

# Suvremene metode u nastavi fizike: mobilni uređaji u proučavanju gibanja

---

Lipovšćak, Ema

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:077327>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

Ema Lipovščak

SUVREMENE METODE U NASTAVI FIZIKE:  
mobilni uređaji u proučavanju gibanja

Diplomski rad

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
FIZIKA; SMJER NASTAVNIČKI

**Ema Lipovščak**

Diplomski rad

**SUVREMENE METODE U NASTAVI  
FIZIKE: mobilni uređaji u  
proučavanju gibanja**

Voditelj diplomskog rada: doc. dr. sc., Dalibor Paar

Ocjena diplomskog rada: \_\_\_\_\_

Povjerenstvo: 1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Datum polaganja: \_\_\_\_\_

Zagreb, 2020.

Velike zahvale dugujem svom mentoru doc.dr.sc. Daliboru Paaru na ukazanom povjerenju pri odabiru teme, vremenu i trudu koje je uložio te na svim korisnim savjetima.

Posebno hvala mojim roditeljima Slavici i Bojanu što su me podržali u svakom trenutku mojeg studiranja, također i mojim sestrama Maji i Bojani koje su mi bile velika inspiracija i motivacija kroz studij.

Zahvaljujem i prijateljima koji su bili uz mene na ovom trnovitom putu i pružali mi podršku, ponajviše kolegici i prijateljici Andreji Lasić s kojom sam dijelila najviše suza i osmjeha u ovih predivnih 6 godina.

Zahvaljujem prijateljici i kolegici Luciji Glavak što je sudjelovala u izradi slika za ovaj rad.

## Sažetak

Mobitel sa svojim mogućnostima različitih aplikacija i upotrebe različitih senzora otvara brojne mogućnosti primjene u nastavi, posebice kao mjernog instrumenta. Pokazuje se da je izvedba pokusa s mobitelom učenicima zanimljiva. No isto tako zanimljivi su im i dobro koncipirani istraživački pokusi bez mobitela. U radu su dani primjeri upotrebe mobitela kao mjernih instrumenata u proučavanju gibanja. Zaključak je da se mobitel može koristiti u nastavi fizike ali treba biti umjeren u njegovoj primjeni. Učenici moraju osim s mobitelom izvesti dovoljno pokusa, analiza i grafičkih prikaza podataka bez mobitela kako bi savladali osnove analize i prikaza podataka. S druge strane korištenjem mobitela otvaraju se mogućnosti za složenije pokuse i istraživanja u okviru istraživački orijentirane nastave.

Ključne riječi: mobilni uređaji, suvremena nastava fizike, gibanja

# MODERN METHODS IN TEACHING PHYSICS: mobile devices in study of motion

## **Abstract**

The mobile phone with its possibilities of different applications and the use of different sensors opens up numerous possibilities for application in teaching, especially as a measuring instrument. It turns out that the performance of the experiment with a mobile phone is interesting for students. But they are also interested in well-designed research experiments without mobile phones. The paper gives examples of the use of mobile phones as measuring instruments in the study of motion. The conclusion is that the mobile phone can be used in physics teaching but it should be moderate in its application. In addition to the mobile phone, students must perform sufficient experiments, analyzes and graphical representations of data without the mobile phone in order to master the basics of data analysis and data display. On the other hand, the use of mobile phones opens up opportunities for more complex experiments and research within research-oriented teaching.

Keywords: mobile devices, modern physics education, motion

# Sadržaj

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Uvod</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Suvremene metode u nastavi</b>   | <b>2</b>  |
| 2.1      | Interaktivna istraživačko usmjerena nastava . . . . .   | 2         |
| 2.2      | Tehnologija u nastavi . . . . .   | 3         |
| 2.3      | Mobiteli u nastavi . . . . .  | 4         |
| <b>3</b> | <b>Mobitel kao mjerni uređaj</b>  | <b>6</b>  |
| 3.1      | Bubble Level . . . . .  | 6         |
| 3.2      | VidAnalysis free . . . . .  | 7         |
| 3.3      | Phyphox . . . . .   | 7         |
| <b>4</b> | <b>Prikaz rezultata</b>   | <b>9</b>  |
| 4.1      | Analiza uvodne ankete . . . . .   | 9         |
| 4.2      | Analiza nastavne jedinice: Mjerenje vremena . . . . .   | 11        |
| 4.3      | Analiza nastavne jedinice jednoliko ubrzano gibanje - mobiteli . . . . .  | 12        |
| 4.3.1    | Tijek pokusa . . . . .  | 13        |
| 4.4      | Analiza nastavne jedinice jednoliko ubrzano gibanje - elektromagnet-<br>sko tipkalo . . . . .                     | 16        |
| 4.4.1    | Tijek pokusa . . . . .  | 17        |
| <b>5</b> | <b>Zaključak</b>  | <b>18</b> |
|          | <b>Dodaci</b>   | <b>19</b> |
| <b>A</b> | <b>Primjer nastavne pripreme za nastavnu jedinicu: Mjerenje vremena</b>   | <b>19</b> |
| <b>B</b> | <b>Primjer nastavne pripreme za nastavnu jedinicu: Jednoliko ubrzano gi-<br/>banje - mobitel</b>                  | <b>24</b> |
| <b>C</b> | <b>Primjer nastavne pripreme za nastavnu jedinicu: Jednoliko ubrzano gi-<br/>banje - elektromagnetsko tipkalo</b> | <b>31</b> |
|          | <b>Literatura</b>   | <b>38</b> |
|          | <b>Životopis</b>  | <b>39</b> |

# 1 Uvod

Na nastavi fizike učenicima pokušavamo objasniti fizikalne pojave na zabavan, zanimljiv i poučan način. Radi toga smo uveli interaktivnu istraživačko usmjerenu nastavu. Jedna od metoda takvog principa nastave je interaktivno izvođenje pokusa. (vidi podpoglavlje 2.1)

Česti problem u nastavi fizike u školama je nedostatak opreme za izvedbu pokusa pa se nastavnici moraju snalaziti raznim metodama i materijalima (više o tome u podpoglavlju 2.2 i 2.3). Veliku prednost nam daje neizostavan uređaj naše svakodnevice koji ima puno svrha za korištenje, a to je mobitel. Mobitel je zadnjih desetljeća postao poprilično moćno računalo, opremljeno nizom senzora koji komuniciraju s okolinom.

U ovome radu ćemo nastavnicima fizike pokazati kako iskoristiti mobitele kao mjerne uređaje u nastavi fizike za proučavanje gibanja. Također uspoređujemo mobitel kao mjerni instrument i standardni mjerni instrument za proučavanje gibanja (elektromagnetsko tipkalo). Teme u ovom radu razrađene su za osnovnu školu. Djeca na toj razini u većini znaju raditi s mobitelima. No iste teme mogu biti prikladne i za srednju školu samo tada više naglasak treba staviti na kvantitativni aspekt pokusa, dakle rezultate mjerenja i njihovu analizu.

Na kraju analize nastavnih jedinica ukratko je sročeno zadovoljstvo učenika i sam rezultat njihovog znanja.



Slika 1.1: Suvremeni mobilni uređaj



## 2 Suvremene metode u nastavi

Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2019. godine, u osnovne i srednje škole u Hrvatskoj uvodi kurikularnu reformu - "Škola za život". Reforma se sastoji od više faza, trenutno se provodi prva. Ciljevi prve faze reforme su: razvoj kompetencija potrebnih u 21. stoljeću, jednake prilike za sve učenike i cjeloviti razvoj učenika. Kurikulumi se temelje na ishodima učenja, a nastavne metode se mijenjaju tako da se veći naglasak stavlja na rješavanje problema i kritičko mišljenje te poticanje kreativnosti i inovativnosti. [1]

Radi brzog razvoja tehnologije, s kojom današnji naraštaji odrastaju, reforma obuhvaća digitaliziranje osnovnih i srednjih škola u Hrvatskoj. 2019. godine svi učenici 5. i 7. razreda osnovne škole su opremljeni tabletima, dok su učenici u 1. razredu srednje škole dobili nekoliko tableta dovoljna za grupni rad. Također su profesori opremljeni laptopima kako bi mogli komunicirati s učenicima u virtualnoj učionici. [2]

### 2.1 *Interaktivna istraživačko usmjerena nastava*

Učenici su u standardnoj predavačkoj nastavi većinom pasivni. Da bi se to promijenilo potrebno je intelektualno angažirati učenike za vrijeme nastave, tj. aktivno učenje. Tražiti od njih da promišljaju i zaključuju. Na taj način učenici razvijaju znanstveno razmišljanje i zaključivanje, bolje razumiju način funkcioniranja znanosti te bolje razumiju fizičke pojave i njihove zakonitosti. Iz toga razloga provodi se interaktivna istraživački usmjerena nastava.

Interaktivna nastava, znači komunikaciju između učitelja i učenika te komunikaciju između učenika. Ona obuhvaća cijeli niz različitih metoda kao što su: razredna rasprava, konceptualna pitanja s karticama, kooperativno rješavanje zadataka, interaktivno izvođenje pokusa i računalne interaktivne metode. Istraživački pristup znači da učenici traže odgovore na znanstvena pitanja, formiraju i testiraju hipoteze, osmišljaju i provode pokuse, zapisuju svoja predviđanja, opažanja i zaključke te prezentiraju svoje rezultate i argumentirano ih brane. [3]

Jedna od metoda interaktivne istraživačko usmjerene nastave je interaktivno izvođenje pokusa. Pasivno promatranje pokusa neće uzrokovati napredak kod učenika, potrebno je učenike uključiti: tražiti od njih pretpostavke prije samog izvođenja po-

kusa, a nakon pokusa pitati ih što su opazili. Prije samog izvođenja pokusa potrebno je opisati pribor kojim se koristimo. Nakon izvođenja pokusa potrebno je interaktivnom raspravom navesti učenike na zaključke. Ukoliko vrijeme dopušta prepustiti učenicima da sami ponove isti pokus. Ukoliko pokus služi za rješavanje problema, možemo zatražiti učenike da ga sami osmisle. [3] Ovom metodom razvija se logičko razmišljanje kod učenika, kreativnost, bolje razumijevanje problematike i želja za znanjem i istraživanjem.

