract**

The introductory part of the thesis deals with the most common methods of teacher work in schools and the disadvantages that arise from such teaching process. The importance of the experiment is described and how it is integrated into the teaching of physics. The application of different teaching technologies is mentioned and the reasons why they become an indispensable part of the teaching process. The central part of the paper is devoted to explaining the need for mobile phone introduction and comparison with the use of laboratory equipment. It also describes the principle of work of some cell phone components and which function can be performed under the given conditions. Two teaching units Free fall and Sound were handled methodically, where the use of applications for physical size measurement is described in detail. In the end, there are ways of using cell phones in various segments of the teaching process.

(52 pages, 31 figures, 6 tables, 31 references)

**Thesis deposited in Department of Physics library**

**Keywords:** cell phone / sensors / experiments / sound / free fall

**Supervisor:** doc. dr. sc. Denis Stanić

**Reviewers:** doc. dr. sc. Maja Varga Pajtler, mr. sc. Slavko Petrinšak

**Thesis accept:** 18. July 2018.



## 1. UVOD

Obrazovanje predstavlja proces u kojem pojedinac stječe određena znanja, vještine i navike koje oblikuju njegovu ličnost. Cilj ovog procesa je primjena stečenih kvalifikacija kod rješavanja novih problemima u skladu s njegovim mogućnostima.

Tradicionalna nastava u kojoj nastavnik svojim izlaganjem kroz jednostranu komunikaciju prenosi činjenično znanje učenicima ne može zadovoljiti potrebe modernog društva koje zahtjeva od pojedinca samostalan pristup.

Frontalni oblik zbog jednostavnijeg pristupa prenošenja znanja i kontroliranja skupine učenika, danas je najčešće primjenjivan oblik rada u nastavnom procesu. Najveći nedostatak ovog tipa poučavanja je zanemarivanje pojedinačnih mogućnosti učenika, dvostrane komunikacije između nastavnika i drugih učenika te nerazvijanje samostalnog rada.

Zbog jednoličnog načina izvođenja nastave, pred učenike se ne postavljaju kvalitetni zadaci i izazovi što dovodi do gubitka kreativnosti i želje za napredovanjem. Samo mali broj učenika ima razvijenu zonu interesa, dok se kod velike većine učenika takav način razmišljanja treba potaknuti.

Novi pristup zahtjeva aktivno sudjelovanje učenika u nastavnom procesu kroz komunikaciju, dinamičniju atmosferu te korištenje novih tehnologija u nastavi.

## 2. POKUSI U NASTAVI

Eksperimentalna fizika pridonosi dinamičnosti nastave, aktivnoj komunikaciji, boljoj suradnji učenika i nastavnika, te usvajanje algoritma rješavanja problema.

Nastavnik kao moderator može organizirati radionice u sklopu nastave, gdje učenici izrađuju svoje jednostavne pokuse na zadanu temu. Na ovaj način se u učenicima razvija kreativnost, bolje razumijevanje problematike te želja za znanjem i istraživanjem.

Za izvođenje pokusa nastavnik koristi određeni pribor koji je dostupan, te ga demonstrira učenicima tako da je svima vidljiv i razumljiv. Pribor je uglavnom specijaliziran te ga se može koristiti samo za određena područja fizike. Budući da se kroz školovanje obrađuje gradivo iz različitih područja fizike, potrebno je koristiti opremu koja zadovoljava određene kriterije za što uspješnije demonstracije. Aparatura koja se uglavnom koristi dostatna je samo za izvođenje pokusa od strane nastavnika. Prilikom izvođenja pokusa nastavnik opisuje cilj i tijek pokusa, a učenici promatranjem dolaze do zaključka i rješenja problema.

Po završetku pokusa nastavnik poziva nekog od učenika da ponovi pokus, ako mu vrijeme dopušta. Na ovakav način razvija se logičko razmišljanje kod učenika, te želja za samostalnim istraživanjem. Zbog problema s manjkom opreme nastavnik nije uvijek u mogućnosti aktivnije uključiti cijeli razred. Učenici koji promatraju demonstraciju pokusa su i dalje pasivni zbog čega koncentracija pojedinaca ubrzo opada.

Gradivo koje učenici moraju savladati na satu često je dosta opširno i u nekim dijelovima manje važno. Zbog nerazvijenog smisla za kritičkim razmišljanjem, učenici nisu u stanju samostalno izdvojiti ono najvažnije. Kroz predviđanje rezultata pokusa i njihovu analizu, učenici polako počinju razvijati takav način razmišljanja koje će kasnije primjenjivati pri rješavanju problema u različitim životnim situacijama.

### 3. TEHNOLOGIJA U NASTAVI

U zadnjih nekoliko godina sve se više potencira nova tehnologija u nastavnom procesu, gdje se najviše ističe upotreba kućnih računala. Nastavnici se služe računalima za izradu digitalnih materijala (pitanja za ponavljanje, prezentacije), a u kombinaciji s projektorom i za demonstraciju pokusa, vizualizaciju pojava preko video zapisa. Učenici računalnu tehnologiju koriste za traženje novih izvora znanja, uspješnije rješavanje zadanih problema te međusobnu komunikaciju.

Upotreba računala nastavnicima olakšava rad i smanjuje vrijeme koje je potrebno da se prenese potrebno znanje u određenom nastavnom procesu. Digitalne materijale lako je mijenjati, nadopunjavati te dijeliti, što je dovoljan pokazatelj zašto se i krenulo u digitalnu revoluciju. Osim računala koja su postala neizostavan dio u nastavi, sve se više škola oprema s pametnim pločama u svrhu usavršavanja obrazovanja.

Pametne ploče su digitalne ploče koje prenose informacije sa stolnog računala, gdje se olakšava upravljanje prikazanih prezentacija, slika ili drugih multimedijjskih materijala. Preko ploče putem dodira možemo dodatno uređivati, kreirati ili jednostavno skrenuti pozornost na određeni dio putem zumiranja ili označavanja. Pametna ploča podiže opću motivaciju učenika, održava dinamičnost nastave te potiče učenike na suradnju i komunikaciju.



**Slika 1.** Upotreba pametne ploče u nastavi [1]

### **3.1.POTREBA ZA MOBITELIMA**

Potreba za mobitelima u nastavi nažalost se nameće zbog problema manjka oprema u školama. Većina škola opremljena je s osnovnom opremom za izvođenje pokusa, od čega dio opreme često nije ispravan zbog nepravilnog ili nepažljivog rukovanja. Zbog financijskih problema nastavnici su prisiljeni samostalno nabavljati opremu ili ju izraditi. Takva oprema najčešće je dostatna samo za demonstraciju od strane nastavnike, što i ne pridonosi boljem razumijevanju gradiva kod učenika. Koristeći se besplatnim aplikacijama možemo mobitele koristiti i kao mjerne uređaje u nastavi. Budući da učenicima mobiteli predstavljaju neizostavan dio svakodnevnog života, uvijek su dostupni za upotrebu na nastavi ako za to postoji potreba. [2]

### **3.2.PRIMJENA MOBITELA**

Korištenjem tehnologije pametnih uređaja mlađe generacije su razvile novi stil života. Takav pristup mladima omogućava brži te jednostavniji pristup podacima korištenjem različitih dostupnih funkcija mobitela. Svaki uređaj je opremljen s različitim stupnjevima opreme, ovisno o cjenovnom rangu, ali čak i najjeftiniji u sebi sadrže kućište malih dimenzija, operacijski program za upravljanje, te neizostavne senzore koji su integrirani na matičnoj ploči.

Kvaliteta senzora također oscilira ovisno o cjenovnom rangu samog uređaja. Predinstalirani programi napisani su ciljano za pojedine senzore, kako bi pomogli i olakšali rad na uređaju. Mnogi korisnici nisu upoznati sa svim funkcijama pametnog uređaja, jer ne vide njihov smisao u svom svakodnevnom životu.

Postavlja se pitanje zašto se pametni uređaj ne bi koristio kao nastavno sredstvo za praćenje nastavnog procesa, učenje, ponavljanje te provjeru znanja. Učenici će koristiti već njima poznat uređaj na novi i zabavniji način za rješavanje zadataka koji su do tada bili teški i nerazumljivi.

U današnje vrijeme postoji jako veliki broj različitih besplatnih aplikacija koji su dostupni korisniku. U programu Trgovina Play (Android operacijski sustav) i App Store (iOS), pod kategorijom Obrazovanje korisnici mogu odabrati bilo koju aplikaciju (besplatnu ili uz plaćanje) koja ih zanima.



**Slika 2.** Andriod trgovina aplikacija



**Slika 3.** iOS trgovina aplikacija [3]

Kompatibilnost aplikacija ovisi o verziji operativnog sustava koji je instaliran na uređaju, što se može provjeriti u opisu aplikacije prije same instalacije. Postoje određena ograničenja korištenja pojedinih aplikacija jer im je programski kod prilagođen isključivo za specifičan operativni sustav.

## 4. SISTEMATIZIRANJE GRADIVA

Tradicionalno ponavljanje gradiva na satu, bilo to na početku ili na kraju sata, većini učenika predstavlja nemaštoviti i nefunkcionalan način ponavljanje. Problem je što u ovakvom načinu ponavljanja ne sudjeluju svi učenici, već nastavnici najčešće prozivaju učenike koji su se samostalno javili za odgovor. Na kraju kratkotrajnog ponavljanja nastavnik nema uvid u trenutnu poziciju pojedinih učenika te cjelokupnu sliku o znanju na razini cijelog razreda.

Korištenjem nekih od web alata koji su dostupni na internetu, učenici mogu sudjelovati u kvizu koji nastavnik prethodno napravi. Od većeg broja kvizova, izdvojio bih Kahoot koji učenici najviše vole koristiti zbog svoje jednostavnosti korištenja te dijeljenja podataka.

[4]



**Slika 4.** Grafičko sučelje kviza Kahoot [4]

Učenici otvaraju službenu stranicu <https://www.kahoot.it>, prilikom čega upisuju registracijski kod za sudjelovanje u kvizu koji im daje nastavnik. Prilikom ponavljanja nastavnik može podijeliti učenike u parove ili manje grupe, te započeti kviz nakon što su se svi registrirali.

Za korištenje kviza potrebno je minimalno znanje iz informatike i engleskog jezika. Učenici međusobnim dogovorom odgovaraju na pitanja koja im se prikazuju na mobitelu. Nakon određenog vremenskog roka za odgovaranje pojedinog pitanja, učenici dobivaju na uvid svoj rezultat, ali i rezultate svih ostalih grupa.

Ovim načinom u učenicima se potiče natjecateljski duh te povećava motivacija za praćenje nastave. Završetkom kviza nastavnik dobiva na uvid rezultate svih grupe, što olakšava objektivno nagrađivanje najboljih učenika, ali i skrenuti pozornost na učenike kojima su potrebne dodatne konzultacije.

## Final scoreboard

<b>zac</b>	<b>9233</b>
<b>Amelia</b>	<b>8150</b>
<b>Livi</b>	<b>7216</b>
<b>Abi</b>	<b>6184</b>
<b>lew lew</b>	<b>5866</b>

[Download results](#) [Favourite ★](#) [Play again](#) [Play a different Kahoot!](#)

**Slika 5.** Prikaz rezultata Kahoot kviza [4]

Kviz predstavlja dobar alata za uspješno praćenje napretka učenika kroz određeni period. Rezultate svakog kviza nastavnik može zabilježiti kao dio kvartalne ocjene iz odnosa prema radu. Ovaj alat kroz povratnu informaciju nastavnicima služi i za evaluaciju uspješnosti nastave. Na temelju statističkih podataka ostvarenih rezultata nastavnik dobiva jasniju sliku o razini znanja i razumijevanja učenika za pojedinu nastavnu jedinicu.

