Upotreba micro : bit uređaja u dizajnu demonstracijskih pokusa u osnovnoj školi

Kalafatić, Petar

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:320305

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
FIZIČKI ODSJEK

Petar Kalafatić

UPOTREBA MICRO:BIT UREĐAJA U DIZAJNU DEMONSTRACIJSKIH POKUSA U OSNOVNOJ ŠKOLI

Diplomski rad

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
FIZIČKI ODSJEK

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
FIZIKA I INFORMATIKA; SMJER: NASTAVNIČKI

Petar Kalafatić

Diplomski rad

Upotreba micro:bit uređaja u dizajnu demonstracijskih pokusa u osnovnoj školi

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

Ocjena diplomskog rada: _____

Povjerenstvo: 1. _____

2. _____

3. _____

Datum polaganja:_____

Zagreb, 2018.

Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Daliboru Paaru na pomoći i savjetima tijekom pisanja rada.

Sažetak

Suvremeno obrazovanje usmjeruje se prema znanjima i vještinama 21. stoljeća pri čemu okosnicu čine STEM područja. Fizika je jedno od temeljnih prirodoslovnih područja i djeca ju trebaju učiti već od rane dobi usporedo s matematikom i drugim STEM područjima. U pozadini učenja fizike je razvoj kognitivnih sposobnosti djece i znanstvenog razmišljanja. Mehanizam zaključivanja u znanosti je znanstvena metoda. U prirodoslovlju, centralni dio znanstvene metode je pokus, odnosno promatranje i kvantitativno mjerenje prirodnih procesa. Ključni alat pri tome je mjerni instrument. Stoga se djeca u okviru nastave fizike i drugih prirodoslovnih predmeta trebaju upoznati sa što više mjernih instrumenata i njihovoj primjeni u okviru znanstvene metode. Micro:bit je suvremeno računalo razvijeno za potrebe obrazovanja koje zahvaljujući jednostavnosti upotrebe, niskoj cijeni i brojnim opcijama proširenja otvara potpuno nove mogućnosti uvođenja mjernog instrumenta u nastavu fizike. U ovom radu ćemo prikazati nekoliko konkretnih primjera korištenja micro:bita kao mjernog instrumenta u nastavi fizike. Kreativnošću nastavnika i učenika, mogućnosti daljnjih izvedbi mjernih instrumenata temeljenih na micro:bitu su praktički neograničene.

Ključne riječi: fizika, suvremeno obrazovanje, demonstracijski pokus, micro:bit uređaj

Petar Kalafatić

Using micro:bit device in the design of demonstration experiments in primary school

Diploma thesis

Abstract

Physics is one of the fundamental natural sciences and children need to learn it from an early age alongside mathematics and other STEM areas. In the background of learning physics is the development of cognitive abilities of children and scientific thinking. The mechanism of conclusion in science is the scientific method. In natural science the central part of the scientific method is the experiment, i.e. the observation and quantitative measurement of natural processes. The key tool is the measuring instrument. In physics teaching and teaching in other natural sciences children should be familiar with as many measuring instruments as possible and their application within the scientific method. Micro:bit is a modern computer developed for education purposes and its ease of use, low price and numerous expansion options opens up completely new possibilities of introducing a measuring instrument in the teaching of physics. In this thesis we will present several concrete examples of using micro:bit as a measuring instrument in physics teaching. The creativity of teachers and students, the possibilities for further performance of micro:bit based measuring instruments are virtually unlimited.

Key words: physics, modern education, demonstration experiment, micro:bit device

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Suvremeni trendovi u nastavi fizike 3

3. Mjerni instrument u fizici 5

3.1. Značajke Micro:bita 6

3.2. Početak rada s micro:bitom 10

3.3. Spajanje BBC micro:bita na računalo 11

3.4. Prikupljanje i prikaz podataka 13

4. Konstrukcija i upotreba mjernog instrumenta u nastavi fizike u osnovnoj školi..... 15

4.1. Mjerenje temperature 15

4.2. Mjerenje jakosti struje 18

4.3. Mjerenje svjetlosne jakosti 22

4.4. Mjerenje napona 25

4.5. Mjerenje ubrzanja 28

4.5.1 Mjerenje ubrzanja slobodnog pada 28

4.5.2. Mjerenje ubrzanja tijela 31

4.6. Upotreba micro:bita u problemski orijentiranoj nastavi fizike 34

5. Zaključak 37

6. Literatura 38

1. Uvod

Razvoj računalnih i drugih tehnologija u 21. stoljeću je toliko brz da ga je teško pratiti, posebice u obrazovanju. Prije 70 godina trojica su američkih znanstvenika (John Bardeen, Walter Brattain i William Shockley) konstruirali prvi tranzistor i u Bellovim laboratorijima započeli evoluciju elektronike kakvu danas poznajemo. Pet je godina prošlo do prve praktične primjene tranzistora u slušnom aparatu, a još dvije godine nakon toga do prvog prijenosnog radija. Šezdesetih godina prošlog stoljeća počinje primjena tranzistora u računalima. Osnivač tvrtke IBM Gordon Moore dolazi do zaključka da se svakih 18-24 mjeseci broj tranzistora položenih na mikročipu udvostručava. Veličina tranzistora se smanjivala recipročno s njihovim brojem, pa je tako 1961. godine veličina tranzistora bila 0,125 mm, 1971. godine 0,02 mm, dok se danas počinju proizvoditi mikročipovi s veličinom tranzistora od 7 nm (URL2, 2015). Kako se broj tranzistora na mikročipovima povećavao, tako je s vremenom njihova cijena i padala. To je omogućilo široku primjenu računalnih tehnologija tako da su u 90-tim godinama 20. stoljeća intenzivirane rasprave o njihovoj upotrebi u obrazovanju. U kontekstu suvremenog obrazovanja, računalna tehnologija se promatra prvenstveno kao alat za izvođenje problemski i istraživački orijenitrane nastave te stjecanje znanja i vještina za zanimanja i život u 21. stoljeću.