## 2.2 Tehnologija u nastavi

Tehnologija utječe na sve djelove ljudskoga života, pa se tako počela odražavati i na obrazovanje. U posljednje vrijeme se u školama koristi hibridno (mješovito) učenje. Hibridno učenje je kombinacija klasičnog učenja u učionici i e-učenje u kojemu se koristi tehnologija. [4] Učitelji koriste računala za izradu digitalnog materijala koji prezentiraju učenicima preko projektora u učionici. Također koriste se sustavi za e-učenje takozvani *LMS (Learning Management System)*.<sup>1</sup> Veliki iskorak u tom smjeru potaknula je 2020. kriza s Covid-19, koja je pokazala i važnost ovakvih sustava u kriznim situacijama.

Osim računala i projektora, većina škola je sada opremljena i sa pametnim pločama. Pametna ploča je interaktivna ploča na kojoj se prikazuje sadržaj putem projektora i računala. Posebne su po tome što omogućuje svima da pišu po njoj i uređuju sadržaj, lakše je pristupiti raznim materijalima i spremite već one uređene za vrijeme nastave. [5]

Radi korištenja tehnologije u nastavi, učitelji mogu koristiti i druge metode interaktivne istraživačke nastave. Kako bi učenici što bolje razumjeli fizikalne koncepte, koristi se metoda konceptualnih pitanja s karticama. Nastavnik postavi pitanje s odgovorima višestrukog odabira (pitanje prikaže pomoću projektora). Nakon kratkog promišljanja učenici podižu kartice sa slovima A,B,C ili D. Ukoliko neki učenici pogrešno odgovore, nastavnik zamoli učenike da u paru prodiskutiraju odgovor i nakon kratke diskusije ponovno podižu svoje odgovore. Zatim razrednom raspravom zaključuju koji je točan odgovor. Ukoliko škola posjeduje elektronski sustav za odgo-

---

<sup>1</sup>programski (softverski) sustav koji omogućava upravljanje i isporuku elektroničkih (online) sadržaja studentima ili učenicima. Često su dijelovi takvog sustava i moduli za razvoj online obrazovnih sadržaja, moduli za provjeru znanja i slično.

vore cijeli je proces olakšan te profesor odmah dobije povratnu informaciju u postocima koliko su učenici razumijeli. Radi tog sustava odgovori su anonimni i nastavnici ne može subjektivno procjenjivati učenike.

### 2.3 *Mobiteli u nastavi*

U 21. stoljeću važna stavka u životima mladih generacija je mobitel. Prvo su bili predočeni kao alat za lakšu komunikaciju, ali kako se tehnologija razvijala, tako su se razvili i pametni telefoni. Sada se mobiteli mogu koristiti za edukaciju, organizaciju, fotografiju, itd. Radi brzih procesora i velikih zaslona na dodir, mobiteli su postali lako prenosivi uređaju na kojima možemo uvijek i lako pristupiti didaktičkim materijalima. Uporabom *WiFi* konekcije lako se može pristupiti otvorenim obrazovnim sadržajima ili sustavima za e-učenje gdje nastavnik pohrani materijale koji su potrebni učenicima. Većina mobitela koristi *iOS* ili *Android* operativnim sistemom, koji omogućava pristup *App Store-u* (slika 2.2) ili *Google Play Store-u*<sup>2</sup> (slika 2.1). Tamo su dostupne velike količine različitih aplikacija za edukativne svrhe, pa tako i za fiziku. [6]

Veliki problem u hrvatskim školama je nedostatak osnovne opreme za izvođenje pokusa ili neispravna oprema. Iz toga razloga nastavnici sve više sežu za simulacijama.<sup>3</sup> Pomoću mobitela učenici lako mogu pristupiti simulacijama i napraviti određena mjerenja i pokuse. Mobitel se može koristiti i u samom pokusu. Pomoću besplatnih aplikacija mobitele možemo koristiti kao mjerni uređaj.

Mobiteli se mogu koristiti i za metodu konceptualnih pitanja, primjer aplikacije je *Kahoot!*. [12] *Kahoot!* je jednostavno korisničko sučelje kod koje lakim pristupom učenici rješavaju kviz koji nastavnik prethodno pripremi, te tako nastavniku daju brzu povratnu informaciju u razumijevanju nastavnog sadržaja. Osmišljen je kao igra znanja i tako kod učenika može potaknuti natjecateljski duh i motivirati ih da se više posvete nastavnom sadržaju.

Mana mobitela u nastavi je što učenici lako mogu posjetiti društvene mreže. Postavlja se stoga jasno pitanje, treba li izbjegavati digitalne tehnologije u nastavi s argumentom da one ometaju nastavni proces. Ukoliko se digitalni uređaj koristi u kontroliranim uvjetima uz dovoljnu motivaciju i angažman učenika, u nastavi fizike

---

<sup>2</sup>digitalna platforma gdje korisnici mogu preuzeti aplikacije

<sup>3</sup>imitacija rada nekog sustava ili procesa koji postoje u stvarnom svijetu tijekom vremena

to može imati važnu pozitivnu ulogu. U nastavi fizike u hrvatskim školama izvodi se daleko premalo pokusa i istraživanja. Mobitel otvara niz mogućnosti izvođenja pokusa ne samo u okviru sata fizike već i kao izvannastavnih aktivnosti. Velikom postotku djece u Hrvatskoj fizika nije zanimljiva ili imaju negativan stav prema nastavi fizike. Mobitel otvara mogućnost da izađemo iz ponekad djeci suhoparnih nastavnih okvira i sadržaj približimo digitalnoj generaciji.



Google Play

Slika 2.1: Ikona *Google Play Store-a*



Slika 2.2: Ikona *iOS App Store-a*



Slika 2.3: Ikona aplikacije *Kahoot!*

### 3 Mobitel kao mjerni uređaj

Svaki digitalni mjerni uređaj se sastoji od senzora te sustava za obradu, prikaz i pohranu podataka. Mobitel sve to obuhvaća, stoga može poslužiti kao mjerni instrument. Suvremeni mobiteli sadrže niz senzora. Neki od senzora su: senzor blizine, senzor za svjetlo, akcelerometar, žiroskop, barometar, magnetometar, *Global Positioning System (GPS)*, senzor otkucaja srca i senzor otisaka prstiju. Obzirom da u ovome radu proučavamo mehaniku najviše ćemo se orijentirati na akcelerometar, žiroskop i magnetometar.

Da bi mobitel postao mjerni instrument potrebne su nam aplikacije koje su specijalizirane za pojedine radnje koje obuhvaćaju očitavanje vrijednosti pojedinog senzora, njihov prikaz, pohranu i analizu. U ovom radu ćemo koristiti aplikacije *Bubble Level*, *VidAnalysis free* i *Phyphox (Physical phone experiments)*. Pomoću aplikacije *Bubble Level* možemo izmjeriti nagib površine, tj. u stvarnom vremenu vrijednost kuta nagiba. *VidAnalysis free* i *Phyphox* koriste akcelerometar i žiroskop za analiziranje kretanja.

Akcelerometar je senzor za mjerenje ubrzavanja duž određene osi. Kada fizičko tijelo ubrzava u određenom smjeru, to se dešava pod utjecajem sile:

$$F = m \cdot a \quad (3.1)$$

gdje su oznake za silu ( $F$ ), masu ( $m$ ) i akceleraciju ( $a$ ) uobičajene. Akcelerometri rade na principu da mjere silu koja djeluje na tijelo poznate mase duž određene osi. Akcelerometri u mobitelu, koji su izgrađeni od niza drugih senzora, omogućuju softveru da zna u kojem je pravcu okrenut mobitel. U tome mu pomaže i žiroskop. *MEMS* žiroskopi (*Micro-Electro-Mechanical-System*) su minijaturni i nimalo ne liče na mehaničke žiroskope.