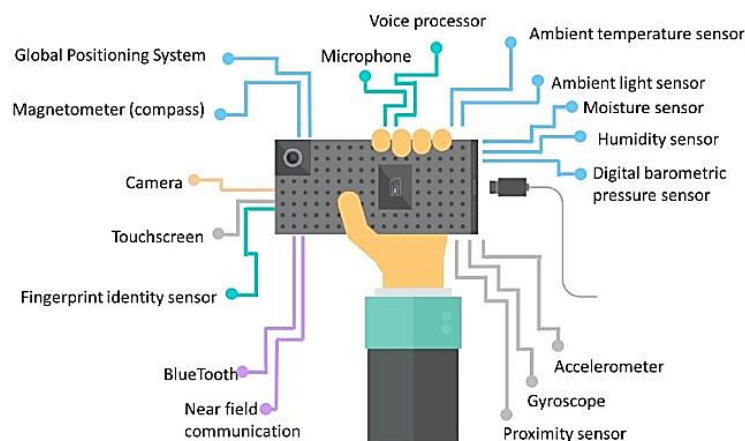
## 5. SENZORI

Točnost mjerenja ovisi o kvaliteti samog uređaja, odnosno kvaliteti ugrađenih senzora. U slučaju samo demonstracije bilo koji mobitel može ispuniti zadaću pomagala u nastavi, dok za neka malo preciznija mjerenja preporučuje se noviji mobitel koji spada u srednji ili visoki rang.

Prilikom upotrebe mobitela koristimo aplikacije koje su specijalizirane za pojedine radnje. Određene predinstalirane aplikacije na mobitelu služe za izvršavanje nekih osnovnih zadataka kao što su programi za bilješke, pregled multimedijских datoteka, pohranu i dijeljenje podataka.

Prilikom pokretanja određene aplikacije, prije početka mjerenja, prvo je potrebno kalibrirati senzor s aplikacijom. Postupak kalibracije je po koracima opisan prilikom prvog pokretanja te nije isti za sve aplikacije. Ukoliko se postupak kalibracije preskoči ili se ne slijede točne upute, mjerenja će imati prevelika odstupanja što će dovesti do neupotrebljivih rezultata. [5]

Dobiveni rezultati nakon izvršene kalibracije, ovisno o pojedinoj aplikaciji, odstupaju za 5-10% na što upozorava i proizvođač. Eksperimentalna mjerenja pomoću mobitela nikako nisu precizna kao mjerenja dobivena pomoću laboratorijskih uređaja. Iz navedenih razloga mjerenja pomoću mobitela mogu poslužiti u slučaju grubljih mjerenja, gdje točna mjerenja nisu toliko bitna.



**Slika 6.** Prikaz položaja senzora u mobitelu [6]



## 6. OPIS SENZORA I NJIHOVA PRIMJENA U NASTAVI

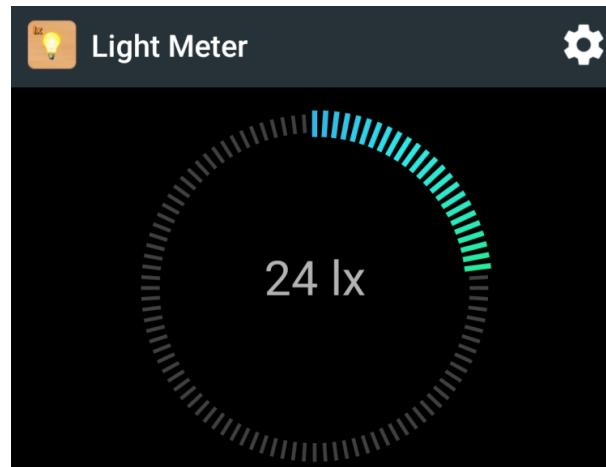
### 6.1.SENZOR SVJETLOSTI

Zadaća ovog senzora je mjeriti jačinu svjetlosti koja dopire iz prostora. Nalazi se najčešće pored prednje kamere, jer služi za određivanje kvalitete osvjetljenja scene prilikom slikanja. Ako korisnik uključi automatsko osvjetljenje, tada se intenzitet svjetlosti koja dopire iz zaslona regulira ovisno o svjetlosti koja dolazi do senzora. [7]

Aplikacija : Light Meter

Nastavna jedinica: Ogib svjetlosti

Pokus: Kako bi se provjerila valna svojstva svjetlosti, učenici mogu odabrati nekoliko predmeta koji će predstavljati prepreku sunčevoj svjetlosti. Zbog zakretanja svjetlosti iza zapreke, učenici pomoću aplikacije provjeravaju razliku u intenzitetu svjetlosti na različitim mjestima (ispred predmeta, na početku sjene, na području polusjene i točno iza predmeta).



**Slika 7.** Sučelje aplikacije Light Meter [7]

Sučelje aplikacije je grafički vrlo jednostavno za rukovanje, gdje se trenutni rezultat prikazuje u brojčanom obliku. U dodatnim opcijama programa moguće je promijeniti mjernu jedinicu iz lux u cd ovisno o potrebama nastavnika.

## 6.2.SENZOR BLIZINE

Senzor blizine detektira objekte koji se nalaze u neposrednoj blizini. Radi u suradnji s infracrvenim LED svjetlom koje pojačava osjetljivost i brzinu odaziva. Osnovna funkcija ovog senzora je automatsko javljanje ili pozivanje kada se mobitel postavi na uho. [8]



**Slika 8.** Senzor blizine [8]

Aplikacija : Phyphox

Alat : Pendulum

Nastavna jedinica: Njihalo

Pokus: Za provjeru perioda titranja matematičkog njihala možemo se poslužiti aplikacijom Proximity Stopwatch. Nakon što objesimo predmet koje će se njihati, uključimo aplikaciju i pratimo vrijeme 5 titraja. Svaki puta kada predmet prođe ispred senzora blizine, aplikacija će zabilježiti vrijeme jednog titraja. U aplikaciji je moguće podesiti osjetljivost senzora na određenu udaljenost, iznad koje se senzori neće uključiti. Po završetku pokusa, možemo očitati vremena pojedinih titraja ili vrijeme potrebno da se napravi dva ili više titraja. Dobivene rezultate možemo spremiti u obliku Excel dokumenta te kasnije dodatno analizirati. Mijenjanjem duljine niti njihala učenici mogu provjeriti njezin odnos s vremenom perioda titranja. [9]

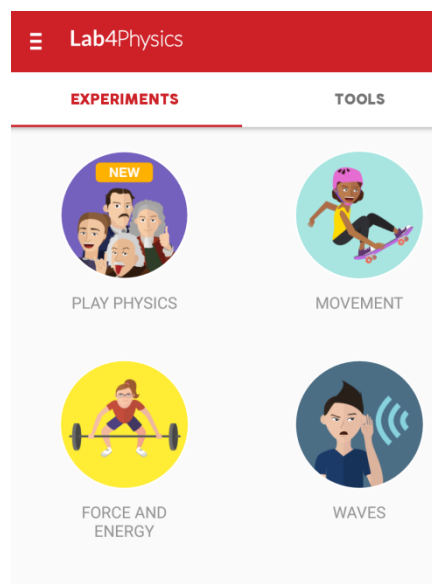
### 6.3.AKCELEROMETAR

Akcelerometar je elektromehanička komponenta koja mjeri brzinu kretanja uređaja, što mu omogućava da se prilagođava uvjetima rada prilikom promjene smjera ekrana (naginjanja ili okretanja). Ovisno o kvaliteti operacijskog programa koji prepoznaje promijene, odaziv uređaja može biti trenutni ili s malim kašnjenjem. Ako se već želi koristiti akcelerometar u druge svrhe onda je prvo potrebno napraviti jednostavan test brzog rotiranja uređaja koji otkriva kvalitetu veze između senzora i sustava. [10]

Aplikacija : Lab4Physics

Nastavna jedinica: Brzina, ubrzanje

Pokus: Učenici mogu provjeriti rad akceleromatra na dva jednostavna primjera. U aplikaciji se može odabrati eksperiment unutar grupe Gibanje (Movement) koji se zove Spin 'Till you're dizzy, koja opisuje pokus s vrtuljkom. Kako bi izmjerili ubrzanje prilikom gibanja, potrebno je pokrenuti akcelerometar u aplikaciji te nakon gibanja zaustaviti. Svi podaci mogu biti spremljeni za kasniju analizu. Postupak mjerenja podijeljen je po koracima, gdje je svaki korak u aplikaciji precizno opisan. [11]

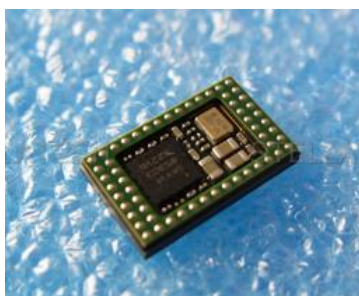


Slika 9. Sučelje aplikacije Lab4Physics [11]

Napomena: Rad u aplikaciji zahtjeva poznavanje engleskog jezika. Predviđeno trajanje pokusa je 25-50 minuta, tako da to nastavnici moraju imati na umu ako planiraju provesti mjerenje na satu.

## 6.4. ŽIROSKOP

Žiroskop je uređaj koji se koristi za navigaciju i mjerenje kutne brzine. Za razliku od mehaničkih žiroskopa koji su sastavljeni od mehaničkih pokretnih dijelova ova vrsta žiroskopa nema pokretne dijelove, zbog čega nisu osjetljivi na greške uzrokovane trenjem koje se javljaju prilikom rada.



**Slika 10.** Žiroskop i akcelerator (ilustracija) [12]

Funkcija žiroskopa se koristi u velikom broju aplikacija koje očitavaju promjenu položaja mobitela. Žiroskop najčešće radi kao pomoćni senzor kako bi se došlo do što preciznijih rezultata. Aplikacije koje za svoj rad koriste senzor žiroskopa mjere promjenu položaja tijela u trodimenzionalnom sustavu ili orijentaciju u prostoru. [13]



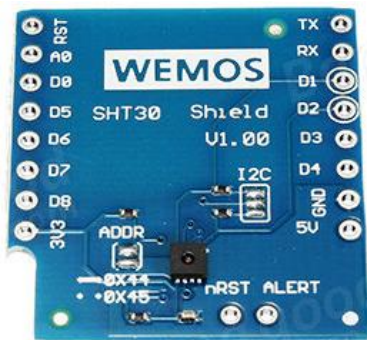
**Slika 11.** Sučelje alata Compass (Physics Toolbox Suite) [14]

## 6.5.SENZOR TEMPERATURE

Očitavanje vrijednosti temperature okoline putem mobilne aplikacije je dosta neprecizno zbog prostornog ograničenja mobitela. Senzori temperature su uglavnom postavljeni u blizini baterije čija je radna temperatura oko 35 °C, ovisno o stupnju rada uređaja, što dovodi do pogrešnog očitavanja sobne temperature. Najpreciznija mjerenja dobivena su upotrebom aplikacije u stanju mirovanja mobitela ili ujutro prije obavljanja raznih zadataka na njemu. [15]

Pogreška pri mjerenju iznosi 2-4 Celzijeva stupnja, ako promatramo temperature oko sobne temperature. Pogreška se smanjuje ovisno o kvaliteti i položaju senzora te materijalu od kojeg je izrađen mobitel. Materijali poput plastike i stakla su jako loši vodiči topline, dok je recimo metal jako dobar vodič čime se većom brzinom odvodi stvorena toplina u uređaju.

Dosta veliki broj aplikacija zahtjeva u svom radu povezanost s internetom i uključivanje lokacije, zato što ne koriste senzore već podatke o vanjskoj temperaturi skidaju s lokalnih meteoroloških stranica. Ne preporučuju se aplikacije koje postavljaju slične zahtjeve prije početka rada.



**Slika 12.** Senzor tlaka i temperature  
(ilustracija) [16]

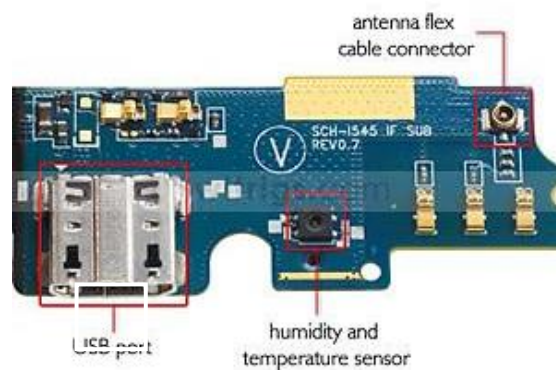


**Slika 13.** Sučelje aplikacije  
Thermometer [17]

Aplikacije koje rade na realnom mjerenju temperature prostora u kojem se nalazi mobitel grafički su vrlo jednostavni dizajnirani. Primjer takve aplikacije je Thermometer koja na zaslonu prikazuje samo trenutnu vrijednost temperature.