Kada govorimo o suvremenoj nastavi fizike, u središtu treba biti pokus. Kvalitetno razrađenim programima i pripremama za nastavnike, znatno treba povećati upotrebu pokusa u nastavi u našim osnovnim i srednjim školama. Razloge poput nedostatka vremena ili novaca za opremu treba odbaciti i fokus staviti na obrazovanje i motivaciju nastavnika. Pokusi su izuzetno važni u nastavi fizike jer kod učenika potiču kreativnost, razvijaju kritičko razmišljanje i zaključivanje (Pintarić, 2017).

Jedan od danas najcjenjenijih alata u suvremenoj nastavi je micro:bit, mikroračunalo upravo razvijeno za potrebe obrazovanja u ovom desetljeću. Zahvaljujući inicijativi udruge IRIM kojom je micro:bit prvi puta uveden u neformalno i formalno obrazovanje u Hrvatskoj, nakon uključivanja Ministarstva znanosti i obrazovanja, micro:bit postaje široko dostupan hrvatskim školama (Bakić, 2017). U ovom radu ćemo pokazati jednu od važnih uloga ovog

alata u obrazovanju: u konstrukciji i razumijevanju mjernog instrumenta kao središnjeg alata u znanstvenoj metodi. Ta primjena nije ograničena samo na nastavu fizike, ali fizika je svakako jedan od temeljnih predmeta u okviru kojeg učenici trebaju učiti osnovne principe izvođenja mjerenja, prikupljanja i analize podataka i donošenja znanstveno utemeljenih zaključaka. Ti načini razmišljanja i zaključivanja za učenika su nemjerljivo važniji od mnoštva činjenica kojima je još uvijek opterećena naša nastava fizike, odnosno od toga da li je učenik u okviru gradiva fizike prošao 10 ili 100 užih tema (užih ishoda učenja) iz nekog područja fizike.

2. Suvremeni trendovi u nastavi fizike

"Od rođenja do danas, ljudi su znatiželjna i razigrana bića, pokazuju spremnost za učenje, za istraživanje i ne zahtijevaju poticaj za to."

(Ryan i Deci, 2000)

Suvremeno obrazovanje poseban fokus stavlja na rano učenje kao razdoblje kognitivnog razvoja tijekom kojeg se praktički za cijeli život formiraju načini razmišljanja i percepcije pojedinih područja kao što je fizika. Rano učenje fizike je nastavna aktivnost na kojoj se učenici osnovnih škola mogu upoznati sa zakonima fizike na zabavan i poučan način. Izvodeći pokuse i istražujući pojave oko nas uče o važnosti razumijevanja fizike i primjeni u svakidašnjem životu. Takav pristup doprinosi popularizaciji prirodnih znanosti i interesu i motivaciji za učenje u STEM područjima. U svakom području fizike moguće je osmisliti konkretne primjere koji će djecu potaknuti na istraživanje i razmišljanje. Da li će ranije dotaknuti tlo jabuka koja pada sa stabla ili list? Zašto tijela tonu ili plutaju? Kako napraviti dugu? Sve su to pitanja koja zanimaju djecu, a na nama je da ih zajedno s njima istražujemo na njima zabavan i poticajan način.

Djeca prirodno uživaju u promatranju i razmišljanju o svijetu oko nas. Uvodimo li djecu u znanost ili ne, djeca rade znanost. Rođeni smo s motivacijom za istraživanje svijeta. To znači da će djeca poduzeti svoje prve korake prema znanosti sa ili bez naše pomoći. Da bi se spriječili pogrešni koraci, treba se intervenirati i pružiti okruženja za učenje koja će pridonijeti razvoju djeteta. Izlaganjem znanosti razvijaju se pozitivni stavovi prema njoj, a stavovi koji se formiraju u ranom djetinjstvu mogu imati presudan utjecaj na kasnije uspjehe u učenju i izbor zanimanja. Ako želimo da naša djeca razviju pozitivne stavove prema znanosti, moramo uvesti znanost na način koji će potaknuti njihovu znatiželju i potaknuti njihov entuzijazam (Eshach & Fried, 2005).

Fizika često ima reputaciju teškog i dosadnog školskog predmeta. Takva percepcija je potpuno suprotna značaju koji fizika danas ima u okvirima razvoja inovacija i tehnološkog napretka. Negativan stav učenika prema fizici počinje u osnovnoj školi i nastavlja se kroz srednju školu i fakultet. Ako sat fizike završi tako da ga djeca napuste sva inspirirana naučenim i ako dobiju uvid u važnost znanosti u stvarnom svijetu onda je nastavnik obavio

jako dobar posao. Neki nastavnici ulažu ogroman napor da nadahnjuju svoje učenike tako što dolaze sa inovativnim načinima poučavanja i primjenom pokusa kako bi pokazali kako je znanost dio svakodnevnog života. Pokusi su izuzetno važni u nastavi fizike jer se na taj način učenicima približavaju osnovni fizikalni pojmovi. Pokus nije svrha samome sebi. On treba izazvati čuđenje i potaknuti daljnje istraživanje. Pokusi ne moraju biti složeni i zahtjevni. Pokusi potiču učenika da nastavi istraživati fizikalne zakone i kod kuće dalje razmišljati o onome što su naučili i primjenjivati naučeno (to je i jedan od temeljnih koncepata problemski orijentirane nastave). Time fizika prestaje biti predmetom koji se mora učiti i koji nema nikakvog smisla, već postaje zanimljiva i praktično primjenjiva.