#### 3.1 *Bubble Level*

Aplikacija *Bubble Level* mjeri nagib proučavane površine u odnosu na horizontalu. Tradicionalni moderni mjerač nagiba ima lagano zakrivljenu cijev koja je nepotpuno napunjena tekućinom i obojena. Prilikom laganog nagibanja mjehurić putuje od srednjeg (ravnotežnog) položaja koji je označen na cijevi. Aplikacija oponaša tradicionalni mjerač nagiba, ali prikazuje i iznos nagiba kuta u stupnjevima. Sama

aplikacija je već kalibrirana od strane proizvođača, ali postoji mogućnost ponovnog kalibriranja kako bi mjerenja bila što preciznija. [8]

### **3.2 *VidAnalysis free***

*VidAnalysis* je višenamjenska aplikacija u kojoj se kombiniraju fizika i matematika koja stoji iza nje. Aplikacija se koristi na principu da se snimi videozapis s kamerom mobitela, zatim se analizira videozapis označivši objekt kojem želimo pratiti gibanje. Pomoću aplikacije možemo organizirati svoje snimke za analizu, postaviti duljinu kao referencu za stvarnost, postaviti koordinatni sustav, proučavati 3 dijagrama koja nastanu nakon analize videozapisa. [9]

### **3.3 *Phyphox***

*Phyphox* je aplikacija koja omogućuje pristup različitim sensorima mobitela izravno ili kroz pokuse. Moguća je analiza mjerenja i izvoz neobrađenih podataka zajedno s rezultatima za daljnju analizu. Podržani senzori su: akcelerometar, magnetometar, žiroskop, intenzitet svjetlosti, tlak, mikروفon, sensor blizine i *GPS*. Koordinatni sustav je definiran tako da je z-os okomita na ekran i pokazuje iz ekrana. Os x pokazuje udesno kada se mobitel drži u zadanom položaju (ako gledamo u ekran mobitela orijentiranog okomito). Os y usmjerena je prema gore uzduž dulje stranice mobitela. [11]



Slika 3.1: Ikona *Bubble Level* aplikacije



Slika 3.2: Ikona *VidAnalysis free* aplikacije



Slika 3.3: Ikona *Phyphox* aplikacije

## 4 Prikaz rezultata

### 4.1 Analiza uvodne ankete

Prije samog početka provođenja nastavnih sati s mobitelima, učenici su riješavali ulaznu anketu na *google obrascu*, za koju su također koristili mobitele ili računalo. Tom anketom je provedeno istraživanje što učenici očekuju u nastavi s mobitelima te im je postavljeno jedno pitanje za razvijanje kreativnosti i omišljavanje pokusa. Anketa je bila u potpunosti anonimna. Sudjelovali su učenici osmih razreda (19 učenika) u Osnovnoj školi Jakovlje.

Pitanja:

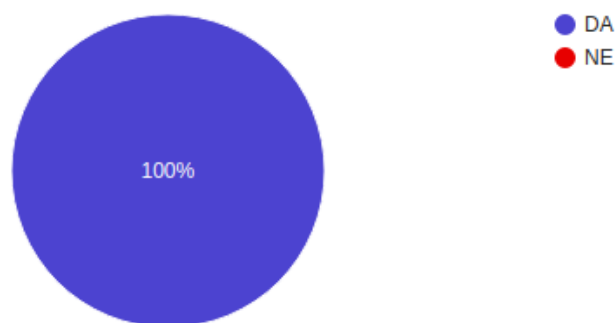
1. Što očekujete od nastave s uporabom mobitela?
2. Bi li mobiteli nastavu fizike učinili zabavnom?
3. Ako bi smjeli koristiti mobitele u nastavi, osobno bih:
  - Igrao/la igrice za vrijeme predavanja
  - Koristio mobitel u svrhu predavanja
  - Dopisivao/la se na društvenim mrežama
4. Kako bi pomoću mobitela mogli izmjeriti vašu brzinu reakcije?

Prvo pitanje je bilo pitanje nadopunjavanja. Neki od odgovora su bili:

- Ne znam
- Očekujem da ćemo moći raditi više stvari i bolje istraživati
- Zabavu
- Mislim da ćemo imati više volje za učenjem na mobitelu.
- Da će biti jako zanimljivo
- Ne očekujem ništa

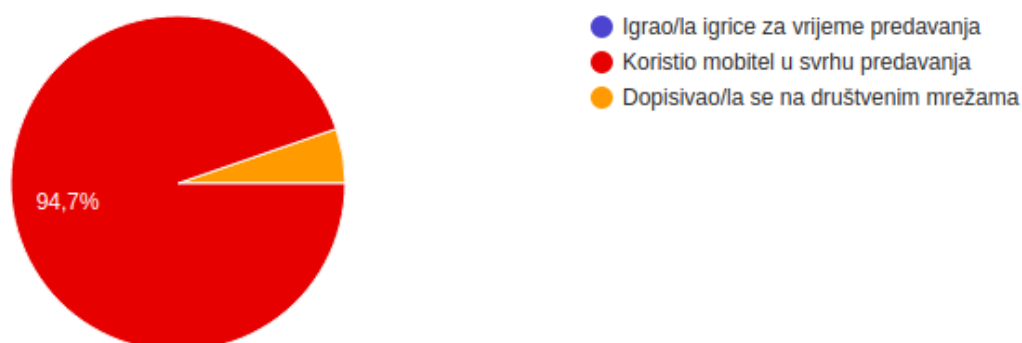
Većina učenika je pozitivno reagirala na pomisao uporabe mobitela u nastavi. Na drugo pitanje su se učenici jednoglasno složili kako bi mobitel nastavu fizike učinio zabavnijom, kao što možemo vidjeti iz grafa na slici 4.1.





Slika 4.1: Grafički prikaz odgovora na drugo pitanje: Bi li mobiteli nastavu fizike učinili zabavnom?

Na treće pitanje, 94.7% učenika se složilo kako bi koristili mobitel u svrhu predavanja, dok je 5.3% učenika priznalo kako bi mobitel na nastavi koristili za dopisivanje na društvenim mrežama, kao što možemo vidjeti iz grafa na slici 4.2.



Slika 4.2: Grafički prikaz odgovora na treće pitanje: Ako bi smjeli koristiti mobitel u nastavi za što bi ga koristili.

Četvrto i posljednje pitanje ulazne ankete je bilo pitanje koje je učenike potaknulo na kreativno osmišljavanje pokusa kojim bi provjerili svoju reakciju. Učenici su predlagali zanimljive pokuse, a neki od njih su:

- Pomoću aplikacija na mobitelu (npr. *Samsung health*)
- Pomoću štoperice mjerimo koliko vremena nam treba za nagli pokret npr. ruke ili noge.
- Ne znam

## 4.2 Analiza nastavne jedinice: Mjerenje vremena

Nastavni sat je održan u dva osma razreda u OŠ Jakovlje.

Poslije uvodnog dijela sata, gdje smo proveli uvodnu anketu, započinjemo sa središnjim dijelom sata gdje će učenici koristiti mobitele kao mjerni instrument. Većina pametnih telefona ima već ugrađenu štopericu. Ovakvim korištenjem mobitela kao mjernog instrumenta, olakšava grupni rad, ukoliko imamo nedostatak štoperica u školi. Grupnim radom učenici lakše spoznaju pojam vremena i vremenskog intervala, koji je bitan za daljnje nastavne jedinice.

Učenicima se podjele listići sa zadacima koje trebaju riješiti. Primjer zadataka:

- Zapišite vrijeme početka nastavnog sata.
  - Zapišite vrijeme kraja nastavnog sata.
  - Kolika je razlika ta dva vremena?
  - Što nam predstavlja razlika ta dva vremena?
- Možete li izmjeriti vrijeme između dvaju otkucaja vašeg srca štopericom na mobitelu?
  - Kako biste mogli izmjeriti vrijeme između dvaju otkucaja vašeg srca?
  - Izvedite mjerenje i zapišite rezultat.
- Kako biste odredili brzinu tipkanja poruke?
  - Sljedeći tekst ima 28 riječi, 172 znaka bez praznina i 199 znakova s prazninama. Podijelite se u parove i izmjerite kojom brzinom vaš partner tipka poruke.  
*“Godine 1831., britanski fizičar Michael Faraday otkrio je da promijenom magnetskog toka kroz zavojnicu dolazi do pojavljivanja struje u zavojnici iako nema direktnog dodira s vanjskim izvorom struje.”*
  - Koliko znakova možete utipkati u sekundi? Izračunajte.

Nakon svakog pitanja razrednom raspravom je potrebno prokomentirati učeničke odgovore, ukoliko su neki pogriješili da mogu ispraviti svoje odgovore.

Učenicima se ovaj nastavni sat jako svidio. Sami su razvijali kritičko razmišljanje i istraživali. Pitanja su bile smjernice, a razredna rasprava je zaokružila što su naučili

na nastavnom satu. Mobitele su isključivo koristili kao štopericu te nisu surfali po internetu, igrali igrice ili se dopisivali na društvenim mrežama.

### **4.3 Analiza nastavne jedinice jednoliko ubrzano gibanje - mobiteli**

Nastavnu jedinicu jednoliko ubrzano gibanje koju smo proučavali pomoću mobitela sam provela u jednom osmom razredu u OŠ Jakovlje, a nastavnu jedinicu jednoliko ubrzano gibanje koju smo proučavali pomoću elektromagnetskog tipkala sam provela u drugom osmom razredu u OŠ Jakovlje.

Uvodnim problemom kojim sam započela sat (vidi dodatak B) učenike sam potaknula na razmišljanje kako se brzina može mijenjati. Nakon što su učenici pogledali video skijaša kako se giba jednoliko ubrzano, zapitali su se kakvo je to gibanje i mijenja li se samo brzina ili se mijenja i akceleracija. Postavljanjem istraživačkog pitanja: Mijenja li se akceleracija pri gibanju niz kosinu i kako bi to istražili pomoću kvadra, školske klupe, kolica, mobitela i odbojnika, učenici su predlagali razne pokuse. Najviše ih se složilo kako bi bilo dobro napraviti sličnu situaciju kao kod skijaša. Kolica bi predstavljala skijaša, kvadre bi postavili ispod noga od školske klupe kako bi dobili nagib stola, smanjili trenje i napravili spust tj. 'skakaonicu' za kolica. Odbojnice bi postavili na najnižu točku površine školske klupe kako nam kolica nebi pala sa klupe.

Razvrstala sam učenike u grupe po 4 učenika i podijelila im nastavne listiće s detaljnim uputstvima za provedbu istraživanja našeg problema (vidi dodatak B). Učenici su bili zadovoljni uputama za pokus koja su prvo pročitali i u grupi raspravili. Svaki učenik je svojim mobitelom snimao gibanja kolica i analizirao. U grupama su zatim odabrali najbolje rezultate i svi ih zapisali. Jedini problem je bio što je teško precizno kliknuti na karton u usporenoj snimci pa su u mjerenjima imali dosta odstupanja. Prije samog računanja akceleracije morali smo se prisjetiti što je akceleracija i kako ju izračunati. Nakon crtanja grafa ovisnosti akceleracije o vremenu učenici su mogli uočiti kako akceleracija ostaje konstantna.