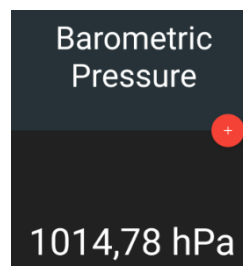
## 6.6.SENZOR TLAKA

Senzor koji služi za mjerenje pritiska stupca zraka na trenutnoj lokaciji uređaja. Može raditi u kombinaciji s GPS, čime se određuje točna nadmorska visina korisnika. Slično kao i kod senzora za temperaturu postoji dosta veliki broj aplikacija koje u svom radu ne koriste dostupne senzore, već prikupljaju podatke koji su objavljeni u raznim meteorološkim izvorima. Senzori koji su trenutno dostupni u većini mobitelima dosta su neprecizni, te se mogu koristiti samo u slučajevima demonstracije postojanja tlaka zraka u okolini.



**Slika 14.** Senzor tlaka i temperature [18]

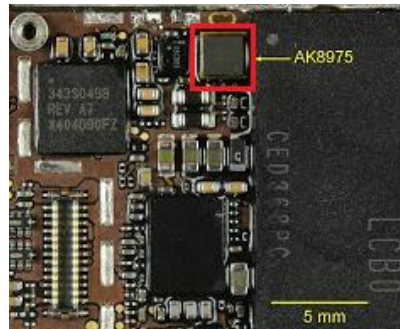
Mobiteli koji spadaju u visoki rang imaju puno kvalitetnije senzore koji mogu očitati vrijednost tlaka u prostoru unutar greške do 3 hPa. Aplikacije za mjerenje tlaka prilagođeni su za sve generacije, gdje nije potrebno posebno poznavanja rada aplikacije niti samog uređaja. Cijeli postupak mjerenja se svodi na pokretanje aplikacije, odabira mjerne jedinice, te očitavanja prikazanog tlaka. Primjer aplikacije Barometer:



**Slika 15.** Sučelje aplikacije Barometer (Physics Toolbox Suite) [15]

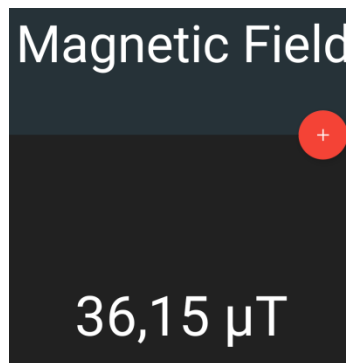
## 6.7.MAGNETOMETAR

Magnetometar je senzor koji mjeri okolno magnetsko polje. Jedna od najosnovnijih zadaća senzora je određivanje geografskog smjera. Najčešće radi u suradnji s akcelerometrom i GPS-om kako bi se dobila što točnija mjerenja. Aplikacije koje koriste isključivo magnetometar mogu detektirati magnetizirane metale. Primjenu u nastavi može naći prilikom upoznavanja učenika s elektromagnetskim svojstvima materijala, te magnetskim polje koje ih okružuje.



**Slika 16.** Magnetometar [5]

Aplikacije koje koriste isključivo magnetometar očitavaju jačinu magnetskog polja u okolini. Preciznost mjerenja može se povećavati kalibracijom senzora prilikom prvog korištenja. Aplikacije poput Magnetic field zamišljena je kao jednostavna aplikacija za brzo mjerenje te zbog toga dolazi s tvorničkom kalibracijom.



**Slika 17.** Sučelje aplikacije Magnetic field (Physics Toolbox Suite) [15]

## 6.8.USPOREDBA LABORATORIJSKIH UREĐAJA I MOBILNIH APLIKACIJA

**Tablica 1.** Prednosti i nedostaci laboratorijskih uređaja i mobilnih aplikacija

Laboratorijski uređaji	Aplikacije
Nisu uvijek dostupni	Uvijek dostupne
Potrebno detaljnije upoznati pojedine uređaje	Vrlo jednostavno rukovanje
Relativno skupa oprema	Besplatno za korištenje
Pojedini uređaju zahtjevaju oprezno rukovanje	Analiza pokusa nakon izvođenja
Dosta precizna mjerenja uz pravilno rukovanje	Pojava odstupanja od pravih vrijednosti
Potrebni kontrolirani uvjeti za rad	Lako prenosivo, ne zauzima nepotreban prostor
Dobivene podatke potrebno bilježiti ručno i prepisivati u digitalni oblik	Digitalni rezultati ostanu spremljeni, spremni za obradu i dijeljenje

Preporuka nastavnicima je da barem jednom naprave mjerenja s preciznim uređajima, a potom s mobitelom kako bi bili sigurni da se pokus može izvoditi na oba načina ukoliko ne dolazi do prevelikih međusobnih odstupanja. Prije svakog izvođenja pokusa u kojem će se koristiti samo mobitel, nastavnik bi trebao napomenuti učenicima kako dobiveni rezultati nisu sasvim točni, već da postoji određena greška zbog nepreciznosti uređaja koja može znatno utjecati na krajnji rezultat eksperimenta.

Prije početka izvođenja pokusa s mobitelom i uključivanja učenika u sami proces, nastavnik bi trebao napraviti procjenu dostupnosti uređaja u razredu. Ukoliko nema dovoljno uređaja da svaki učenik samostalno sudjeluje, potrebno je podijeliti učenike u parove ili manje grupe. Ovisno o kojem se pokusu radi, ako nastavnik ne raspolaže s dovoljnim brojem mobitela potrebno je osigurati dodatne mobitele. Umjesto mobitela nastavnik se može poslužiti i tabletima koji imaju mogućnost instalacije aplikacija.



## **7. PREDLOŽAK ZA PRIPREMU NASTAVNOG SATA**

### **7.1.PREDLOŽAK ZA PRIPREMU NASTAVNOG SATA: SLOBODNI PAD I SILA TEŽA**

NASTAVNI PREDMET: Fizika

RAZRED: 1.

CJELINA: Sila i gibanje

TEMA: Slobodni pad i sila teža

NASTAVNA JEDINICA: Slobodni pad i sila teža

#### I. Sadržajni plan

Podjela nastavne cjeline na jedinice (prema Nastavnom planu i programu) :

1. Prvi Newtonov zakon
2. Zakon inercije
3. Drugi Newtonov zakon
4. Slobodni pad i sila teža
5. Zbrajanje vektora

## OČEKIVANA POSTIGNUĆA UČENIKA I NJIHOVO VRJEDNOVANJE

**Cilj nastavne jedinice:** Osposobiti učenike za primjenu fizikalnih zakonitosti vezanih za slobodan pad potrebnih za razumijevanje prirodnih pojava u svakodnevnom životu.

### ***Obrazovna (spoznajna) postignuća:***

- objasniti slobodan pad kao jednoliko ubrzano gibanje
- grafički prikazati odnose brzine i akceleracije tijela u vremenu
- opisati utjecaj otpora zraka na padanje tijela
- primijeniti stečena znanja u rješavanju numeričkih zadataka

### ***Funkcionalna (psihomotorička) postignuća:***

- razvijati vještine promatranja i logičkog zaključivanja
- prezentirati i analizirati rezultate mjerenja
- poticati primjenu stečenih znanja i algoritama u rješavanju drugih problema

### ***Odgojna (afektivna) postignuća:***

- vrednovati različita mišljenja i stavove
- razvijati pozitivan odnos prema istraživačkom radu

### ***Način provjere postignuća:***

- Aktivnosti u izvođenju pokusa, preciznost pri mjerenju, bilježenju podataka te sudjelovanje u raspravi i analizi

## ORGANIZACIJA NASTAVNOG SATA

<i>Tip nastavnog sata: obrada novog gradiva</i>			
<i>Oblici rada:</i>	<i>Nastavne metode:</i>	<i>Nastavna sredstva i pomagala:</i>	<i>Korelacija s ostalim predmetima:</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- frontalni rad</li> <li>- rad u grupama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-metoda</li> <li>demonstracije</li> <li>- metoda crtanja</li> <li>- metoda razgovora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ploča,</li> <li>- kreda</li> <li>- računalo</li> <li>- projektor</li> <li>- pametni telefon</li> <li>- stalak sa nosačem</li> <li>-dodatna podloga</li> <li>- balon</li> <li>- metar</li> <li>- igla</li> </ul>	<p>matematika</p>
<p><b><i>Literatura za učitelja:</i></b></p> <p>Paar V., FIZIKA 1, udžbenik za 1.razred gimnazije, Školska knjiga, Zagreb</p> <p>Nada Brković: Zbirka zadataka iz fizike, I. dio</p> <p><b><i>Literatura za učenike:</i></b></p> <p>Paar V., FIZIKA 1, udžbenik za 1.razred gimnazije, Školska knjiga, Zagreb</p> <p>Nada Brković: Zbirka zadataka iz fizike, I. dio</p>			

## Uvod

Ponavljjanje prethodnog usvojenog nastavnog gradiva kroz postavljena pitanja. Nastavnik nasumično odabire učenike ukoliko se učenici samostalno ne javljaju.

Pitanja za ponavljanje iz prezentacije se prikazuju pomoću projektora na zaslonu.

1. Kako definiramo prvi Newtonov zakon?

- *Ako je ukupna sila na tijelo jednaka nula, tada tijelo koje miruje ostaje u mirovanju, a tijelo koje se giba nastavlja se gibati jednoliko po pravcu.*

2. Kako se odnosi akceleracija tijela s obzirom na silu koja djeluje na tijelu te masu tijela?

- *Akceleracija koju tijelo dobiva proporcionalna je s iznosom sile koja djeluje na tijelo, a obrnuto proporcionalna s masom tijela.*

3. Kako se odnosi akceleracija dva tijela, jedan mase 1 kg a drugi mase 2 kg, ako na njih djeluje stalna sila istog iznosa.

- *Tijelo dva puta veće mase dobiva dva puta manju akceleraciju ( $1 \text{ m/s}^2$ )*

Nakon ponavljanja nastavnik otvara problematiku na primjeru kamena i zgužvanog papira istih dimenzija koji padaju s iste visine. *Postavlja se pitanje što će se dogoditi s predmetima kada ih ispustimo iz ruku.* Učenici zapisuju odgovor u svoje bilježnice a zatim nastavnik proziv nekoliko učenika da iskažu svoje mišljenja.

*Sljedeće pitanje odnosi se na vrijeme koje potrebno da kamen i papir dotaknu pod od trenutka ispuštanja.* Ovim se provjeravaju učeničke pretkonceptije o gibanju i logičko zaključivanje. Svoja predviđanja učenici zapisuju u svoje bilježnice te ih prezentiraju ostatku razreda.

## Razrada

Slobodni pad je jednoliko ubrzano gibanje prema površini Zemlje s iznosom akceleracije koja ovisi o položaju tijela na Zemlji. Slobodni pad je uzrokovan djelovanjem sile teže, pri čemu tijelo u promatranom vremenom prijeđe sve veće puteve. Zbog spljoštenosti Zemlje vrijednost akceleracije slobodnog pada smanjuje se s povećanjem udaljenosti tijela od središta Zemlje, pa tako na spljoštenim polovima ona iznosi  $9.83 \text{ m/s}^2$ , na ekvatoru  $9.78 \text{ m/s}^2$ . [19]

Izraz za silu težu možemo izraziti preko mase i akceleracije tijela. *Učenici prepisuju izraz s ploče te riječima iskazuju ovisnost sile teže o masi i akceleraciji.*

Sila teža je proporcionalna masi tijela i ubrzanju sile teže:

$$F_g = m g \quad [\text{N}]$$

Vrijednost akceleracije za područje Hrvatske iznosi  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

*Postavlja se pitanje učenicima kako će se odnositi vremena pada zgužvanog papira i ravnog papira.* Nakon što vide da je ravnom tijelu trebalo više vremena da dotakne tlo, uvodi se pojam otpora zraka koji ovisi o obliku tijela.

Prilikom slobodnog pada na tijelo djeluje otpor zraka koji utječe na vrijeme padanja. Otpor sredstva ovisi o obliku tijela, ali ne i o njegovoj masi.

*Kako se onda odnose vremena pada u prostoru gdje nema zraka, tj gdje nema otpora koji se pruža pri padu tijela?* - Tijela različitih masa i oblika jednako padaju u vakuumu, gdje otpor zraka na tijelo nema utjecaja.