Jedan od suvremenih trendova u razvoju nastave fizike je i njegova integracija sa informatikom. U drugoj polovici 20. stoljeća pa do danas dešavaju se značajne promjene u svim područjima života. No područje koje doživljava najsporiju promjenu je upravo područje obrazovanja koje se od industrijskog doba malo promijenilo. To nije problem samo hrvatskog obrazovnog sustava, no on je specifičan po tome što je tek od 2018. godine uvedena informatika u osnovne škole kao obavezan predmet u 5. i 6. razred. Što se tiče nižih razreda osnovne škole, od 1. do 4. razreda, u njima će se informatika također izvoditi izborno, ali tek od školske godine 2020./2021.

Pitanje koje se postavlja je: što napraviti kako bi obrazovni sustav što bolje pratio promjene u društvu i tehnologijama koje nas okružuju? Snalaženje u tehnološkom okruženju podrazumijeva razumijevanje tehnologije i računala kako bi se djeca bolje mogla uklopili u taj svijet. Kada se pogleda način učenja programiranja u samim počecima pojave programiranja i usporedi sa stanjem danas, može se vidjeti da unatoč nevjerojatnom tehnološkom razvoju nije došlo do velike promjene u pristupu. Kod učenja programiranja se naglasak i dalje stavlja na algoritme, na linearno razmišljanje i rješavanje matematičkih problema što je današnjoj djeci potpuno strano. Djeca odrasla u današnjem digitalnom dobu imaju skroz drugačiji pravac razmišljanja od svojih prethodnika (Mladenović, 2017).

Sustav bi se trebao prilagoditi tom načinu razmišljanja i osuvremeniti po pitanju obrazovanja. Integracija prirodoslovnih predmeta s tehnologijom je prvi korak u tome. Tako učenici postaju aktivni korisnici, tvorci novih sadržaja i programskih rješenja, umjesto pukih korisnika tehnologije.

3. Mjerni instrument u fizici

Micro:bit je mikroračunalo koje se može jednostavno programirati i proširivati vanjskim komponentama, a dizajnirano je s ciljem da učenje učini zanimljivim i baziranim na suvremenim tehnologijama. No kao što ćemo pokazati u ovom radu, jednostavnost primjene ne znači da se njime ne mogu dotaknuti i vrlo složene teme i koncepti, već samo da prvi koraci u njegovom korištenju budu jednostavni i zanimljivi kako bi se učenici ali i nastavnici motivirali za njihovo daljnje korištenje i razvoj novih ideja i primjena. Micro:bit se može programirati u sučelju bilo kojeg web preglednika a jezici koji se najčešće koriste su: Blocks, Python, Javascript i Stratch. Micro:bit se danas koristi kao nastavno pomagalo u školama diljem svijeta.

Prva generacija BBC Micro računala u Velikoj Britaniji uvedena je osamdesetih godina. Razvijeni su i dizajnirani s ciljem da ohrabre učenike i aktivno ih uključe u svijet programiranja te im stvore motivaciju za obrazovanje u području tehnologije i informatike. Novi je micro:bit predstavljen 2016. godine i to nakon više od trideset godina. U skladu s razvojem tehnologije, novi micro:bit 18 je puta brži od starog, 17 puta manji i čak 617 puta lakši od verzije iz 80-tih godina. Dimenzija je 4 x 5 cm.

Osim što je namijenjen učenju programiranja, micro:bit je izvrstan uređaj za školske projekte, odnosno za upotrebu u okviru problemski orijentirane ili projektne nastave. Ovo je mikroračunalo razvijeno od strane britanskog BBC-a koji je okupio velike firme u području elektronike i informatike kao što su Samsung, Microsoft, Python Software Foundation, Cisco, Nordic Semiconductors, Bluetooth i dr. Samsung je za micro:bit razvio android aplikaciju, Microsoft je razvio platformu koja radi s micro:bitom, Python Software Foundation je osmislio i razvio verziju programskog jezika Python naziva MicroPython. Firma Kitronik dizajnirala je rubni (EDGE) konektor kako bi rad sa senzorima i dodacima bio olakšan (Piperčević, 2018).