Što se tiče aplikacije *Phyphox* učenike je bilo malo strah pričvrstiti mobitel na kolica, ali uvijek se u grupi našao barem jedan koji je riskirao.

Na završnom dijelu sata učenici su rješavali kviz pomoću aplikacije *Kahoot!*.

Učenici su nakon sata napisali kratke osvrtne na uporabu mobitela kao mjernog ins-

trumenta u nastavi. Većina učenika je bila iznimno zadovoljna svojim mjerenjima i rezultatima. Sat im se svidio i rekli su da je bio zabavan.

Primjeri osvrta od učenika:

- “Svidjelo mi se koristiti mobitele na nastavi jer je zanimljivije nego normalna nastava. Mislim da bi trebali češće koristiti mobitele.”
- “Želim koristiti mobitele na nastavi jer je zanimljivije. Svidjelo mi se i htjela bi da češće koristimo mobitele na nastavi zato što je korisno i svi surađuju.”
- “Htio bi koristiti mobitel u nastavi zato jer je zanimljivo i lakše je rješavati zadatke. Jako smo se zabavili na satu. Htio bih promjeniti to da se postavi ruter u svaku učionicu jer nemamo svi internet na mobitelu.”

Htjela bih napomenuti kako su učenici imali poteškoće kod crtanja grafova. Većina učenika je već dobiveni s-t graf u aplikaciji nacrtala na nastavnom listiću gdje je predviđen v-t graf. Također su pretpostavili da će graf v-t izgledati identično a-t grafu. Teško im je povezati da je graf zapravo simbolička reprezentacija međuovisnosti dviju veličina.

#### 4.3.1 Tijek pokusa

**Pribor:** drveni kvadri, kolica s naljepljenim kartonom, školska klupa, odbojnici, metar, mobitel s aplikacijama: *Bubble Level*, *VidAnalysis free*, *Phyphox*

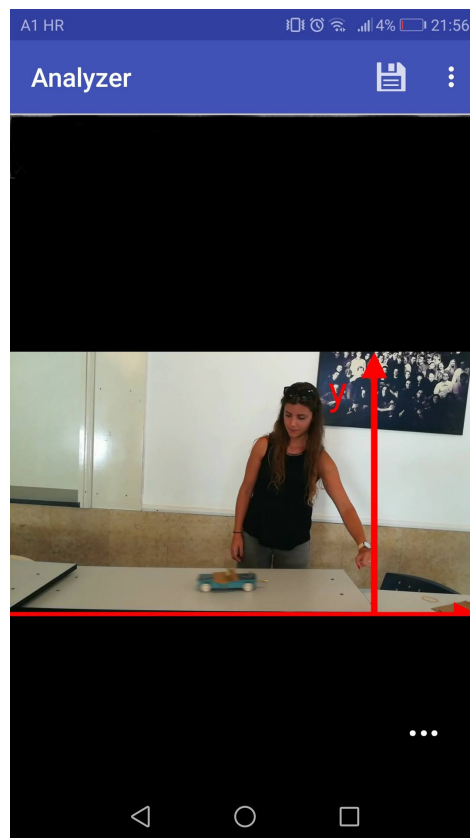
**Postupak:** Ispod nogica od školske klupe postavimo drvene kvadre kako bi dobili nagib. S druge strane na klupu postavimo odbojнике. Pomoću aplikacije *Bubble Level* odredimo kut pod kojim je nagnuta školska klupa, te pokušamo namjestiti da nam je donja stranica mobitela paralelna sa ravninom školske klupe. Na povišenu stranu klupe postavimo kolica s naljepljenim kartonom, koja slobodno puštamo. Pomoću aplikacije *VidAnalysis free* snimimo gibanje kolica. Nakon što video spremimo u aplikaciji, dotaknemo ga za analizu. U gornjem desnom kutu stisnemo “*Start analysis*”. Odredimo na ekranu poznatu udaljenost (npr. duljinu školske klupe koju prethodno izmjerimo metrom) tako da kliknemo na početak i kraj školske klupe na ekranu te unesemo koliko je njegova stvarna duljina u metrima. Namjestimo koordinatni sustav tako da nam je x-os u ravnini klupe i u gornjem desnom kutu kliknemo kvačicu (slika 4.4). Sada će se video u usporenoj snimci pomicati i potrebno je u svakom

trenutku kliknuti na karton koji je postavljen na kolica. Zatim pritisnemo ikonu za spremanje u gornjem desnom kutu i imenujemo analizu po izboru. U aplikaciji nam se otvori tablica sa podacima mjerenja te grafovi (slika 4.5a i slika 4.5b).

OPREZ: Prije nego što kolica dođu do odbojnika uhvatimo ih kako ne bi došlo do situacije da padnu s klupe.



Slika 4.3: Postav pokusa prije početka snimanja mobitelom



Slika 4.4: Odabir koordinatnog sustava (u našem slučaju kolica su se gibala u negativnom x-smjeru)

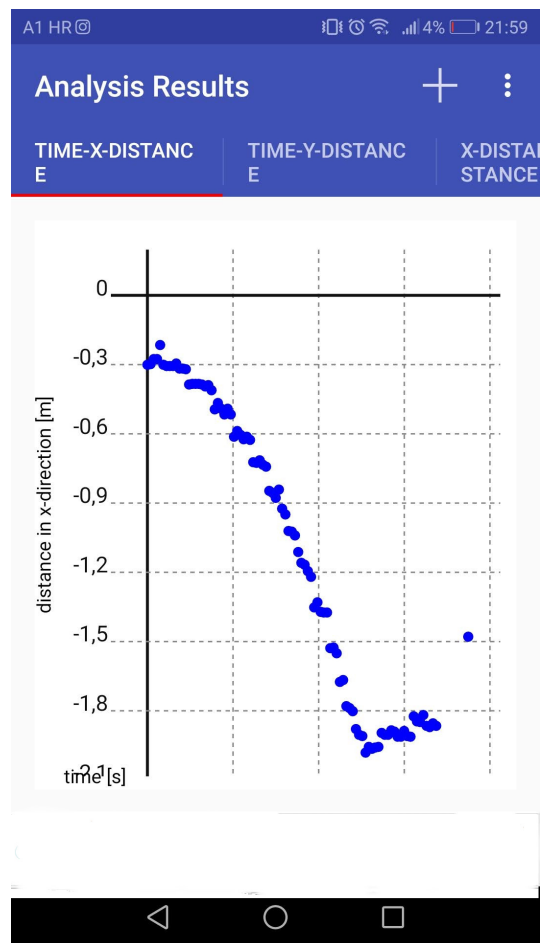
A1 HR 22% 21:47

### Analysis Results

VELOCIT TIME-Y-VELOCIT DATATABLE

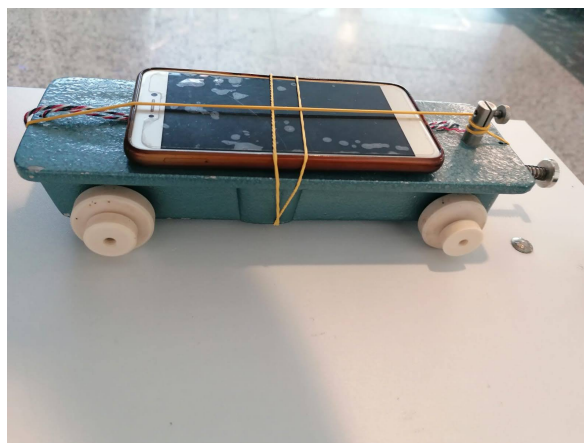
| t [s] | x [m]  | y [m] | $\varnothing_{x-v}$ [m/s] | $\varnothing_{y-v}$ [m/s] |
|-------|--------|-------|---------------------------|---------------------------|
| 0,000 | -0,301 | 0,359 |                           |                           |
| 0,033 | -0,298 | 0,353 | 0,084                     | -0,167                    |
| 0,067 | -0,276 | 0,361 | 0,649                     | 0,243                     |
| 0,101 | -0,276 | 0,350 | 0,000                     | -0,325                    |
| 0,134 | -0,215 | 0,334 | 1,840                     | -0,502                    |
| 0,168 | -0,301 | 0,342 | -2,516                    | 0,243                     |
| 0,202 | -0,306 | 0,337 | -0,162                    | -0,162                    |
| 0,236 | -0,306 | 0,356 | 0,000                     | 0,568                     |
| 0,269 | -0,306 | 0,353 | 0,000                     | -0,084                    |
| 0,303 | -0,295 | 0,348 | 0,325                     | -0,162                    |
| 0,337 | -0,317 | 0,359 | -0,649                    | 0,325                     |
| 0,370 | -0,317 | 0,356 | 0,000                     | -0,084                    |

(a) Primjer tablice u aplikaciji nakon analize (u našem slučaju kolica su se gibala u negativnom x-smjeru)



(b) Primjer s-t grafa u aplikaciji (u našem slučaju kolica su se gibala u negativnom x-smjeru)

Slika 4.5: Analiza podataka u aplikaciji *VidAnalysis free*



Slika 4.6: Postav pokusa za mjerenje aplikacijom *Phyx*

#### ***4.4 Analiza nastavne jedinice jednoliko ubrzano gibanje - elektromagnetsko tipkalo***

Kao na prethodnom satu gdje sam jednoliko ubrzano gibanje radila pomoću mobitela u jednom osmom razredu, tako sam i na ovome nastavnom satu (u drugom osmom razredu), uvodnim problemom potaknula učenike na razmišljanje kako se brzina može mijenjati. Postavljanjem istraživačkog pitanja (vidi dodatak C) i kako bi ga istražili pomoću elektromagnetskog tipkala, trakice za tipkalo, školske klupe, drvenih kvadara, kolica, odbojnika, kao i kod prethodnog sata učenici su predlagali razne pokuse. Na kraju smo se složili kako bi trebali napraviti sličnu situaciju kao kod skijaša, tj. da trebamo napraviti spust za kolica, a njihovo gibanje ćemo snimiti pomoću trakice i tipkala. Potrebno je napomenuti kako su učenici bili upoznati s radom elektromagnetskim tipkalom na prethodnom nastavnom satu.