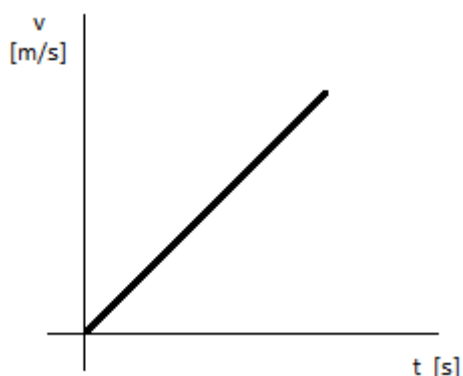
Put koji tijelo prijeđe prilikom padanja možemo prikazati pomoću izraza:

$$s = \frac{gt^2}{2}$$

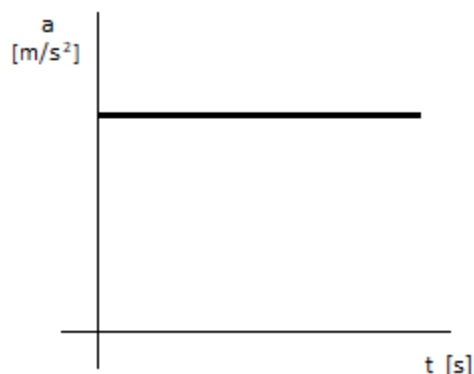
Gdje je „s“ put pri slobodnom padu, dok je „t“ vrijeme koje protekne od trenutka pucanja balona do trenutka kada tijelo dotakne pod.

*Učenici prepisuju izraz, te opis veličina i njihove pripadne mjerne jedinice.*

Slobodni pad (jednoliko ubrzano gibanje) možemo prikazati i preko grafova.



Graf ovisnosti brzine o vremenu



Graf ovisnosti akceleracije o vremenu

*Preko definicije sile teže pitati učenike da objasne što se događa kada stanu na vagu. Zašto se kazaljka pomakne? Povezati utjecaj sile teže na tijelo mase m.*

Težinu možemo definirati kao silu kojom tijelo djeluje na podlogu na kojoj stoji ili kao silu kojom tijelo djeluje na ovjes na kojem visi.

Težina tijela  $G$  jednaka je sili teži  $F_g$  kojom Zemlja djeluje na tijelo:  $G = m g$  [N]

*Što bi se dogodilo s masom a što s težinom čovjeka kada bi sa Zemlje došao na Mjesec?*

- Masa se ne mijenja, dok težina ovisi o ubrzanju sile teže, pa će težina čovjeka na Mjesecu biti manja.

Nakon teorijskog djela nastavnik uvodi učenike u eksperimentalni dio sata gdje će provjeravati svojstva i utjecaj slobodnog pada na tijelo.

Vrijeme trajanja: 15 minuta

**Pokus :** Određivanje vrijednosti ubrzanja sile teže

Pribor za izvođenje pokusa:

- pametni telefon
- aplikacija PhyPhox (alat Acoustic Stopwatch)
- stalak s nosačem
- dodatna podloga
- balon, igla
- mjerna vrpca

Nakon upoznavanja s priborom, nastavnik raspoređuje učenike u grupe po troje. Unutar grupe jedan učenik definira određenu visinu s koje će se tijelo početi ubrzano gibati prema tlu. Drugi učenik za to vrijeme priprema balon i veže kraj sa utegom (bilo koje tijelo), dok treći koristi mobitel za mjerenje podataka i bilješke.

### **Postupak mjerenja**

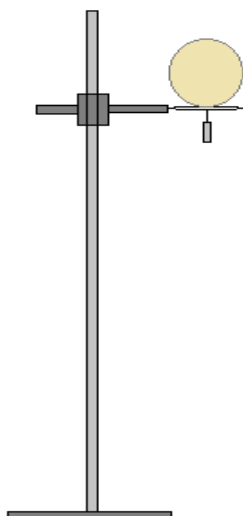
Phyphox aplikacija je raznovrsna aplikacija koja nudi mogućnost mjerenja pomoću svih dostupnih senzora u mobitelu. Aplikacija sadrži alat Acoustic Stopwatch koji će nam služiti za mjerenje vremena pada tijela s neke visine. Alat radi na principu zvučnog signala koji pokreće mjerenje a završava mjerenje detekcijom drugog zvučnog signala.

Priprema opreme uključuje punjenje balona sa zrakom, stalak na koji ćemo postaviti cijeli sustav, postavljanje nosača na proizvoljnu visinu, instalacija obruča na kojeg ćemo postaviti balon te uteg kojim ćemo opteretiti balon. Utteg može biti proizvoljne mase, ali se preporučuje uteg između 20 - 50 g kako ne bi došlo do pucanja balona uslijed prevelikog opterećenja. Visinu utega mjerimo od razine poda pa do točke gdje počinje uteg po vertikalnom smjeru. [20]

Visinu mjerimo s mjernom vrpcom, a ne pomoću aplikacije kako bi dobili što točnije rezultate budući da se radi o relativno malim visinama. Vrijednost koju smo očitali s mjerne vrpce upisujemo u tablicu. Svaki učenik mjeri vrijeme pada utega za 5 različitih visina. Za svaku visinu potrebno je izvršiti minimalno dva mjerenja kako bi se dobili što točniji rezultati. Iz mjerenja za svaku visinu određujemo srednju vrijednost vremena.

Napomena:

Za vrijeme izvođenja pokusa potrebno je mikrofona mobitela postaviti što bliže stalku kako bi se preciznije odredio primarni zvuk za razliku od buke koja dolazi izvana. Svaki pojedini balon maksimalno napuniti sa zrakom da se može što lakše probušiti.

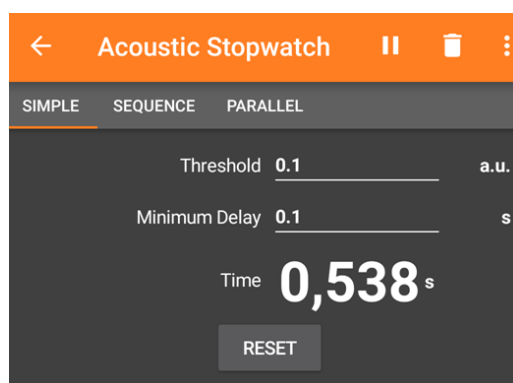


**Slika 18.** Shema pokusa: Određivanje vrijednosti ubrzanja sile teže [20]

Podlogu koja je zvučno osjetljivija od drvenog poda postavimo na mjesto gdje će uteg dotaknuti tlo prilikom pada. Alat koji ćemo mjeriti vrijeme pada utega nije potrebno podešavati nakon pokretanja. Prilikom pucanja balona kojeg smo probušili pomoću igle počinje mjerenje vremena, a udarcem utega od podlogu na tlu završava mjerenje.

Na taj način smo precizno dobili vrijeme koje je bilo potrebno da uteg prijeđe određenu visinu.

Nakon pokretanja aplikacije nije potrebno mijenjati postavke prije početka mjerenja.



**Slika 19.** Sučelje aplikacije Acoustic Stopwatch [21]

Usporedna vremena možemo pogledati u alatu pod dodatnom funkcijom Sequence.

Računamo srednju vrijednost od dobivenih rezultata, te ju uvrštavam u formulu.

Pogreška prilikom mjerenja se može manifestirati u obliku zakašnjele reakcije početka pada utega nakon pucanja balona.



Aplikacija nudi mogućnost spremanja podataka u digitalnom obliku, razmjenu podataka te izvoz rezultata u obliku proračunske tablice (Excell) ako postoji potreba za dodatnom analizom podataka. Postupak mjerenja i primjeri drugih pokusa gdje se može koristiti navedeni alat može se pogledati u dodatnim opcijama nazivom Experiment info.

Vrijeme trajanja: 12 minuta

Koristeći se izrazom za put koji je tijelo prešlo od početka padanja do trenutka  $t$  :

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

Izrazimo ubrzanje sile teže :

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

**Tablica 2.** Tablične vrijednosti puta i vremena slobodnog pada

Visina (m)	1	1.2	1.4	1.6	1.8
Vrijeme (s)	0.45	0.50	0.53	0.57	0.61

Vrijednost ubrzanja sile teže u izračunima je iznosila  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

**Tablica 3.** Rezultati mjerenja ubrzanja slobodnog pada sa zadanih visina

h (m)	1	1.2	1.4	1.6	1.8
t (s)	0.46	0.51	0.54	0.58	0.62
g (m/s <sup>2</sup> )	9.45	9.22	9.60	9.51	9.37
t (s)	0.47	0.51	0.55	0.58	0.62
g (m/s <sup>2</sup> )	9.05	9.22	9.26	9.51	9.37
t (s)	0.46	0.51	0.54	0.58	0.62
g (m/s <sup>2</sup> )	9.45	9.22	9.60	9.51	9.37
$\bar{g}$ (m/s <sup>2</sup> )	9.32	9.22	9.49	9.51	9.37

Usporedba rezultata i pogreške pri mjerenju:

Rezultati pokusa se dobro slažu s matematički dobivenim vrijednostima s obzirom da se radi o malim iznosima vremena pada. Pogreška pri mjerenju nastaje prilikom probijanja balona gdje dolazi do male zadržke između pucanja balona kada aplikacija prepozna početak mjerenja i trenutka kada se uteg krene gibati. Mogućnost manje pogreške se javlja i prilikom rastezanja vrha balona na koji se ovjesi uteg. Budući da nisu svi baloni isti pa će u nekim slučajevima doći do manjeg a nekada do većeg rastezanja prije početka mjerenja. To nekada dovodi do manje visine utega nego što je to predviđeno.

**Tablica 4.** Račun pogreške i usporedba dobivenih rezultata s tabličnom vrijednošću

Visina (m)	Srednja vrijednost $\bar{g}$ (m/s <sup>2</sup> )	Srednja kvadratna pogreška pojedinog mjerenja $m$	Srednja kvadratna pogreška aritmetičke sredine $M_n$	Relativna nepouzdanost $R_n$ (%)	Rezultat mjerenje (m/s <sup>2</sup> )	Odstupanje od tablične vrijednosti za ubrzanje ( $g=9.81$ m/s <sup>2</sup> ) (%)
1	9.32	0.23	0.16	1.71	(9.32 ± 0.16)	4.99
1.2	9.22	0.00	0.00	0.00	(9.22 ± 0.00)	6.01
1.4	9.49	0.20	0.14	1.46	(9.49 ± 0.14)	3.26
1.6	9.51	0.00	0.00	0.00	(9.51 ± 0.00)	3.06
1.8	9.37	0.00	0.00	0.00	(9.37 ± 0.00)	4.49

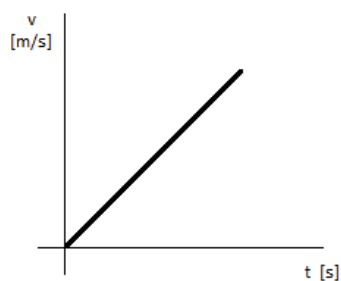
## Plan ploče

### Slobodni pad

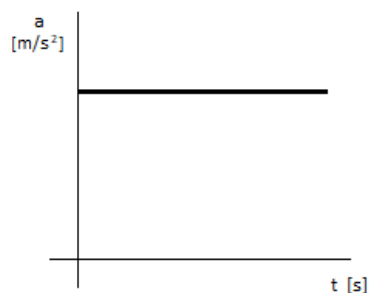
Sila teža je proporcionalna masi tijela i ubrzanju sile teže:

$$F_g = m g \quad [\text{N}]$$

Ubrzanje sile teže možemo izračunati pomoću izraza :  $h = \frac{gt^2}{2}$



Graf ovisnosti brzine o vremenu



Graf ovisnosti akceleracije o vremenu

Težina je sila kojom tijelo djeluje na podlogu na kojoj stoji ili sila kojom tijelo djeluje na ovjes na kojem visi.

$$G = m g \quad [\text{N}]$$

### Ponavljanje

Ponavljanje u zadnjem djelu nastavnog sata odvija se interaktivno sudjelovanjem u kvizu koji se sastoji od pitanja vezanih za obrađenu nastavnu jedinicu. Učenici pojedinačno ili u manjim grupama odgovaraju na pitanja, ovisno o broju mobitela koje učenici posjeduju na razini cijelog razreda.