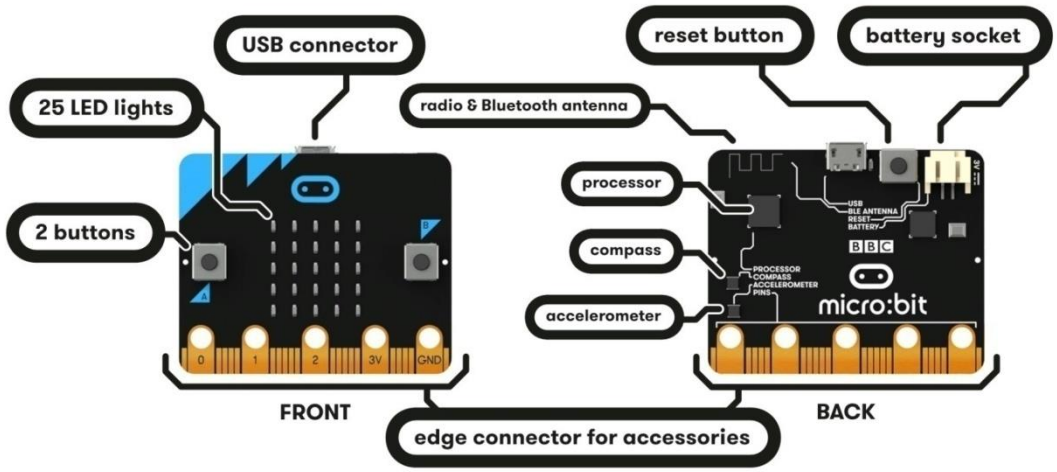
3.1. Značajke Micro:bita

Micro:bit ima sljedeće tehničke značajke:

- 25 LED dioda koje se mogu pojedinačno programirati
- dvije tipke koje se mogu programirati
- fizički spojevi izvoda (*pinovi*)
- senzori za temperaturu i svjetlo
- senzori pokreta (mjerač ubrzanja i kompas)
- bežična komunikacija preko radija i Bluetootha
- USB sučelje

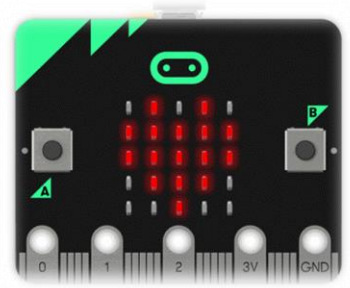
Procesor je centralni dio računala zadužen za izvođenje programa i upravljanje svim ostalim dijelovima računala. Riječ je o 32-bitnom procesoru male potrošnje, koji radi na brzini od 16 Mhz uključuje, integriranu radnu memoriju od 16 kB te ujedno ima ugrađenu podršku za Bluetooth tehnologiju**.** Iako je sa staništa današnje tehnologije riječ o procesoru prilično ograničenih kapaciteta, s obzirom na programske zahtjeve odnosno primjene, riječ je o sasvim dovoljno procesorske snage za njihovu izvedbu (Kadi, 2017).

Kratki opis svake od tih fizičkih značajki micro:bita (URL1, 2017):



Slika 1. Fizičke značajke micro:bit uređaja

Tablica 1. Opis fizičkih značajki micro:bit uređaja.

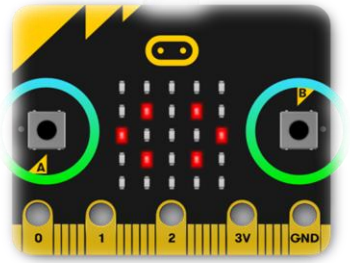


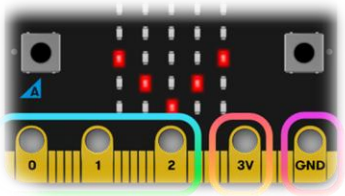
LED diode (izlazne i statusne informacije)

LED je kratica od *LightEmitting Diode* (dioda koja emitira svjetlo). Micro:bit uređaj ima 25 LED dioda koje se mogu pojedinačno programirati i koje omogućuju prikaz teksta, brojeva i slika

Tipke (kontrola uređaja)

Na prednjoj strani micro:bit uređaja nalaze se dvije tipke (označene A i B). To su programske tipke i mogu se isprogramirati kako želimo.



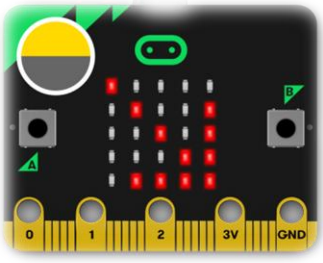


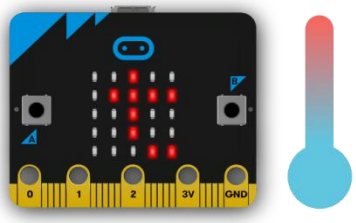
Pinovi (spajanje vanjskih senzora)

Ukupno je 25 vanjskih konektora na rubnom priključku micro:bit uređaja, koje nazivamo 'izvodi'. Velikih pet priključaka označeni su redom P0, P1, P2, 3V i GND te se je na njih moguće spajati preko „Edge connectora“ ili „krokodilkama“. P0, P1 i P2 služe za spajanje micro:bita na različite senzore i dodatke. 3V i GND pinovi služe za napajanje vanjskih uređaja.

Senzor za svjetlo (svjetlomjer)

LED diode na micro:bitu mogu se upotrijebiti i u obrnutom smjeru - kao senzor za svjetlo omogućujući - nam da detektiramo svjetlo u okolini.