Razvrstala sam učenike u grupe po 4 učenika i podijelila nastavne listiće na kojemu su bila detaljna uputstva za provedbu istraživanja našeg problema (vidi dodatak C). Svaki učenik je trebao snimiti svoju trakicu gibanja kolica i analizirati istu. Učenici su imali manjih problema oko analize trakice, ali čim je jedan učenik u grupi uspješno analizirao trakicu, odmah je pomogao i drugima. Prije samog računanja akceleracije morali smo se prisjetiti što je akceleracija i kako ju izračunati. Nakon crtanja grafa ovisnosti akceleracije o vremenu učenici su mogli uočiti kako akceleracija ostaje konstantna.

Na završnom dijelu sata učenici su rješavali konceptualna pitanja pomoću kartica ABCD. Nakon nastavnog sata napisali su kratke osvrte na nastavni sat i odgovorili su na pitanje bi li htjeli koristiti mobitel umjesto elektromagnetskog tipkala. Većini učenika se nastavni sat svidio i bio im je zabavan.

Primjeri osvrta učenika:

- “Ovaj sat mi se svidio i bilo je zabavno izvoditi pokus i rješavati zadatke. Mislim da je bolje da smo radili bez mobitela i voljela bih da tako ostane.”
- “Moje mišljenje je da mi se sat svidio. Mislim da je bolje koristiti prave instrumente za pokus nego aplikacije na mobitelu. Mobitele bi koristio za provjeru znanja, npr. kviz Kahoot.”
- “Ovaj sat mi se svidio. Mobiteli bi bili dobri za kvizove, ali ne i za ovakve

pokuse. ”

- “ Svidio mi se ovaj sat i ništa ne bih mijenjao. Neke stvari bi bile lakše s mobitelom, ali i ovako je bilo dosta interesantno. ”

Ovdje su učenici imali slične poteškoće s crtanjem grafova kao i prethodni razred.

#### 4.4.1 Tijek pokusa

**Pribor:** Elektromagnetsko tipkalo, trakice za tipkalo, školska klupa, drveni kvadri, kolica, odbojnici

**Postupak:** Nagnemo školsku klupu pod nekim kutom tako da pod noge od klupe postavimo drvene kvadre. Na jednu stranu klupe postavimo tipkalo koje spojimo na struju, a na drugu stranu stola pričvrstimo odbojnik. Na kolica pričvrstimo trakicu koju prethodno provučemo kroz tipkalo. Kolica puštamo da se slobodno gibaju od tipkala do odbojnika. Analiziramo zapis na trakici za svakih 5 ili 10 vremenskih intervala.

**OPREZ:** Prije nego što kolica dođu do odbojnika uhvatimo ih kako ne bi došlo do situacije da padnu s klupe.



Slika 4.7: Pokus pomoću elektromagnetskog tipkala



Slika 4.8: Primjer zapisa na trakici elektromagnetskog tipkala



## 5 Zaključak

Mobitel sa svojim mogućnostima različitih aplikacija i upotrebe različitih senzora otvara brojne mogućnosti primjene u nastavi, posebice kao mjernog instrumenta. Pokazuje se da je izvedba pokusa s mobitelom učenicima zanimljiva. No isto tako zanimljivi su im i dobro koncipirani istraživački pokusi bez mobitela.

Zaključak je da se mobitel može koristiti u nastavi fizike, ali treba biti umjeren u njegovoj primjeni. Ako na primjer učenici koriste samo gotove aplikacije za analizu fizikalnih pojava, oni neće naučiti metodu analize i prikaz podataka. Zato je važno izvesti dovoljno pokusa u kojima učenici sami izvode mjerenja, analiziraju i prikazuju podatke. Kako su mobiteli učenicima danas dostupni kod kuće, otvara se mogućnost osmišljavanja zanimljivih učeničkih istraživačkih zadataka koje oni mogu izvoditi kod kuće. Na taj način mogu se osmišljavati i složeniji projekti za darovitu djecu.

# Dodaci

## Dodatak A Primjer nastavne pripreme za nastavnu jedinicu: Mjerenje vremena

NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE

STUDENT: Ema Lipovščak

ŠKOLA: OŠ Jakovlje

RAZRED: 8

NASTAVNA JEDINICA: Mjerenje vremena

PREDVIĐENI BROJ SATI: 1

### OBRAZOVNI ISHODI (OČEKIVANA UČENIČKA POSTIGNUĆA)

- opisati vrijeme
- objasniti vremenski interval
- usporediti dva vremenska intervala
- mjeriti vrijeme između dva događaja
- sistematizirati mjerne podatke
- izračunati vremenski interval između dva događaja
- razvijati sposobnost promatranja i iskazivanja opažanja sposobnost prepoznavanja relevantnih varijabli, osmišljavanja pokusa i kontrole varijabli

### ODGOJNI ISHODI

- razvijati komunikacijske vještine
- izražavati vlastito mišljenje na argumentirani način
- međusobno uvažavati osobnosti i individualne osobine učenika
- surađivati sa drugima (timski rad)

VRSTA NASTAVE: INTERAKTIVNA ISTRAŽIVAČKI USMJERENA NASTAVA

NASTAVNE METODE :

1. Učeničko izvođenje pokusa /mjerenja u skupinama
2. Metoda razgovora - usmjerena rasprava
3. Metoda pisanja /crtanja

OBLICI RADA :

1. Rad u skupinama
2. Individualni

KORELACIJA S DRUGIM PREDMETIMA

Matematika

NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA

Ploča, flomaster, mobitel ili tablet, radni listić

LITERATURA

- Z. Beštak Kadić, N. Brković, P. Pećina; Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole
- Z. Beštak Kadić, N. Brković, P. Pećina; Fizika 8, radna bilježnica za 8. razred osnovne škole
- V. Paar; Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole
- B. Ratkaj, R. Kurtović, A. Kovačićek, Z. Krnjaić: Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole

## TIJEK NASTAVNOG SATA

1) Uvodni dio: otvaranje problema, prikupljanje ideja, upoznavanje pojave  
Rješavanje uvodne ankete učeničkih očekivanja vezano uz uporabu mobitela u nastavi.

UVODNI PROBLEM: Kako zapisati jednostavnije vremenski razmak (interval) u kojem se neki događaj zbio?

Učenici individualno rješavaju prvi zadatak na radnom listiću.

- Zapišite vrijeme početka nastavnog sata.
- Zapišite vrijeme kraja nastavnog sata.
- Kolika je razlika ta dva vremena?
- Što nam predstavlja razlika ta dva vremena?

Kroz razrednu raspravu provjerimo rješenja. Na ploču zapisujem razliku početka promatranog vremena i kraj promatranog vremena.

$$t_2 - t_1 = \Delta t \quad (\text{A.1})$$

Učenike upoznajem s grčkim slovom  $\Delta$  koje uvodimo kao oznaku za oduzimanje. Učenici zaključuju da zapis  $\Delta t$  označava vremenski razmak u kojem se obavlja promatranje nekog događaja.

### UVODIM NASLOV NA PLOČU: Mjerenje vremena

2) Središnji dio: konstrukcija modela - fizikalni i matematički opis pojave  
Učenici rješavaju preostale zadatke na radnom listiću.

**ISTRAŽIVAČKO PITANJE: Možete li izmjeriti vrijeme između dvaju otkucaja vašeg srca štopericom na mobitelu?**

Saslušam učeničke ideje.

- Kako biste mogli izmjeriti vrijeme između dvaju otkucaja vašeg srca?
- Izvedite mjerenje i zapišite rezultat.

Pokus: Izmjerimo broj otkucaja u 30 sekunda. Vremenski razmak između dvaju otkucaja dobit ćemo količnikom vremena mjerenja i broja otkucaja.

*Učenici rade u parovima.*

Razrednom raspravom usporedimo rješenja te zatim izmjerimo moj vlastiti vremenski razmak između dvaju otkucaja. Zapisujem svoje rezultate na ploču kao primjer.

$$t = 30s$$

$$n = 34$$

$$\Delta t = ?$$

$$\Delta t = \frac{t}{n}$$

$$\Delta t = \frac{30s}{34}$$

$$\Delta t = 0.88s$$

### **ISTRAŽIVAČKO PITANJE: Kako biste odredili brzinu tipkanja poruke?**

Saslušam učeničke ideje.

Učenici rješavaju 3. zadatak na radnom lisiću.

Sljedeći tekst ima 28 riječi, 172 znaka bez praznina i 199 znakova s prazninama. Podijelite se u parove i izmjerite kojom brzinom vaš partner tipka poruke.

*“Godine 1831., britanski fizičar Michael Faraday otkrio je da promijenom magnetskog toka kroz zavojnicu dolazi do pojavljivanja struje u zavojnici iako nema direktnog dodira s vanjskim izvorom struje.”*

Pokus: Znamo broj znakova s prazninama, izmjerimo vrijeme potrebno za tipkanje priloženog teksta. Izračunamo količnik broja znakova s prazninama i vrijeme potrebno za tipkanje teksta.