Vrijeme trajanja : 6 minuta

## Kahoot kviz - Primjer pitanja

1. Slobodni pad predstavlja:

- a) jednoliko gibanje po pravcu
- b) jednoliko ubrzano gibanje prema površini Zemlje
- c) nejednoliko gibanje prema površini Zemlje
- d) usporeno gibanje koje se postepeno smanjuje

2. Ubrzanje sile teže u Hrvatskoj iznosi:

- a)  $9.78 \text{ m/s}^2$
- b)  $9.81 \text{ m/s}^2$
- c)  $9.83 \text{ m/s}^2$
- d) iznos ubrzanja je jednak na cijeloj Zemlji

3. Pustimo li dva tijela istih oblika i volumena, a različitih masa s visine 1 metar da padaju sa stola visine 5 metara, rezultat je:

- a) lakše tijelo će brže pasti na tlo
- b) teže tijelo će brže pasti na tlo
- c) oba tijela će pasti na tlo u isto vrijeme
- d) ništa od navedenog

4. Masa čovjeka na Zemlji iznosi 80 kg, a dolaskom na Mjesec ona iznosi:

- a) 50 kg
- b) 30 kg
- c) 80 kg
- d) 40 kg

## Plan projekcijskog platna

### Slobodni pad i sila teža

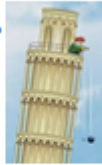
Sila i gibanje

### Ponavljanje

1. Kako definiramo prvi Newtonov zakon?
2. Kako se odnosi akceleracija tijela s obzirom na silu koja djeluje na tijelu te masu tijela?
3. Kako se odnosi akceleracija dva tijela, jedan mase 1 kg a drugi mase 2 kg, ako na njih djeluje stalna sila istog iznosa.

### Općenito

- Slobodni pad je jednoliko ubrzano gibanje prema površini Zemlje s iznosom akceleracije
- Slobodni pad je uzrokovan djelovanjem sile teže
- Zbog spljoštenosti Zemlje vrijednost akceleracije slobodnog pada smanjuje se sa povećanjem udaljenosti tijela od središta Zemlje (Hrvatska:  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ).



### Slobodni pad

- Sila teža je proporcionalna masi tijela i ubrzanju sile teže:  
 $F_g = m g \quad [\text{N}]$
- Prilikom slobodnog pada na tijelo djeluje otpor zraka koji utječe na vrijeme padanja.
- Otpor sredstva ovisi o obliku tijela, ali ne i o njegovoj masi.
- Put koji je tijelo prešlo od početka padanja do trenutka  $t$  :

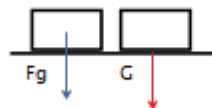
$$h = \frac{gt^2}{2}$$

### Težina

- Sila kojom tijelo djeluje na podlogu na kojoj stoji.
- Sila kojom tijelo djeluje na ovjes na kojem visi
- Težina tijela  $G$  jednaka je sili teži  $F_g$  kojom Zemlja djeluje na tijelo:  
 $G = m g \quad [\text{N}]$

### Usporedba sile teže i težine

- Sila teža ima hvatište u tijelu, dok težina djeluje na podlogu na kojoj tijelo stoji ili ovjes na kojem visi.



## **7.2.PREDLOŽAK ZA PRIPREMU NASTAVNOG SATA: ZVUK**

**CJELINA:** Valovi

**TEMA:** Zvuk

**NASTAVNA JEDINICA:** Zvuk

### I.Sadržajni plan

Podjela nastavne cjeline na jedinice (prema Nastavnom planu i programu) :

1. Valno gibanje
2. Tiranje
3. Postanak i vrste valova
4. Brzina rasprostiranja valova
5. Refleksija valova
6. Lom valova
7. Zvuk

**Cilj nastavne jedinice:** Spoznati svojstva zvuka u svrhu razumijevanja fizikalni pojava.  
Razvijati sposobnosti znanstvenog mišljenja i samostalnog rješavanja problema

***Obrazovna ( spoznajna ) postignuća:***

- objasniti nastajanje zvuka
- objasniti širenje zvuka kao longitudinalnog vala
- razlikovati zvuk, infrazvuk i ultrazvuk

***Funkcionalna (psihomotorička) postignuća:***

- razvijati vještine promatranja i logičkog zaključivanja
- prezentirati i analizirati rezultate mjerenja
- poticati primjenu stečenih znanja i algoritama u rješavanju drugih problema

***Odgojna (afektivna) postignuća:***

- vrednovati različita mišljenja i stavove
- razvijati pravilan stav prema radu, sistematičnost te kulturu slušanja drugih

***Način provjere postignuća:***

- Aktivnosti u izvođenju pokusa, preciznost pri mjerenju, bilježenju podataka te sudjelovanje u raspravi i analizi

## ORGANIZACIJA NASTAVNOG SATA

<i>Tip nastavnog sata: obrada novog gradiva</i>			
<i>Oblici rada:</i>	<i>Nastavne metode:</i>	<i>Nastavna sredstva i pomagala:</i>	<i>Korelacija s ostalim predmetima:</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- frontalni rad</li> <li>- rad u grupama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metoda demonstracije</li> <li>- metoda crtanja</li> <li>- metoda razgovora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ploča,</li> <li>- kreda</li> <li>- računalo</li> <li>- projektor</li> <li>- pametni telefon</li> <li>- tri različite staklene čaše</li> <li>- slušalice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>matematika</li> <li>glazbena kultura</li> </ul>
<p><b>Literatura za učitelja:</b></p> <p><i>M. Babić, Z. Beštak, I. Bolf, I. Cerovec, D. Dužević, M. Rajačić, Fizika 8, udžbenik za osnovnu školu, Profil, Zagreb, 1999.</i></p> <p><i>B. Ratkaj, R. Kurtović, A. Kovačićek, Z. Krnjaić, Fizika 8, udžbenik za osnovnu školu, Profil, Zagreb, 2007.</i></p> <p><b>Literatura za učenike:</b></p> <p><i>M. Babić, Z. Beštak, I. Bolf, I. Cerovec, D. Dužević, M. Rajačić, Fizika 8, udžbenik za osnovnu školu, Profil, Zagreb, 1999.</i></p> <p><i>B. Ratkaj, R. Kurtović, A. Kovačićek, Z. Krnjaić, Fizika 8, udžbenik za osnovnu školu, Profil, Zagreb, 2007.</i></p>			



## Uvod

Ponavljanje prethodnog usvojenog nastavnog gradiva kroz postavljena pitanja. Nastavnik nasumično odabire učenike ukoliko se učenici samostalno ne javljaju.

Pitanja za ponavljanje iz prezentacije se prikazuju pomoću projektora na zaslonu.

1. Što su valovi te kako nastaju?

- *Val je poremećaj koji se širi sredstvom od točke izvora*

2. Koje vrste valova razlikujemo s obzirom na smjer gibanja čestice?

- *Longitudinalni i transverzalni val*

3. Koja je razlika između transverzalnog i longitudinalnog vala?

- *Pri širenju transverzalnog vala čestice se gibaju okomito na smjer širenja vala, dok se kod longitudinalnih čestice gibaju u smjeru širenja vala*

4. Kojim veličinama možemo opisati transverzalni val?

- *Elongacija (otklon čestice iz ravnotežnog položaja), amplituda (maksimalni otklon iz ravnotežnog položaja), valna duljina (najmanja udaljenost između dvije čestice koje titraju u fazi), period titranja (vrijeme potrebno da se čestica napravi jedan puni titraj), frekvencija titranja (broj titraja u jedinici vremena)*

Vrijeme trajanja : 5 minuta

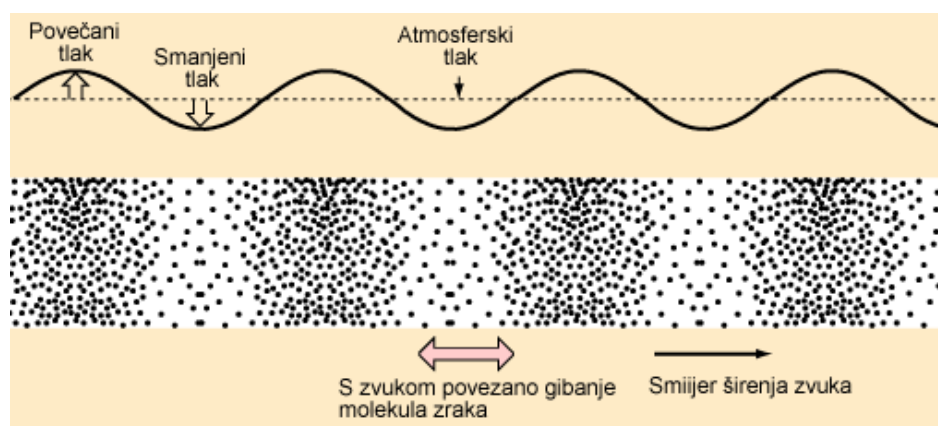
Nastavnik započinje raspravu o zvuku kroz nekoliko pitanja. Kako ljudi pričaju? Koji organ je ključan u primanju informacija? Nastavnik uzme komad papira, pokaže ga učenicima, te ga iza leđa zgužva. Nakon toga pita učenike što misle da se dogodilo te kako su došli do tog zaključka. - *Učenici po karakterističnom i poznatom zvuku povezuju uzrok i posljedicu.*

Na ploču nastavnik zapisuje naslov te iskazuje cilj nastavnog sata.

## Razrada

Nastavnik postavlja pitanja na koja učenici odgovaraju u bilježnicu. Što su to izvori zvuka? Nabrojite nekoliko izvora zvuka s kojim se svakodnevno susrećete. Učenici odgovaraju na pitanja i sudjeluju u raspravi. Nastavnik definira val preko njegovih karakterističnih veličina i svojstava.

Zvuk je longitudinalni val koji se širi sredstvom. Pri širenju zvučnih valova dolazi do zgušnjavanja i razrjeđenja čestica, odnosno smanjenja i povećanja gustoće sredstva. Izvor zvuka predstavlja tijelo koje titranjem uzrokuje stvaranje zvučnih valova. Titrajni sustav titranjem može proizvoditi zvuk samo jedne frekvencije ili više njih istodobno. [22]



**Slika 20.** Prikaz širenja zvuka sredstvom od izvora titranja [23]

Koristeći se prikazom širenja zvuka kroz sredstvo nastavnik preko prikazanih zgušnjavanja i razrjeđenja vala definira valnu duljinu kao udaljenost između susjedna dva zgušnjavanja ili razrjeđenja.

Ton predstavlja zvuk koji je nastao harmonijskim titranjem jedne frekvencije i svake slijedeće gdje su pojedine frekvencije cjelobrojni višekratnici frekvencije najmanje vrijednosti.

Nastavnik pita učenike može li čovjek čuti sve frekvencije i znaju li neke životinje koje mogu čuti veći raspon frekvencija od čovjeka. Preko raspona čujnih frekvencija za čovjeka upoznati učenike s čujnim zvukom, infrazvukom i ultrazvukom.

Čovjek može čuti frekvencije zvuka u rasponu između 20 Hz i 20 000 Hz. Zvuk frekvencije ispod 20 Hz nazivamo infrazvuk, dok zvuk frekvencija iznad 20 kHz nazivamo ultrazvuk. [24]

Nastavnik započinje razgovor o primjeni ultrazvuka te jesu li se učenici susreli s učincima ultrazvučnih valova u svom životu. Ako učenici nisu upoznati s temom razgovora tada nastavnik ukratko opisuje primjenu u medicini (dijagnostika te liječenje pojedinih bolesti) i građevini (provjera homogenosti tvari i spojeva).

Na primjeru zvuka koji je posljedica udarca batića po glazbenoj vilici i zvuka koji je proizvod gužvanja papira učenici se upoznaju s pojmom ton i šum. Tonovi nastaju kao produkt pravilnog titranja tijela čija se frekvencija ne mijenja. Šum nastaje od nepravilnog titranja izvora zvuka koji nema stalnu frekvenciju. Frekvencija zvuka je proporcionalna s visinom tona, gdje povećanje frekvencije zvuka vodi prema povećanju visine tona.