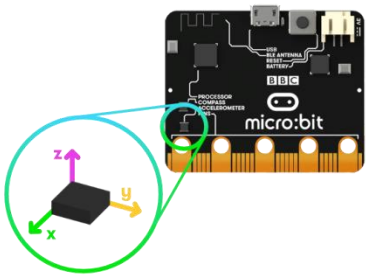


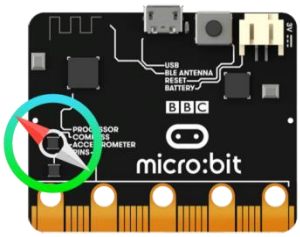
Senzor za temperaturu (termometar)

Ovaj senzor omogućuje micro:bit uređaju da mjeri temperaturu svog procesora. Kako sam uređaj ne provodi jako kompleksne operacije, procesor se ne zagrijava toliko pa je njegova temperatura približno jednaka temperaturi okoline u kojoj se nalazi.

Mjerač ubrzanja (akcelerometar)

Ova komponenta mjeri ubrzanje micro:bit uređaja u 3D



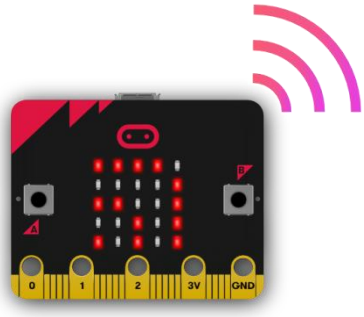


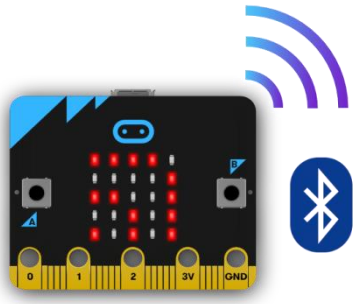
Kompas (magnetometar)

Kompas određuje smjer, ali i iznos Zemljinog magnetskog polja.

Radio (radio komunikacija)

Radio omogućuje nam bežično komuniciranje između micro:bit uređaja.





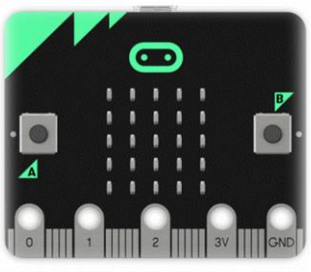
Bluetooth

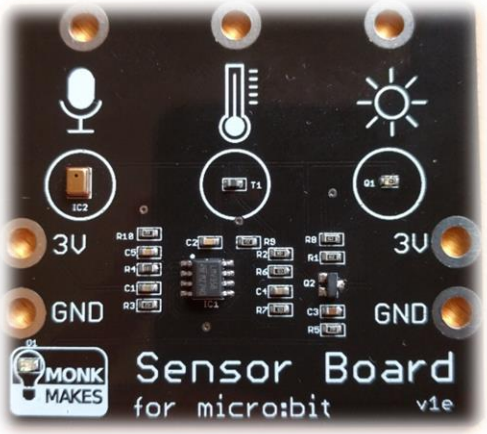
(visokofrekventni radio 2,4 do 2,48 GHz)

BLE (*Bluetooth Low Energy*) antena omogućuje micro:bit uređaju bežičnu komunikaciju s drugim uređajima koji podržavaju tu tehnologiju.

USB Sučelje (komunikacija žicom)

Ono omogućuje povezivanje micro:bit uređaja s računalom preko mikro USB kabela i služi za programiranje uređaja i prijenos podataka.





Slika 2. Pločica sa senzorima kao dodatak Micro:bitu

Tablica 2. Opis fizičkih značajki pločice sa senzorima



Zvuk (mikrofon)

Mikrofon na čipu i predpojačalo daju izlazni napon koji je u slučaju tišine 1,5 V, a ako je detektiran zvuk on oscilira oko te vrijednosti.

Temperatura (termometar)

Izlaz ovog senzora je napon koji se na mikro:bitu preračunava u temperaturu.