Razrednom raspravom usporedimo rezultate te proglasimo pobjednika u najbržem tipkanju po mobitelu. Osoba koja najbrže tipka po mobitelu izlazi pred ploču i zapisuje svoje rezultate kao primjer.

$$t = 68s$$

$$n = 199$$

$$v = ?$$

$$v = \frac{n}{t}$$

$$v = \frac{199}{68s}$$

$$v = 2.92\text{znaka/s} \approx 3\text{znaka/s}$$

3) Završni dio: primjena modela - korištenje novostečenog znanja u novim situacijama, provjera ostvarenosti obrazovnih ishoda

U završnom djelu učenici rješavaju zadatak:

Koliko znakova možete utipkati u sekundi? Izračunajte.

Učenici prvo procjenjuju rezultat, a zatim računaju.

$$v = 3\text{znaka/s}$$

$$t = 1s$$

$$n = ?$$

$$n = v \cdot t$$

$$n = 3\text{znaka/s} \cdot 1s$$

$$n = 3\text{znaka}$$

Razrednom raspravom zaključujemo da nam brzina govori koliko znakova možemo istipkati u jednoj sekundi.

# Dodatak B Primjer nastavne pripreme za nastavnu jedinicu: Jednoliko ubrzano gibanje - mobil

NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE

STUDENT: Ema Lipovšćak

ŠKOLA: OŠ Jakovlje

RAZRED: 8

NASTAVNA JEDINICA: Jednoliko ubrzano gibanje

PREDVIĐENI BROJ SATI: 2

## OBRAZOVNI ISHODI (OČEKIVANA UČENIČKA POSTIGNUĆA)

- opisati gibanje tijela koje kreće iz mirovanja
- opisati gibanje tijela pomoću tablice ili grafa
- usporediti brzine na pojedinim dijelovima gibanja
- odrediti promjenu brzine u vremenskom intervalu/razmaku
- opisati jednoliko ubrzano gibanje
- grafički prikazati  $v-t$  i  $a-t$
- opisati slobodni pad
- objasniti akceleraciju slobodnog pada
- mjeriti i sistematizirati mjerne podatke
- razvijati sposobnost promatranja i iskazivanja opažanja sposobnost prepoznavanja relevantnih varijabli, osmišljavanja pokusa i kontrole varijabli

## ODGOJNI ISHODI

- razvijati komunikacijske vještine
- izražavati vlastito mišljenje na argumentirani način

- međusobno uvažavati osobnosti i individualne osobine učenika
- surađivati sa drugima (timski rad)

VRSTA NASTAVE: INTERAKTIVNA ISTRAŽIVAČKI USMJERENA NASTAVA

NASTAVNE METODE :

1. Demonstracija pokusa
2. Učeničko izvođenje pokusa /mjerenja u skupinama
3. Metoda razgovora - usmjerena rasprava
4. Konceptualna pitanja s karticama
5. Metoda pisanja /crtanja

OBLICI RADA :

1. Frontalni
2. Rad u skupinama
3. Individualni

KORELACIJA S DRUGIM PREDMETIMA Matematika

NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA

Ploča, flomaster, mobitel ili tablet, radni listić, školska klupa, drveni kvadri, kolica s naljepljenim kartonom, odbojnici, metar

LITERATURA

- Z. Beštak Kadić, N. Brković, P. Pećina; Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole
- Z. Beštak Kadić, N. Brković, P. Pećina; Fizika 8, radna bilježnica za 8. razred osnovne škole
- V. Paar; Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole



- B. Ratkaj, R. Kurtović, A. Kovačićek, Z. Krnjaić: Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole

## TIJEK NASTAVNOG SATA

1) Uvodni dio: otvaranje problema, prikupljanje ideja, upoznavanje pojave

UVODNI PROBLEM: Sanjkanje niz brijeg

Prvo pustim učenicima video na *Youtube-u*: “Top 10 skijaških skokova”, [https://www.youtube.com/watch?v=byr4z\\_fd0nM](https://www.youtube.com/watch?v=byr4z_fd0nM)

Naglasim učenicima kako trebaju promatrati gibanje skijaša od trenutka kada ustane sa klupe do trenutka prije skoka.

UVODNA PITANJA:

1. Što ste uočili u videu?
2. Opišite mi kretanje skijaša?
3. Mijenja li se brzina skijašu? Kako? (očekujem da će učenici primjetiti kako se skijašu brzina povećava)

*Razrednom raspravom zaključimo kako se skijaš giba ubrzano.*

UVODIM NASLOV NA PLOČU: **Jednoliko ubrzano gibanje**

2) Središnji dio: konstrukcija modela - fizikalni i matematički opis pojave

*Učenici su na prethodnim satima bili upoznati s konceptom akceleracije.*

**ISTRAŽIVAČKO PITANJE: Mijenja li se akceleracija pri gibanju niz kosinu?**

Pokus: Pomoću aplikacije *Bubble Level* odredimo kut pod kojim je nagnuta školska klupa, te pokušamo namjestiti da nam je doljna stranica mobitela okomita na ravninu školske klupe. Pomoću aplikacije *VidAnalysis free* snimimo gibanje kolica te ga analiziramo. Aplikacijom *Phyphox* možemo provjeriti kolika je akceleracija gibanja.

*Učenike razvrstam u grupe po 4 učenika i podijelim im nastavne listiće.*

## NASTAVNI LISTIĆ

UPUTE: Nagnite školsku klupu pod nekim kutom tako da pod noge od klupe postavite drveni kvadar. Pomoću aplikacije *Bubble Level* odredimo kut pod kojim je nagnuta klupa, te pokušamo namjestiti da nam je donja stranica mobitela paralelna sa ravninom školske klupe. Na povišenu stranu klupe postavimo kolica s naljepljenim kartonom, na drugu stranu postavimo odbojnik. Pomoću aplikacije *VidAnalysis free* snimimo gibanje kolica.

Nakon što videozapis spremimo u aplikaciji, dotaknemo ga za analizu. U gornjem desnom kutu stisnemo "Start analysis". Odredimo na ekranu poznatu udaljenost (npr. duljina školske klupe) tako da kliknemo na početak i kraj školske klupe na ekranu mobitela, te unesemo koliko je njegova stvarna duljina u metrima. Namjestimo koordinatni sustav tako da nam je x-os u ravnini klupe i u gornjem desnom kutu kliknemo kvačicu. Sada će se video u usporenoj snimci pomicati i potrebno je u svakom trenutku kliknuti na karton koji je postavljen na kolica. Zatim pritisnite ikonu za spremanje u gornjem desnom kutu i imenujte analizu po izboru.

OPREZ: Prije nego što kolica dođu do odbojnika uhvatite ih kako nebi došlo do situacije da padnu sa školske klupe.

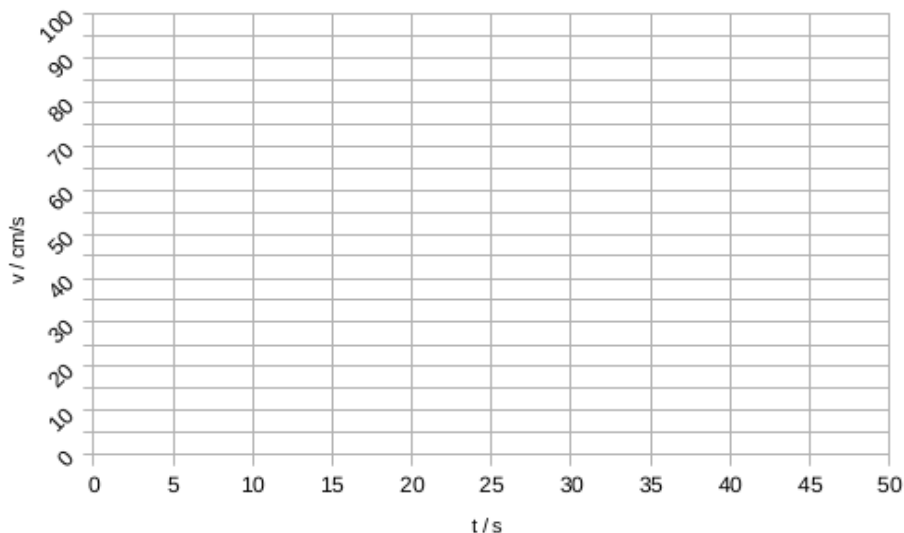
Zadatak 1. Dobivene podatke iz tablice i grafa prepisite u tablicu i nacrtajte v-t graf.

| s/m | v m/s | a m/s <sup>2</sup> |
|-----|-------|--------------------|
|     |       |                    |
|     |       |                    |
|     |       |                    |
|     |       |                    |
|     |       |                    |

Tablica B.1: Tablični prikaz dobivenih podataka

Zadatak 2. Kako se mijenja brzina kolica u jednakim vremenskim razmacima? (Učenici iz dobivenih mjerenja, računanja brzine i crtanja grafa, zaključuju razrednom raspravom kako se kolicima brzina u svakom vremenskom intervalu povećava).