Nastavnik pita učenika što misle u kojem sredstvu će brzina širenja zvuka biti veća (navodi primjere vode, zraka i metala). *Učenici često kažu da će se zvuk najbrže širi kroz zrak jer im je taj koncept najpoznatiji.* Na ploči skicirati strukturu rjeđeg i gušćeg sredstva te im opisati prijenos valova između susjednih čestica koje tvore sredstvo. Brzina širenja zvuka ovisi o gustoći tvari i o elastičnim svojstvima tvari. Uvjet za prijenos zvuk je postojanje elastičnog sredstva. Navesti primjer širenja zvuka u svemiru (kroz vakuum). Navesti usporedno podatke za nekoliko različitih sredstava. Brzina zvuka kroz zrak (pri sobnoj temperaturi) iznosi oko 340 m/s, drvo oko 3000 m/s, te željezo približno 6000 m/s. Iz navedenih vrijednosti brzine zvuka navesti učenika da kroz analizu dođu do zaključka kako brzina zvuka ovisi o gustoći sredstva. - *Što je veća gustoća sredstva to će i brzina širenja zvuka biti veća.*

Vrijeme trajanja: 15 min

## **Eksperimentalni dio nastavnog sata**

Zvuk je val koji nastaje titranjem izvora čija je frekvencija jednaka frekvenciji izvora. Frekvenciju vala opisujemo kao broj periodičkih ponavljanja u jedinici vremena. Frekvencija izvora je karakteristična za svaki izvor koji titranjem proizvodi zvučne valove.

### **Pokus 1. - Mjerenje frekvencije izvora**

Pribor za izvođenje pokusa:

- pametni telefon
- Phyphox aplikacija (Audio Autocorrelation alat)
- tri različite staklene (kristalne) čaše

Nastavnik raspoređuje učenike po grupama od troje, gdje jedan učenik izaziva titranje čaše, drugi učenik očitava dobivene podatke putem aplikacije, a treći učenik zapisuje podatke u tablicu. Prije početka mjerenja potrebno je numerički označiti pojedinu čašu ili napisati brojeve na papir na kojem će stajati čaše tijekom mjerenja.

Grupe bi se trebale rasporediti po učionici tako da se udalje što je više moguće. Tako će dobiti dosta precizna mjerenja s malim udjelom pogreške zbog zvuka koji dolazi od najbliže susjedne grupe učenika.

Nakon što se izvrši po jedno mjerenje frekvencije zvuka svih čaša, učenici se mijenjaju za radna mjesta sve dok svi ne dobiju vrijednosti vlastitih mjerenja. Nakon svakog kruga mjerenja pojedini učenik zapisuje svoja predviđanja rezultata koje će dobiti s obzirom na već dobivene rezultate.

### **Postupak mjerenja**

Aplikacija Phyphox sadrži alat Audio Autocorrelation koji služi za mjerenje frekvencije izvora zvuka, prilikom čega dodatno prikazuje period titranja pa čak i glazbeni ton koji je najbliži mjerenoj frekvenciji. Nakon pokretanja aplikacije i alata, učenik uzima jedno po jednu čistu čašu te jednolikim laganim udarcem batića po čaši izaziva zvučne valove.

Nakon pojave zvuka drugi učenik približi mikrofona mobitela u neposrednu blizinu čaše te očita dobivene vrijednosti. Za svaku čašu mjerenje se izvodi minimalno 3 puta.



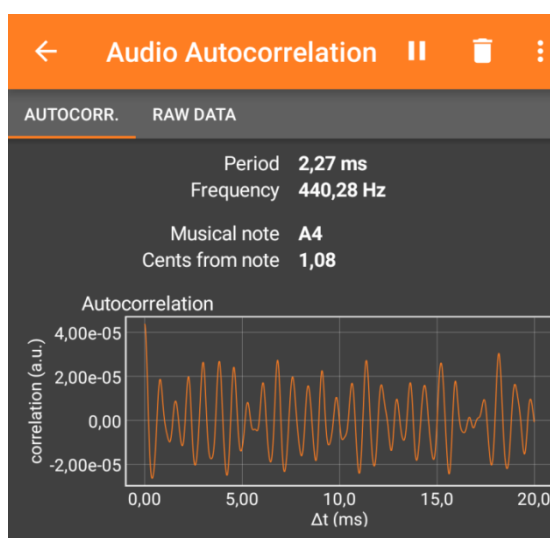
**Slika 21.** Kristalne čaše različitih oblika i volumena

Postavke aplikacije nije potrebno dodatno podešavati prije početka mjerenja. Odabirom ikone „play“ pokreće se mjerenje. Tijekom cijelog postupka potrebno je mobitel držati na istoj udaljenosti od izvora zvuka kako bi se smanjila pogreška kod rezultata.

*Napomena:* prije početka mjerenja točno odrediti položaj mikrofona kojim detektiramo zvuk kako bi bili sigurni da je u pitanju primarni, a ne sekundarni mikrofona mobitela. Prilikom očitavanja vrijednosti frekvencije potrebno je pričekati trenutak da aplikacija obradi sve ulazne frekvencije, nakon čega prikazuje ispravnu vrijednost.

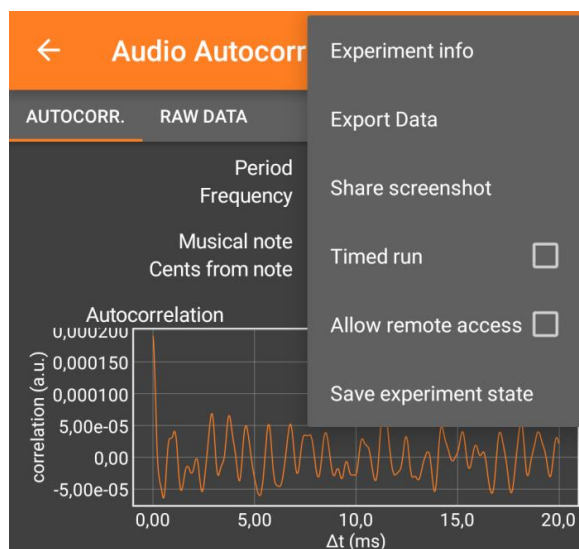
Očitavanje rezultata

Vrijednosti dobivenih mjerenja očitavamo direktno sa aplikacije.



**Slika 22.** Sučelje alata Audio Autocorrelation [25]

Nakon svakog kruga mjerenja u postavkama alata moguće je odabrati spremanje dobivenih rezultata u memoriju mobitela, dijeljenje slike zaslona trenutnog rezultata te izvoz rezultata u obliku excel dokumenta za dodatnu analizu podataka. Za učenike kojima u nekom trenutku nije jasna svrha alata ili na koji način se on upotrebljava, mogu se poslužiti informacijama o detaljima pokusa koji se nalazi pod Experiment info.



**Slika 23.** Dodatne funkcije alata Audio Autocorrelation [25]

**Tablica 5.** Primjer tablice za rezultate mjerenja

Čaša	1.	2.	3.
Frekvencija titranja (Hz)	2983.22	2440.17	2084.31
	2983.22	2440.17	2084.31
	2983.22	2440.17	2084.31
Komentar: Svaka pojedina kristalna čaša titra ujednačeno na svojstvenoj frekvenciji. Zbog homogenosti čaša sva mjerenja pokazuju istu frekvenciju titranja.			

Potvrdu ispravnih rezultata mjerenja može se ispitati koristeći se alatom Tone generator u aplikaciji. Na prazno mjesto za frekvenciju upiše se dobivena vrijednost za pojedinu čašu, pojača dodatni jaki zvučnik te se postavi u neposrednu blizinu čaše. Uzme se komadić papira i umetne u čašu za vrijeme testiranja. Rezultati prethodnog pokusa su precizni ako papir počne polagano mijenjati svoj položaj unutar čaše.

## **Pokus 2 -** Provjera sluha ( raspona frekvencija koje čujemo)

Oprema koja je potrebna za izvođenje pokusa: - pametni telefon

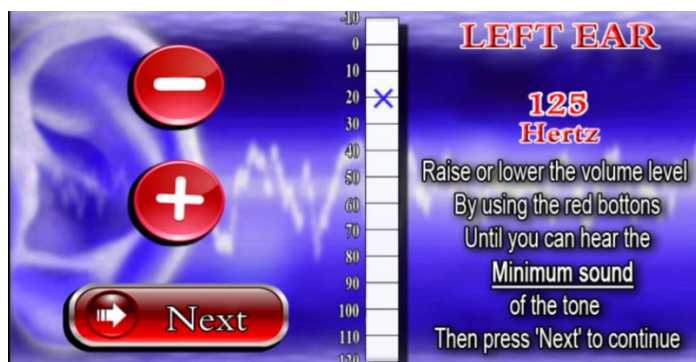
- slušalice

- aplikacija Check your hearing

Nastavnik grupira učenike u parove te ima daje upute za korištenje aplikacije. Jedan učenik mijenja frekvencije u aplikaciji, dok drugi učenik sluša preko slušalica. Svaki učenik za svog para pravi tablicu u koju upisuje frekvencije koje je odabrao i rezultat testiranja. [26]

Aplikacija Check your hearing omogućava testiranje sluha za pojedine frekvencije. Prilikom pokretanja aplikacije potrebno je spojiti slušalice na mobitel, te nakon odabira pojedine frekvencije započeti testiranje.

Svaki učenik u bilježnicu zapisuje očekivani rezultat testiranja. Za početak potrebno je staviti slušalicu samo u lijevo uho te odabrati najnižu frekvenciju koju osoba čuje kako bi se ustanovila najniža granica sluha. Nakon toga odabiremo sljedeći korak u aplikaciji gdje se frekvencija povećava u koracima po 250 Hz.



**Slika 24.** Sučelje aplikacije Check your hearing [26]

Nakon što su učenici testirali sluh lijevog uha, postupak ponove za drugo uho. Usporedbom rezultata oba raspona frekvencija za oba uha učenici zapisuju svoja opažanja u dio tablice za komentar.

*Napomena:* Zbog opasnosti od trajnog oštećenja sluha ne preporučuje se testiranje na frekvencije većim od 1500 Hz. Za frekvencije veće od 750 Hz vrijeme testiranja potrebno je svesti na minimum.

**Tablica 6.** Rezultati mjerenja sluha

Frekvencija (Hz)	30	250	500	750	1000	1500
+ / -	+	+	+	+	+	+
Komentar: Sve zadane frekvencije sam podjednako dobro čuo na oba uha. Zbog vanjske buke u prostoriji malo sam teže detektirao niže frekvencije. Rezultati mjerenja slažu se s predviđanjima ishoda mjerenja.						

Nakon testiranja jednog učenika, nastavnik daje upute učenicima da zamijene uloge sa svojim parom. Učenici ukratko međusobno komentiraju dobivene rezultate koji su proizašli iz testiranja te ih uspoređuju s predviđenim rezultatima.

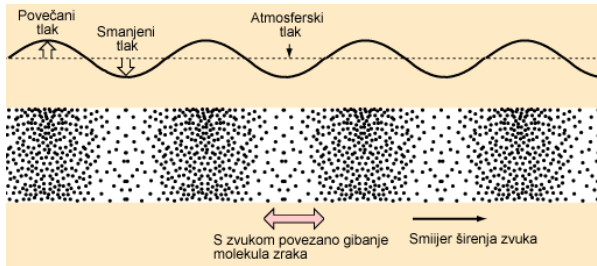
Zaključak testiranja svaki učenik samostalno zapisuje u svoju tablicu. Nastavnik proziva predstavnike svake grupe koji izlažu rezultate testiranja i pojedinačne analize u svrha dodatno analize i usporedbe na većoj ciljanoj skupini.

Vrijeme trajanja : 11 minuta

*Plan ploče*

**Zvuk**

Zvuk je longitudinalni val koji se može širiti u čvrstim, tekućim i plinovitim tvarima  
Širenjem zvučnih valova dolazi do zgušnjavanja i razrjeđivanja čestica



The diagram illustrates a longitudinal sound wave. At the top, a sinusoidal wave is shown with a horizontal dashed line representing atmospheric pressure. The peaks of the wave are labeled 'Povećani tlak' (increased pressure) with an upward arrow, and the troughs are labeled 'Smanjeni tlak' (decreased pressure) with a downward arrow. The label 'Atmosferski tlak' (atmospheric pressure) is placed above the troughs. Below the wave, a layer of particles is shown oscillating horizontally. A double-headed arrow indicates the oscillation, labeled 'S zvukom povezano gibanje molekula zraka' (oscillation of air molecules related to sound). A single-headed arrow pointing to the right indicates the direction of wave propagation, labeled 'Smijer širenja zvuka' (direction of sound propagation).

Zvuk frekvencije ispod 20 Hz nazivamo infrazvuk, a iznad 20 kHz nazivamo ultrazvuk.

Čovjek čuje raspon frekvencija između 20 Hz - 20 kHz

Tonovi nastaju kao produkt pravilnog titranja tijela čija se frekvencija ne mijenja.