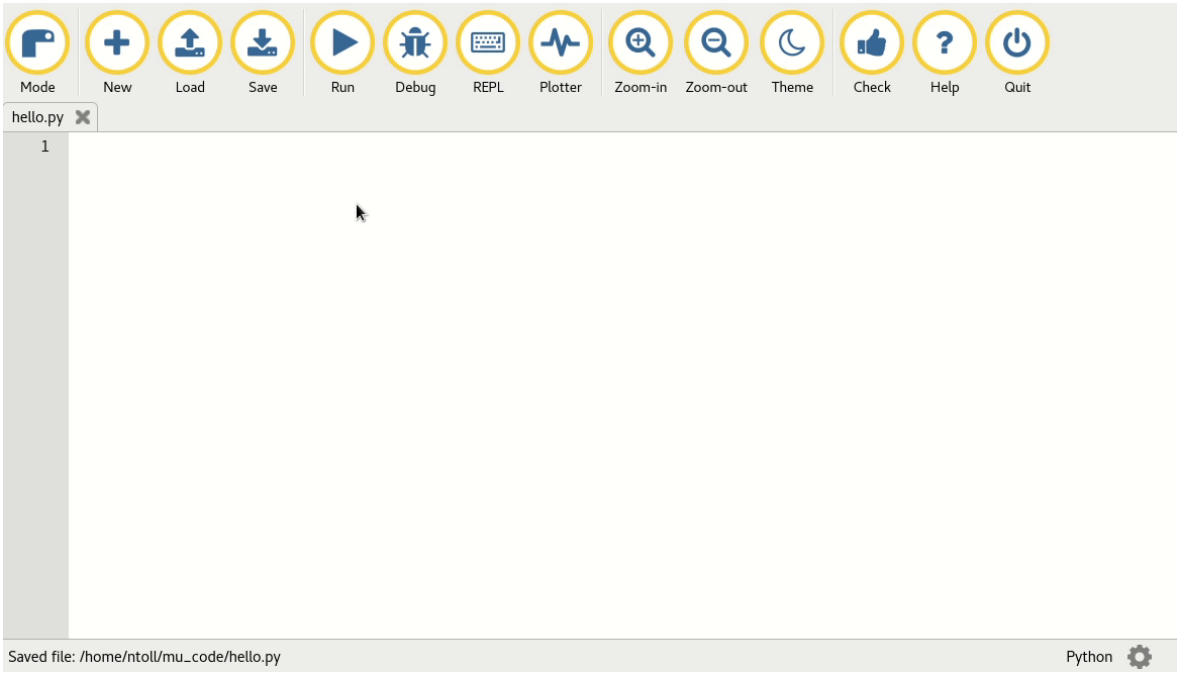


Senzor za svjetlo (svjetlomjer, fotometar)

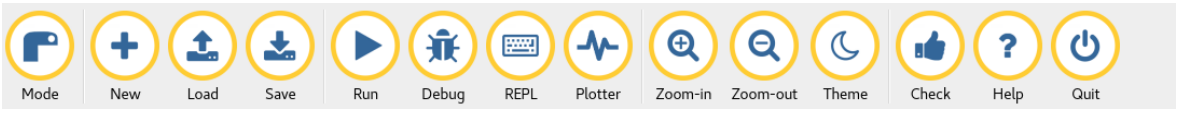
Koristi fototransistor za mjerenje jakosti svjetlosti. Izlazni napon proporcionalan je jakosti svjetlosti. (Senzor daje razine jakosti svjetla od 0 do 1023).

3.2. Početak rada s micro:bitom

Za svaki projekt i njegovo ostvarivanje, bit će nam potreban laptop ili osobno računalo s OS Windows 7 ili novijim, Mac s OS X 10.6 ili novijim, pametni mobitel ili tablet, Micro USB kabel za spajanje računala s BBC micro:bit uređajem, držač baterije s dvije AAA baterije koji ćemo spojiti na micro:bit uređaj kako bismo ga koristili neovisno o računalu. Micro:bit se programira datotekama u Intel HEX formatu (.hex) koji sadrži binarne informacije u ASCII tekstualnom obliku. Stoga je za određeni programski jezik potrebno pronaći konverter koji može dani kod spremiti u .hex izvedbenu datoteku. MU editor(*Slika 3*) je program koja podržava programiranje u MicroPython jeziku (Tollervey, 2018). Program je pojednostavljen i intuitivnan kako bi bio prilagođen početnicima u programiranju. Osim toga na python.microbit.org nalazi se online editor za MicroPython koji funkcionira slično kao i MU editor. Ova razvojna okolina za MicroPython u okviru standardnog web preglednika sastoji se od samo nekoliko osnovnih funkcija, kao što je povećanje i smanjivanje veličine znakova na prikazu, spremanje programa za kasnije korištenje ili skidanje („flash“) programa u sam micro:bit uređaj. Postoji velika biblioteka funkcija koje je moguće koristiti pri programiranju.