Zadatak 3. U zadnjem stupcu izračunajte akceleraciju za prvi, drugi i treći dio puta te napišite zaključke. (Učenici razrednom raspravom donose zaključak kako se akcele-

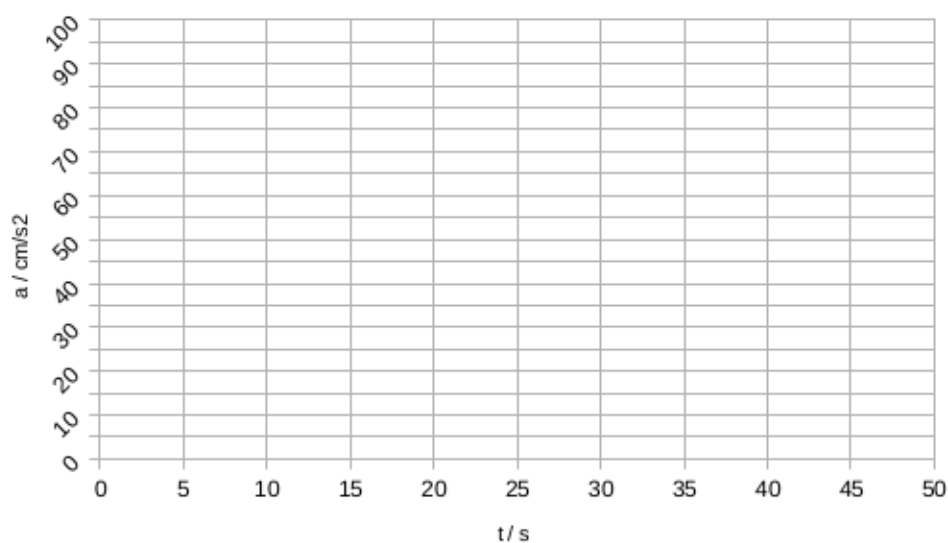


Slika B.1: v-t graf za prikaz dobivenih podataka

*racija ne mijenja, tj. konstantna je.)*

Zadatak 4. Nacrtajte graf ovisnosti akceleracije o vremenu (a-t graf). (Očekujem da učenici unose akceleraciju na y-os, a vrijeme na x-os, te da dobiju ravnu horizontalnu crtu u grafičkom prikazu.

*Učenicima sam priložila već nacrtane grafove na listić kao na slici B.1 i B.2, radi bržeg procesa crtanja.)*



Slika B.2: a-t graf za prikaz dobivenih podataka

Zadatak 5. Pomoću aplikacije *Phyphox* odredite točnost akceleracije koju ste do-

bili iz mjerenja. Napomena: mobitel dobro pričvrstite za kolica kako nebi došlo do oštećenja. (Očekujem da će učenici dobiti približne iznose akceleracije kao u prethodnom mjerenju.)

*Razrednom raspravom zaključujemo da je akceleracija konstantna kod ovog ubrzanog gibanja (u jednakim vremenskim intervalima brzina se jednako povećava) te naglašavam kako se to gibanje naziva jednoliko ubrzano gibanje.*

3) Završni dio : primjena modela - korištenje novostečenog znanja u novim situacijama, provjera ostvarenosti obrazovnih ishoda

Pomoću aplikacije *Kahoot!*, postaviti pitanja višestrukog odabira te provjeriti ishode.

PITANJA:

1. Sanjkanjem niz brijeg, akceleracija:

- se povećava
- se smanjuje
- je konstantna
- ništa od navedenog

2. Što se događa s brzinom kada je akceleracija stalna?

- povećava se
- ostaje ista
- ne znam
- ništa od navedenog

3. Jednoliko ubrzano gibanje je gibanje tijela gdje se akceleracija povećava.

- Točno
- Netočno

4. Slobodni pad je jednoliko ubrzano gibanje tijela

- Točno
- Netočno

5. Tijelo je krenulo iz mirovanja, nakon 3 sekunde je postiglo brzinu 6m/s. Kolika je akceleracija?

- $2 \text{ m/s}^2$
- $3 \text{ m/s}^2$
- $4 \text{ m/s}^2$
- $6 \text{ m/s}^2$

## **Dodatak C Primjer nastavne pripreme za nastavnu jedinicu: Jednoliko ubrzano gibanje - elektromagnetsko tipkalo**

NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE

STUDENT: Ema Lipovšćak

ŠKOLA: OŠ Jakovlje

RAZRED: 8

NASTAVNA JEDINICA: Jednoliko ubrzano gibanje

PREDVIĐENI BROJ SATI: 2

### OBRAZOVNI ISHODI (OČEKIVANA UČENIČKA POSTIGNUĆA)

- opisati gibanje tijela koje kreće iz mirovanja
- opisati gibanje tijela sa snimljene papirnate trakice
- usporediti brzine na pojedinim dijelovima papirnate trakice te odrediti promjenu brzine u vremenskom intervalu/razmaku
- opisati jednoliko ubrzano gibanje
- grafički prikazati  $v-t$  i  $a-t$
- opisati slobodni pad
- objasniti akceleraciju slobodnog pada
- mjeriti i sistematizirati mjerne podatke
- razvijati sposobnost promatranja i iskazivanja opažanja sposobnost prepoznavanja relevantnih varijabli, osmišljavanja pokusa i kontrole varijabli

### ODGOJNI ISHODI

- razvijati komunikacijske vještine
- izražavati vlastito mišljenje na argumentirani način

- međusobno uvažavati osobnosti i individualne osobine učenika
- surađivati sa drugima (timski rad)

VRSTA NASTAVE: INTERAKTIVNA ISTRAŽIVAČKI USMJERENA NASTAVA

NASTAVNE METODE

1. Demonstracija pokusa
2. Učeničko izvođenje pokusa /mjerjenja u skupinama
3. Metoda razgovora - usmjerena rasprava
4. Konceptualna pitanja s karticama
5. Metoda pisanja /crtanja

OBLICI RADA

1. Frontalni
2. Rad u skupinama
3. Individualni

KORELACIJA S DRUGIM PREDMETIMA

Matematika

NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA

Ploča, flomaster, elektromagnetsko tipkalo, trakice za tipkalo, kartice s odgovorima ABCD, radni listić, školska klupa, drveni kvadri, kolica, odbojnici

LITERATURA

- Z. Beštak Kadić, N. Brković, P. Pećina; Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole
- Z. Beštak Kadić, N. Brković, P. Pećina; Fizika 8, radna bilježnica za 8. razred osnovne škole
- V. Paar; Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole

- B. Ratkaj, R. Kurtović, A. Kovačićek, Z. Krnjaić: Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole

### **TIJEK NASTAVNOG SATA**

1) Uvodni dio: otvaranje problema, prikupljanje ideja, upoznavanje pojave

UVODNI PROBLEM: Sanjkanje niz brijeg

Prvo pustim učenicima video na *Youtube-u*: “Top 10 skijaških skokova” [https://www.youtube.com/watch?v=byr4z\\_fd0nM](https://www.youtube.com/watch?v=byr4z_fd0nM)

Naglasim učenicima kako trebaju promatrati gibanje skijaša od trenutka kada ustane sa klupe do trenutka prije skoka.

UVODNA PITANJA:

1. Što ste uočili u videu?
2. Opišite mi kretanje skijaša?
3. Mijenja li se brzina skijašu? Kako? (očekujem da će učenici primjetiti kako se skijašu brzina povećava)

*Razrednom raspravom zaključimo kako se skijaš giba ubrzano.*

UVODIM NASLOV NA PLOČU: **Jednoliko ubrzano gibanje**

2) Središnji dio: konstrukcija modela - fizikalni i matematički opis pojave

*Učenici su na prethodnim satima bili upoznati s konceptom akceleracije.*

**ISTRAŽIVAČKO PITANJE: Mijenja li se akceleracija pri gibanju niz kosinu?**

Pokus: Promatramo gibanje kolica niz kosinu. Kosinu napravimo tako da nagnemo školsku klupu pod nekim kutom. Gibanje kolica snimit ćemo elektromagnetskim tip-kalom. Promotrimo ispis na traci te radimo tablicu mjerenja.

*Učenike razvrstam u grupe po 4 učenika i podijelim im pribor za pokus te nastavne listiće.*



## NASTAVNI LISTIĆ

UPUTE: Nagnite školsku klupu pod nekim kutom tako da pod noge od klupe postavite drveni kvadar. Na jednu stranu školske klupe postavite tipkalo koje spojite na struju, a na drugu stranu klupe pričvrstite odbojnik. Na kolica pričvrstite trakicu koju prethodno provučete kroz tipkala. Kolica puštate da se slobodno gibaju od tipkala do odbojnika.

OPREZ: Prije nego što kolica dođu do odbojnika uhvatite ih kako nebi došlo do situacije da padnu sa školske klupe.

Zadatak 1. Snimite gibanje na traku i analizirajte zapis za svakih 5 vremenskih intervala. Popunite tablicu i nacrtajte v-t dijagram za gibanje kolica.

Napomene: Vrijeme između dvaju otkucaja tipkala je  $\Delta t = 0,02$  s.  $\Delta s$  –razlika između drugog i prvog mjerenja puta.