Šum nastaje od nepravilnog titranja izvora zvuka koji nema stalnu frekvenciju



## Ponavljanje

Ponavljanje u zadnjem djelu nastavnog sata odvija se interaktivno sudjelovanjem u kvizu koji se sastoji od pitanja vezanih za obrađenu nastavnu jedinicu. Učenici pojedinačno ili u manjim grupama odgovaraju na pitanja, ovisno o broju mobitela koje učenici posjeduju na razini cijelog razreda. Po završetku kviza nastavnik s učenicima analizira postignute rezultate i ukratko ponavlja dio gradiva ako je to potrebno.

Vrijeme trajanja : 6 minuta

### Kahoot kviz - Primjer pitanja

1. Zvuk se najbrže širi kroz:

- a) drvo
- b) vodu
- c) željezo
- d) zrak

2. Zvuk se širi sredstvom u obliku:

- a) brjegova i dolova
- b) zgušnjena i razrjeđenja
- c) samo brjegova
- d) kombinacije zgušnjena, razrjeđenja, brjegova i dolova

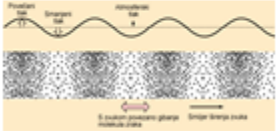
3. Infrazvuk predstavlja zvuk frekvencije:

- a) iznad 20 kHz
- b) ispod 20 Hz
- c) Između 20 Hz i 20 kHz
- d) ništa od navedenog

4. Što predstavlja valna duljina:

- a) udaljenost između zgušnjena i razrjeđenja
- b) udaljenost između bilo koja dva zgušnjena
- c) udaljenost između bilo koja dva razrjeđenja
- d) udaljenost između dva susjeda zgušnjena ili razrjeđenja

## Plan projekcijskog platna

<h3>Zvuk</h3> <p>Valovi</p>	<h3>Ponavljjanje</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Što su valovi te kako nastaju?</li><li>• Koje vrste valova razlikujemo s obzirom na smjer gibanja čestice?</li><li>• Koja je razlika između transveralnog i longitudinalnog vala?</li><li>• Kojim veličinama možemo opisati transverzalni val?</li></ul>
<h3>Zvuk</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zvuk je longitudinalni val koji se širi sredstvom</li><li>• Pri širenju zvučnih valova dolazi do zgušnjavanja i razrjeđenja čestica, odnosno smanjenja i povećanja gustoće sredstva</li><li>• Izvor zvuka predstavlja tijelo koje titranjem uzrokuje stvaranje zvučnih valova</li></ul>	<h3>Zvuk</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Valna duljina – udaljenost između susjedna dva zgušnjavanja ili razrjeđenja</li></ul> 
<h3>Raspon frekvencija zvuka</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Čovjek može čuti frekvencije zvuka u rasponu između 20 Hz i 20 000 Hz</li><li>• Zvuk frekvencije ispod 20 Hz nazivamo infrazvuk, dok zvuk frekvencija iznad 20 kHz nazivamo ultrazvuk</li><li>• Primjena ultrazvuka: dijagnostika u medicini, homogenost spojeva i tvari u građevini</li></ul>	<h3>Ton, šum</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tonovi nastaju kao produkt pravilnog titranja tijela čija se frekvencija ne mijenja</li><li>• Šum nastaje od nepravilnog titranja izvora zvuka koji nema stalnu frekvenciju.</li></ul>
<h3>Širenje zvuka</h3> <ul style="list-style-type: none"><li>• Brzina širenja zvuka ovisi o gustoći tvari i o elastičnim svojstvima tvari</li><li>• Uvjet za prijenos zvuk je postojanje elastičnog sredstva</li><li>• Brzine zvuka kroz sredstva: zrak (pri sobnoj temperaturi) – 340 m/s, drvo – 3000 m/s, željezo približno 6000 m/s</li><li>• Zvuk se ne može širiti kroz vakuum</li></ul>	

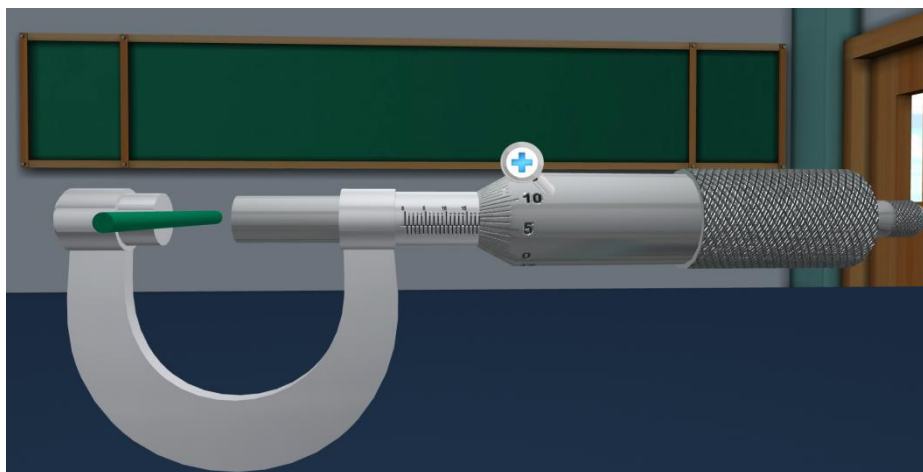
## 8. VIRTUALNI POKUSI

Nastavnik može organizirati izvođenje pokusa čak i ako uopće nisu dostupni mjerni uređaji ili pomagala. Aplikacija poput LabInApp Physics Demo pružaju virtualno korištenje nekih mjernih uređaja kao što je upotreba mikrometarskog vijka te matematičkog njihala. Svaki virtualni praktikum ima mogućnost promijene parametara kako bi učenici što bolje razumjeli princip rada. [27]

### Mikrometarski vijak

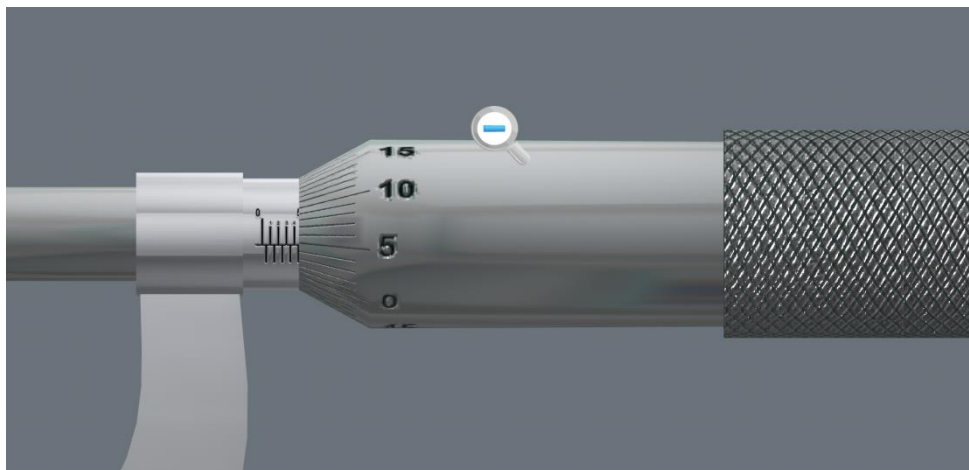
Mikrometarski vijak je mjerni uređaj za određivanje duljine malih predmeta. Ovaj uređaj često nije u vlasništvu škole, tako da uglavnom nastavnik opisuje princip rada koristeći se ilustracijom iz knjige, videozapisom ili appletom.

Aplikacija nudi mogućnost odabira tri predmeta različitih oblika i dimenzija za mjerenje. Nakon što smo odabrali jedan predmet, aplikacija ga je smjestila između pokretnog i nepokretnog djela uređaja. Postavljanjem prsta na ručicu (pomični dio) i pomicanjem gore ili dolje (ovisno želimo li zatezati ili otpustiti) pristupamo mjerenju.



Slika 25. LabInApp Physics - Mikrometarski vijak [27]

Nakon što smo zategnuli predmet između nepomičnog i pomičnog djela, odabirom znaka „+“ na slici možemo dodatno približiti mjernu skalu kako bi točnije očitali dobivenu vrijednost.



**Slika 26.** Očitavanje vrijednosti na mikrometarskom vijku [27]

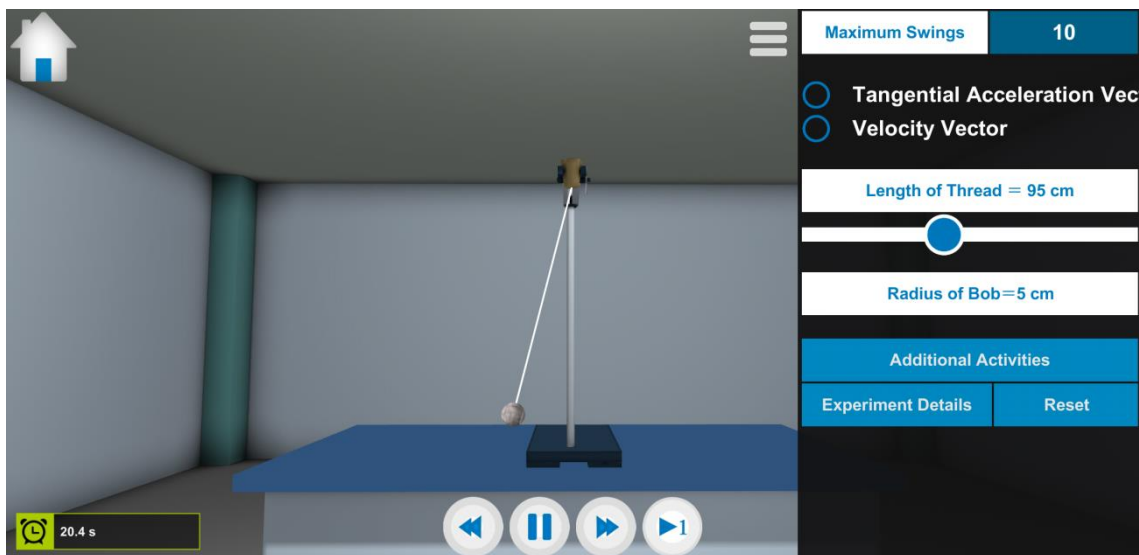
Nastavnik objašnjava princip rada vijka na jednom od ponuđenih predmeta, a zatim učenici primjenjuju to znanje na ostalim predmetima. Za svaki predmet učenici 3 puta rade mjerenja, te zapisuje očitane vrijednosti u svoju bilježnicu. U izborniku aplikacije (gore desno) pod detaljima pokusa (Experiment Details) učenici mogu vidjeti video u kojem je objašnjen postupak mjerenja i očitavanja rezultata. Dodatak koji se nalazi pod zaključkom (Conclusion) sadrži točne mjere pojedinih predmeta, tako da učenici mogu provjeriti ispravnost svojih rezultata.

## Matematičko njihalo

Demo verzija aplikacije LabInApp Physics, osim mjerenja s mikrometarskim vijkom, sadrži i virtualni pokus s matematičkim njihalom. Odabirom različitih duljina njihala te promjera tijela koje njiše učenici mogu mjeriti vremena titranja (period titranja) tijela.

Povlačenjem tijela na kraju njihala pomoću dodira prsta otklanjamo ga za određeni kut koji je označen između niti i vertikalnog stalka njihala. Kada postignemo željeni kut maknemo prst s ekrana i pustimo da se tijelo njiše.

Svaki puni titraj bit će označen broječno u početnom tj. krajnjem položaju gibanja. Nakon 10 punih titraja (proizvoljna vrijednost) aplikacija će prikazati ukupno vrijeme titranja u donjem lijevom kutu.



**Slika 27.** LabInApp Physics - Matematičko njihalo [27]

Za učenike koji su propustili nastavu, mogu naknadno samostalno napraviti pokus kod kuće. Ako postoje nekakve nejasnoće prilikom izvođenja pokusa ili postoji potreba za ponavljanjem, cijeli postupak izvođenja pokusa je prikazan u Demo videu koji je priložen u aplikaciji.