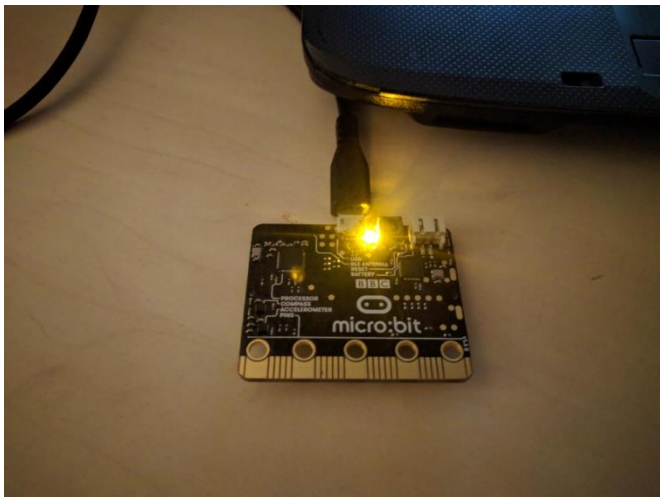
Slika 3. MU editor za MicroPython



Slika 4. Navigacijska traka u Mu editoru

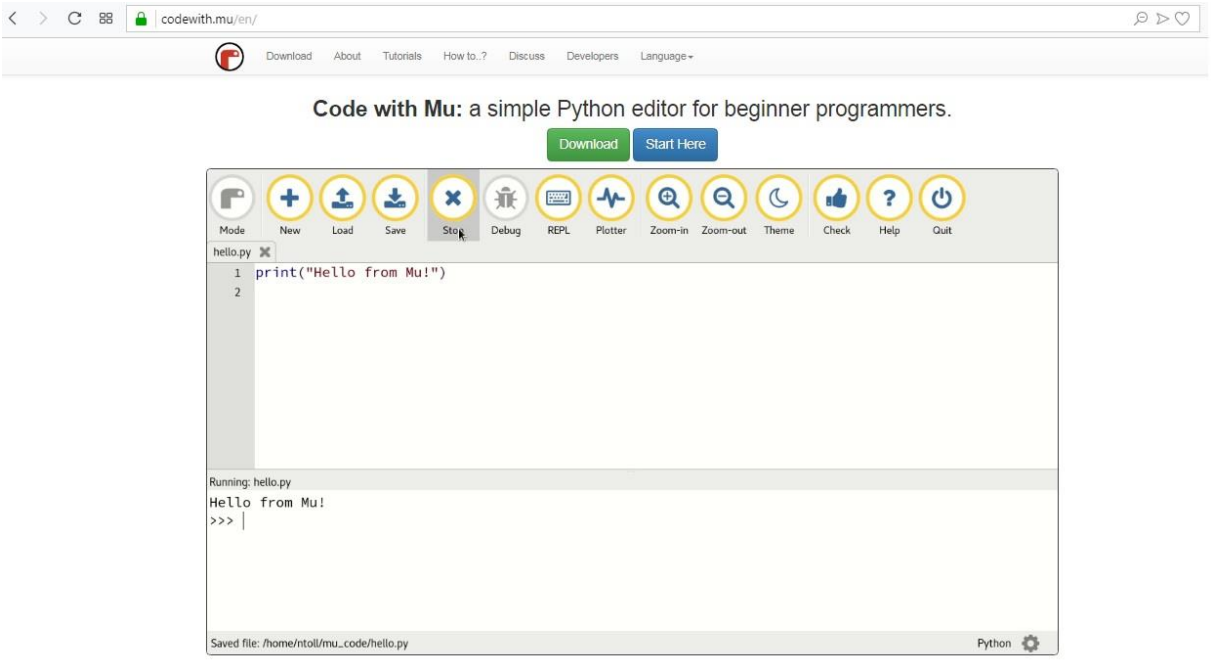
3.3. Spajanje BBC micro:bita na računalo

Nakon spajanja micro USB priključka na micro:bitu sa USB priključkom na računalu na poleđini uređaja se aktivira žuto svjetlo. Računalo prepoznaje micro:bit kao uređaj za pohranu podataka.



Slika 5. Micro:bit spojen na računalo

MU editor se preuzme sa stranice https://codewith.mu.



Slika 6. Pristupanje web stranici za preuzimanje Mu editora

Nakon unosa kliknemo na Run Mu. Program se tada konvertira u .hex datoteku koju trebamo kopirati na micro:bit. LED svjetlo na pozadini micro:bita treperi tijekom prebacivanja, što traje nekoliko sekundi. Kada je prebačen, program će se automatski pokrenuti . Za ponovno pokretanje služi gumb za resetiranje na pozadini micro:bita. Gumb za resetiranje automatski pokreće najnoviji program na micro:bitu. Kada je program prebačen na micro:bit, može ga se odspojiti od računala.

3.4. Prikupljanje i prikaz podataka

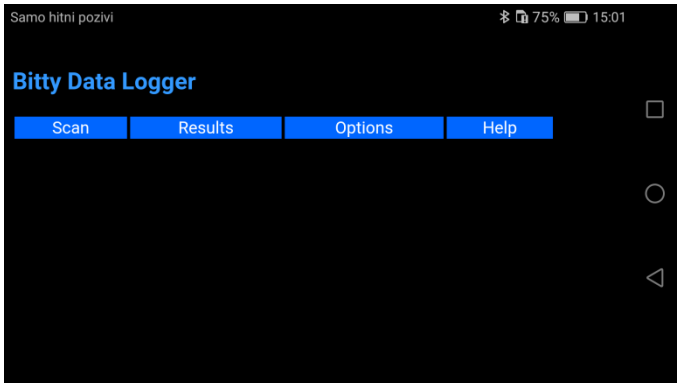
Aplikacija „Bitty data logger“ zanimljiva je za obrazovne svrhe i nastavu fizike. Koristeći bluetooth tehnologiju omogućava se grafički prikaz očitanja micro:bitovih senzora na mobilnom uređaju.

Tablica 3. Opis značajki „Bitty data loggera“

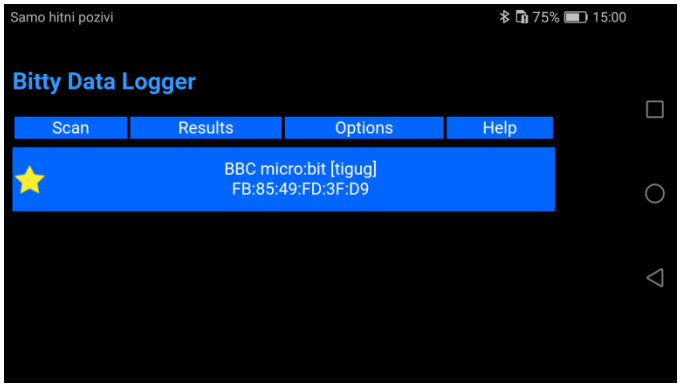
Aplikacija se preuzima s Google Play ili Apple trgovine. Ako na micro:bitu nisu prisutni Bluetooth servisi, treba ih preuzeti sa bittysoftware.com.



Ulaskom u aplikaciju, prisutne su razne opcije. Opcija Scan pronalazi micro:bit uređaje koji su upareni sa našim pametnim uređajem.



Aplikacija pronalazi naš micro:bit. Prikazani su Bluetooth tvorničko ime uređaja i njegova MAC adresa. Ako aplikacija nekim slučajem ne nalazi micro:bit, provjerite da su uređajui dobro upareni u postavkama vašeg pametnog uređaja i pritisnite gumb RESET.