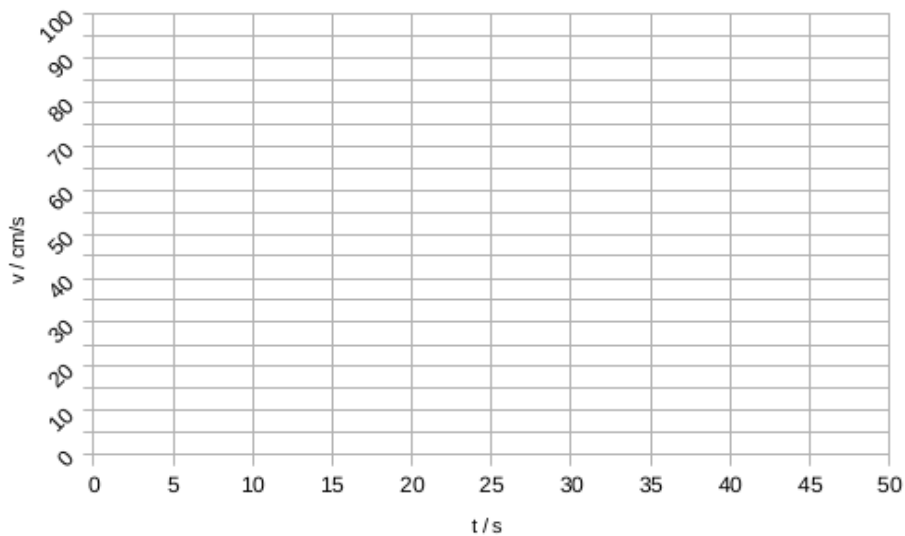
| t / s | $\Delta t$ / s | s / cm | v m / s | a m / s <sup>2</sup> |
|-------|----------------|--------|---------|----------------------|
|       |                |        |         |                      |
|       |                |        |         |                      |
|       |                |        |         |                      |
|       |                |        |         |                      |
|       |                |        |         |                      |

Tablica C.1: Tablica za prikaz dobivenih podataka

Zadatak 2. Kako se mijenja brzina kolica u jednakim vremenskim razmacima? (Učenici iz dobivenih mjerenja, računanja brzine i crtanja grafa, zaključuju razrednom raspravom kako se kolicima brzina u svakom vremenskom intervalu povećava).

Zadatak 3. U zadnjem stupcu izračunajte akceleraciju za prvi, drugi i treći dio puta te napišite zaključke. (Učenici razrednom raspravom donose zaključak kako se akceleracija ne mijenja, tj. konstantna je.)

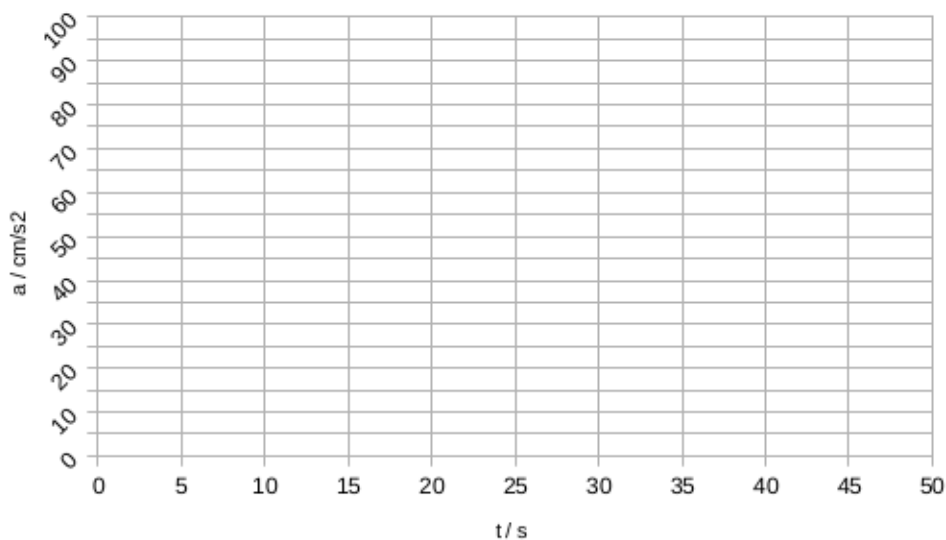
Zadatak 4. Nacrtajte graf ovisnosti akceleracije o vremenu (a-t graf). (Očekujem da učenici unose akceleraciju na y-os, a vrijeme na x-os, te da dobiju ravnu horizon-



Slika C.1: v-t graf za prikaz dobivenih podataka

talnu crtu u grafičkom prikazu.

Učenicima sam priložila već nacrtane grafove na listić kao na slici C.1 i C.2, radi bržeg procesa crtanja.)



Slika C.2: a-t graf za prikaz dobivenih podataka

*Razrednom raspravom zaključujemo da je akceleracija konstantna kod ovog ubrzanog gibanja (u jednakim vremenskim intervalima brzina se jednako povećava) te naglašavam kako se to gibanje naziva jednoliko ubrzano gibanje.*

3) Završni dio : primjena modela - korištenje novostečenog znanja u novim situacijama, provjera ostvarenosti obrazovnih ishoda  
Pomoću metode: Konceptualna pitanja s karticama, postaviti pitanja višestrukog odabira te provjeriti ishode.

PITANJA:

1. Sanjkanjem niz brijeg, akceleracija:
  - se povećava
  - se smanjuje
  - je konstantna
  - ništa od navedenog
2. Što se događa s brzinom kada je akceleracija stalna?
  - povećava se
  - ostaje ista
  - ne znam
  - ništa od navedenog
3. Jednoliko ubrzano gibanje je gibanje tijela gdje se akceleracija povećava.
  - Točno
  - Netočno
4. Slobodni pad je jednoliko ubrzano gibanje tijela
  - Točno
  - Netočno
5. Tijelo je krenulo iz mirovanja, nakon 3 sekunde je postiglo brzinu 6m/s. Kolika je akceleracija?

- $2 \text{ m/s}^2$
- $3 \text{ m/s}^2$
- $4 \text{ m/s}^2$
- $6 \text{ m/s}^2$

## Literatura

- [1] Kurikularna reforma - Škola za život, <https://mzo.gov.hr/vijesti/kurikularna-reforma-skola-za-zivot/2049>
- [2] Škola za život, <https://skolazazivot.hr/istrazivanje-mentori-i-ravnatelji/>
- [3] Planinić, M.: Interaktivni načini poučavanje fizike, <https://www.bib.irb.hr/402534?rad=402534>
- [4] About e-learning, <http://www.about-elearning.com/>
- [5] Portal za škole: Interaktivno učenje pomoću pametnih ploča, [http://www.skole.hr/obrazovanje-i-tehnologija?news\\_id=952](http://www.skole.hr/obrazovanje-i-tehnologija?news_id=952)
- [6] Oprea, M. ; Miron, C. : Mobile phones in the modern teaching physics
- [7] Beštak Kadić, Z. ; Brković, N. ; Pećina, P.: Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole, Alfa, Zagreb 2017.
- [8] Bubble Level, [https://play.google.com/store/apps/details?id=net.androgames.level&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=net.androgames.level&hl=en_US)
- [9] VidAnalysis, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vidanalysis.free&hl=hr>
- [10] Google Play, <https://play.google.com/store>
- [11] phyphox - Physical Phone Experiments, <https://phyphox.org/>
- [12] Kahoot! <https://kahoot.com/schools-u/>

# Životopis

|                     |  |
|---------------------|--|
| OSOBNI PODACI       |  |
| Ime:                | Ema  |
| Prezime:            | Lipovšćak  |
| Kvalifikacije:      | Studentica - peta godina   |
| Datum rođenja:      | 12.06.1995.  |
| Mjesto rođenja:     | Zagreb   |
| Adresa:             | Vrapčanska putina 7, Zagreb  |
| Telefon:            | 0917610096   |
| E-mail:             | emma.lipovscak@gmail.com   |
| Web stranica:       | lipovscak.com/ema  |
| OBRAZOVANJE         |  |
| 2014. do danas      | Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, fizika  |
| 2010.-2014.         | Gimnazija Lucijana Vranjanina, Zagreb  |
| RADNO ISKUSTVO      |  |
| 2020. do danas      | Nastavnica fizike u Gornjogradskoj gimnaziji   |
| 2019.-2020.         | Učiteljica matematike i fizike u OŠ Jakovlje   |
| 2017.-2019.         | Voditelj škole rolanja KK Medveščak  |
| 2017.-2019.         | Rad u foto studiju 'Fotobubamara'  |
| 2016.-2017.         | Rad na recepciji u fitnessu 'Trim Gym'   |
| 2015.-2018.         | Pomoćni trener i koreograf u umjetničkom klizanju, KK Medveščak  |
| 2014.-2019.         | Pomoćni trener u umjetničkom koturaljkanju, KK Medveščak   |
| 2013.-2017.         | Instruktor u školi rolanja KK Medveščak  |
| 2012.-2019.         | Instruktor u školi klizanja KK Medveščak   |
| OSTALA ISKUSTVA     |  |
|                     | Sudjelovanje u organizaciji 'Fizike danas' 2016.-2019.g.<br>Rad u organizaciji STEM gamesa 2018. i 2019.g.<br>Rad u organizacijskom komitetu Proljetnih priprema, umjetničko koturaljkanje 2018.g.<br>Članica Hrvatskog fizikalnog društva<br>Rad u organizacijskom komitetu Zlatni Medvjed, umjetničko klizanje 2015.-2018.g.   |
| NAGRADE I PRIZNANJA |  |
|                     | Osvojena bronca na EBEC 2019.g. u Zagrebu<br>Dobitnica Rektorove nagrade za društveno koristan rad u akademskoj i široj zajednici u akademskoj godini 2018./2019., projekt Fizika ekspres<br>Osvojeno srebro na INOVA-mladi 2019. s projektom Fizika ekspres<br>Kategorizirani sportaš iv. kategorija HOO 2001.-2013.g.<br>Reprezentativka Hrvatske u umjetničkom klizanju 2001.-2013.g.<br>Osvajačica 19 zlatnih, 13 srebrnih i 3 brončane medalje, umjetničko klizanje |

**POSEBNE VJEŠTINE**

Strani jezici:       Engleski / B2  
                          Njemački / A2  
                          Ruski / A1

Računala:           MS Office, LibreOffice, LaTeX, Python, Sage,  
                          C++, Notepad++, Joomla, e-učenje

Vozačka dozvola:   B kategorija, aktivan vozač

**OSOBNI INTERESI**

Rekreativno se bavim klizanjem, rolanjem i atletikom