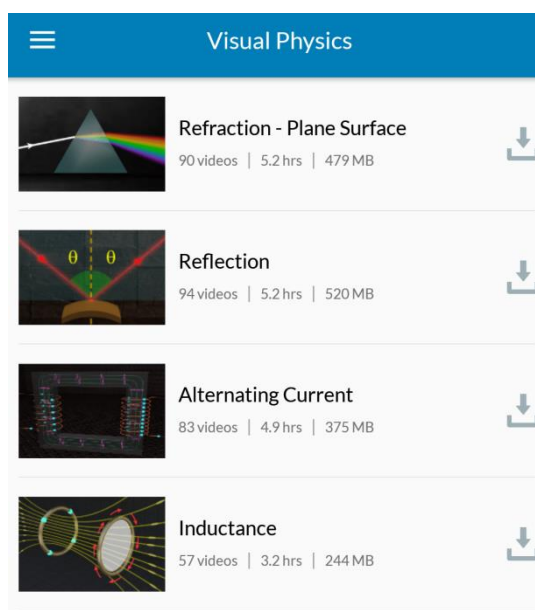
## Pomoć pri učenju

Osim aplikacija za izvođenje pokusa i mjerenje, postoje aplikacije koje mogu pomoći nastavnicima u izvođenju nastavnog sata ili učenicima kao sredstvo za lakše učenje i ponavljanje.

Nastavnici često na satu prikazuju video zapise pojedinih pojava ili pokusa kako bi učenicima pomogli da što bolje razumiju i trajno pohrane nove podatke. Multimedijски zapisi najčešće dolaze s internetskih stranica koje pružaju usluge razmjena videozapisa. U bazi podataka najčešće se nalaze i video zapisi koji sadrže činjenično neispravne podatke skupljene od strane nestručne osobe.

Zbog ovakvih nedostataka kreirane su aplikacije koje sadržavaju provjerene video zapise pokusa. Primjer ovakve aplikacije je Visual Physics. [28]

Osim mogućnosti pregledavanja, nudi opciju i skidanja video zapisa na mobitel kako bi uvijek bili dostupni. Aplikacija obuhvaća područja kinematike, valova, optike, naboja i magnetizma.



**Slika 28.** Sučenje aplikacije Visual Physics [28]

Izdvojio bih još aplikaciju Physics Lab koja sadržava sve formule iz fizike, pretvornik mjernih jedinica te popis svih konstanti i njihovih vrijednosti. Sve formule su grupirane po granama fizike za lakše korištenje i učenje.

## 9. OSTALA PRIMJENA MOBITELA U NASTAVI

Uz senzore koji su integrirani u matične ploče pametnih uređaja, postoje i razni dodaci koji poboljšavaju iskustvo korištenja uređaja te ispravljaju nedostatke pojedinih uređaja. Dodatna oprema je najčešće prilagođena samo određenim proizvođačima mobitela, tako da bi trebalo provjeriti kompatibilnost željene opreme s dostupnim mobitelima.

### Teleskop

Teleskopski dodatak kameri uređaja koristi se za optičko povećanje na desetke puta bez gubitka kvalitete slike. Ovakav dodatak uređaju može u nastavi fizike koristiti za demonstraciju različite hrapavosti podloge prilikom obrade nastavne jedinice Trenje. Na ovaj način će učenici uz vizualnu potvrdu bolje razumjeti povezanost faktora trenja sa silom trenja koja se javlja pri pokretanju ili kretanju tijela po podlozi.



**Slika 29.** Teleskopski dodatak za mobitele [29]

## Termalna kamera

Korištenjem termalne kamere i klasične kamere na mobitelu učenici mogu proučavati toplinu, te pojavu prijenosa topline s jednog tijela na drugo. Osim toga učenici mogu dodatno proučavati pojave iz područja spektroskopije. Pojmovi poput valnih duljina i frekvencija vala puno su zabavniji uz umjetnička djela gdje učenici mogu proučavati pojedine boje slika i fotografija.



**Slika 30.** Termalna kamera za mobitele [30]

## Zvučna oprema

Mikrofoni koji se ugrađuju u pametne uređaje u većini slučajeva ne mogu zabilježiti velik raspon frekvencija i nisu prikladni za veće udaljenosti. Nastavnik kod obrade nastavne jedinice zvuk (intenzitet zvuka) može koristiti dodatnu opremu za detekciju zvuka na različitim primjerima npr. pad igle u čaši, buka s ulice, glasnoća razgovora...



**Slika 31.** Eksterni mikroskop za mobitel [31]



## 10.ZAKLJUČAK

Eksperimentalni dio nastave fizike ima jako važnu ulogu u razumijevanju fizikalni zakona i pojava. Mobiteli nikada neće u potpunosti zamijeniti specijalizirane laboratorijske instrumente, no to u konačnici i nije cilj njihove primjene. Cilj je organizirati nastavu usmjerenu na učenika gdje će svaki učenik biti uključen u provedbu i evaluaciju nastave. Zbog loše opremljenosti velikog broja škola, eksperimentalni dio se održava na minimalnoj razini ili se u potpunosti zanemaruje. Rezultat takvog nastavnog procesa su učenici čije se razumijevanje pojava i zakona svodi na reprodukciju definicija te prepoznavanje fizikalnih zakona i veličina.

Uvođenjem kreativnijeg pristupa povećava se dinamičnost nastavnog procesa što se odražava u povećanju koncentracije, suradnje i kritičkog razmišljanja kod učenika. Kroz cjeloživotno učenje nastavnici se moraju konstantno prilagođavati novim trendovima mlađih generacija. Mobiteli su postali dio učeničke svakodnevice te kao takvi se mogu iskoristiti kao alat za istraživanje i učenje. Najveći izazov predstavlja negativni stav nastavnika prema korištenju mobitela u nastavi. Rješenje se može pronaći u edukaciji nastavnika na području novih informacijsko komunikacijskih tehnologija primjenjivih u nastavi. Primjena mobitela u nastavi je stvar osobnog stava svakog nastavnika koji će unaprijed procijeniti opravdanost i korisnost u organizaciji nastavnog procesa.

## 11.LITERATURA

- [1] Skole.hr: Interaktivno učenje uz pomoć pametnih ploča. URL: [http://www.skole.hr/obrazovanje-i-tehnologija?news\\_id=952](http://www.skole.hr/obrazovanje-i-tehnologija?news_id=952) (25. 06. 2018.)
- [2] Kojčić,Z. Upotreba mobilnih tehnologija u nastavi // METODIČKI OGLEDI, 19 (2012) 2, 101–109.
- [3] Google store. URL: <https://play.google.com/store> (20. 03. 2018.)
- [4] Kahoot! URL: <https://kahoot.com/mobile-app/> (18. 04. 2018.)
- [5] Blue bugle : Sensors on Your Smartphones. URL: <http://www.bluebugle.org/smartphone-sensors/> (26. 04. 2018.)
- [6] Energy Solutions : Smartphone:That datalogger in your pocket. URL: <http://energy-solutions.es/en/english-smartphone-that-datalogger-in-your-pocket/> (20. 06. 2018.)
- [7] My Mobile Tools Dev : Lightmeter. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tsang.alan.lightmeter> (22. 04. 2018.)
- [8] Wirelessdesignmag : Proximity Sensing in Mobile Phones. URL: <https://www.wirelessdesignmag.com/article/2014/01/exclusive-proximity-sensing-mobile-phones> (02. 07. 2018.)
- [9] Phyphox : physical phone experiment. URL: <http://phyphox.org/experiments/> (01. 07. 2018.)
- [10] Stanford : Sensors. URL : <https://web.stanford.edu/class/cs75n/Sensors.pdf> (26. 06. 2018.)
- [11] Lab4Physics. URL: <https://lab4u.co/lab4physics/> (01. 07. 2018.)
- [12] Banggood : Gyro sensor . URL : [https://www.banggood.com/MPU9250-Integrated-9DOF-9-Axis-Attitude-Accelerometer-Gyro-Compass-Magnetic-Field-Sensor-For-Arduino-p-1101005.html?rmmds=brandsNormal&stayold=1&cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/MPU9250-Integrated-9DOF-9-Axis-Attitude-Accelerometer-Gyro-Compass-Magnetic-Field-Sensor-For-Arduino-p-1101005.html?rmmds=brandsNormal&stayold=1&cur_warehouse=CN) (02. 07. 2018.)
- [13] GSMarena : Sensors - definition. URL: <https://www.gsmarena.com/glossary.php3?term=sensors> (01. 07. 2018.)

- [14] Vieyrasoftware : Physicstoolbox. URL:  
[https://play.google.com/store/apps/details?id=net.vieyrasoftware.physicstoolboxcompass&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=net.vieyrasoftware.physicstoolboxcompass&hl=en_US) (26. 06. 2018.)
- [15] OpenSignal. URL: <https://opensignal.com/reports/battery-temperature-weather/>  
 (01. 07. 2018.)
- [16] Banggood : Humidity and temperature sensor. URL:  
[https://www.banggood.com/WeMos-D1-Mini-SHT30-I2C-Digital-Temperature-And-Humidity-Sensor-Module-SHT30-Shield-p-1144950.html?stayold=1&cur\\_warehouse=CN](https://www.banggood.com/WeMos-D1-Mini-SHT30-I2C-Digital-Temperature-And-Humidity-Sensor-Module-SHT30-Shield-p-1144950.html?stayold=1&cur_warehouse=CN) (02. 07. 2018.)
- [17] Reism : Thermometer. URL:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tr.kavuntek.thermometer> (02. 07. 2018.)
- [18] Techinsights : Samsung Galaxy S8 Teardown. URL:  
<http://www.techinsights.com/about-techinsights/overview/blog/samsung-galaxy-s8-teardown/> (03. 07. 2018.)
- [19] Paar, V. Fizika 1 : Udžbenik za I. razred gimnazije: Školska knjiga, Zagreb, 2007.
- [20] Phyphox: Free fall . URL: <https://phyphox.org/experiment/free-fall-2/> (18. 03.2018.)
- [21] Phyphox : Acoustic Stopwatch. URL: <https://phyphox.org/experiment/acoustic-stopwatch/> (18. 03. 2018.)
- [22] Paar V., Martinko S., Čulibrk T. , Fizika oko nas: Udžbenik za 8. razred osnovne škole: Školska knjiga, Zagreb, 2015.
- [23] Medicinski fakultet Zagreb. URL:  
<http://physics.mef.hr/Predavanja/zvucnival/main3.html> (02. 07. 2018.)
- [24] Ratkaj, B.:Kurtović, R.:Kovačićek, A.:Krnjajić, Z., Fizika 8: Udžbenik za osmi razred osnovne škole: Profil, Zagreb, 2007.
- [25] Phyphox: Audio Autocorrelation. URL: <https://phyphox.org/experiment/audio-autocorrelation/> (18. 03. 2018.)
- [26]US App studio : Check Your Hearing. URL:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alkarradatech.checkyourhearing>  
 (18. 03. 2018.)
- [27] LabInApp Physics Demo. URL:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.intuitive.sp&hl=hr> (20. 03. 2018.)

[28] Visual Physics. URL:

[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.visualphysics&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.visualphysics&hl=en_US)

(20. 03. 2018.)

[29] Unlimited collections. URL: <https://unlimitedcollections.net/products/8x-zoom-camera-telescope-for-smartphone-and-iphone> (26. 03. 2018.)

[30] Flir : Flir one pro. URL : <https://www.flir.com/products/flir-one-pro/> (22. 03. 2018.)

[31] Rode Microphones: Ixy. URL: <http://en.rode.com/microphones/ixy> (24. 03. 2018.)

## **ŽIVOTOPIS**

Dario Srakić rođen je 10. travnja 1987. godine u Osijeku. Osnovnu školu Sjever završio je u Đakovu. Po završetku osnovne škole upisao je Srednju strukovnu školu Antuna Horvata u Đakovu, smjer Strojarski tehničar. 2005. godine upisao se kao redoviti student na Preddiplomski sveučilišni studij fizike Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku koji je završio 2012. godine i stekao titulu sveučilišnog prvostupnika (baccalaurea) fizike. 2014. godine zapošljava se u Osnovnoj školi Stjepana Radića u Čaglinu kao nastavnik fizike, matematike i tehničke kulture, a kasnije te godine i u Osnovnoj školi Đakovački selci te u Gimnaziji Gaudeamus u Osijeku kao profesor fizike. 2015. godine upisuje Diplomski sveučilišni studij fizike i informatike te se zapošljava kao nastavnik fizike u Osnovnoj školi Matija Gubec u Piškorevcima. 2017. godine počinje raditi kao nastavnik fizike u Gimnaziji Matija Mesić u Slavonskom Brodu.