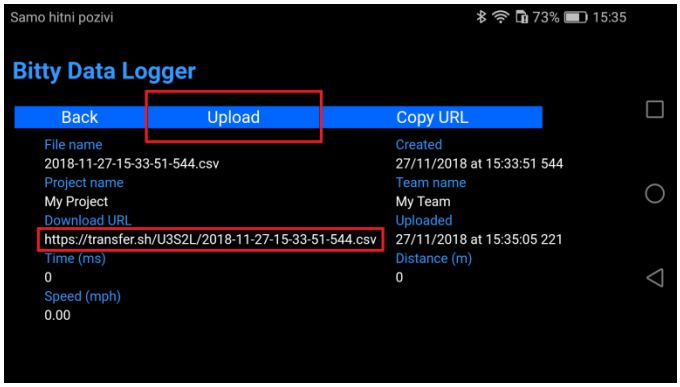
Pokretanjem mjerenja (START) na ekranu se prikazuje vremenska ovisonost ubrzanja duž x, y i z osi uređaja.



Nakon zaustavljanja (STOP), dobiveni graf možemo analizirati (RESULTS).



Podaci se mogu preko interneta prebaciti na računalo i analizirati npr. u Microsoft Excelu.



4. Konstrukcija i upotreba mjernog instrumenta u nastavi fizike u osnovnoj školi

Suvremeno obrazovanje usmjeruje se prema znanjima i vještinama 21. stoljeća pri čemu okosnicu čine STEM područja. Fizika je jedno od temeljnih prirodoslovnih područja i djeca ju trebaju učiti već od rane dobi usporedo s matematikom i drugim STEM područjima. U pozadini učenja fizike je razvoj kognitivnih sposobnosti djece i znanstvenog razmišljanja. Mehanizam zaključivanja u znanosti je znanstvena metoda. U prirodoslovlju, centralni dio znanstvene metode je pokus, odnosno promatranje i kvantitativno mjerenje prirodnih procesa. Ključni alat pri tome je mjerni instrument. Stoga se djeca u okviru nastave fizike i drugih prirodoslovnih predmeta trebaju upoznati sa što više mjernih instrumenata i njihovoj primjeni u okviru znanstvene metode. Micro:bit zahvaljujući jednostavnosti upotrebe, niskoj cijeni i brojnim opcijama proširenja otvara potpuno nove mogućnosti uvođenja mjernog instrumenta u nastavu fizike. U ovom radu ćemo prikazati nekoliko konkretnih primjera korištenja micro:bita kao mjernog instrumenta u nastavi fizike. Kreativnošću nastavnika i učenika, mogućnosti daljnjih izvedbi mjernih instrumenata temeljenih na micro:bitu su praktički neograničene.

4.1. Mjerenje temperature

Temperatura je važna fizikalna veličina koja je ključna za opis mnogih procesa u prirodi. U praksi se koristi niz metoda mjerenja temperature čiji izbor ovisi o temperaturnom području i željenoj preciznosti mjerenja. Nekadašnje živine termometre u svakodnevnoj su primjeni danas zamijenili termometri bazirani na mjerenju električnog otpora. Kako je električni otpor funkcija temperature, njegovim mjerenjem i kalibracijom moguće je određivati temperaturu. U određenim temperaturnim područjima na neke materijale ta ovisnost je linearna

$$R(T) = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

gdje je R_0 početni električni otpor na temperaturi T_0, a $R(T)$ električni otpor na temperaturi T. SI jedinica za temperaturu je Kelvin (K), no u praksi se u Europi koristi Celzijev stupanj. Veza između tih jedinica je

$$T(K) = T(\,^oC) + 273{,}15$$

U praksi se električni otpor određuje mjerenjem napona V i struje I. Električni otpor je dan Ohmovim zakonom

$$R = \frac{V}{I}$$

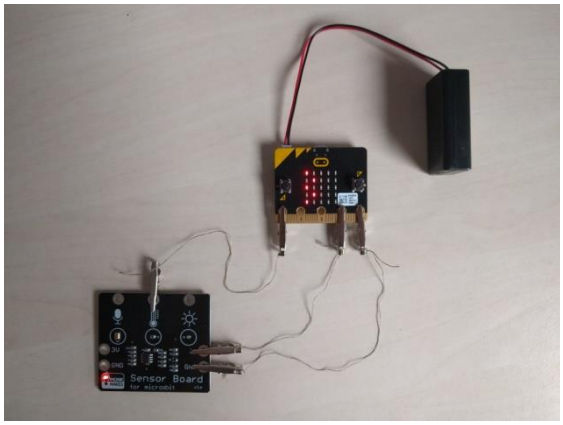
To je i princip kojim micro:bit određuje električni otpor, odnosno temperaturu. Senzor temperature integriran na samom uređaju daje temperaturu uređaja, odnosno procesora koji se zbog svog rada grije, tako da ne daje preciznu temperaturu zraka u okolini. No vanjski senzori (npr. proizvođača MonkMakes) nemaju taj problem, pa daju puno preciznije vrijednosti temperature.

Popis potrebne opreme:

Micro:bit s baterijskim napajanjem, micro USB kabel, vanjski senzor za temperaturu (senzorska pločica MonkMakes), žice i krokodilske hvataljke.



Slika 7. Potreban oprema



Slika 8. Postav za mjerenje temperature vanjskim senzorom

Programski kod - MicroPython

Usporedba korištenja programskog koda za ugradbeni senzor(desno) i programskog koda za vanjski senzor(lijevo):

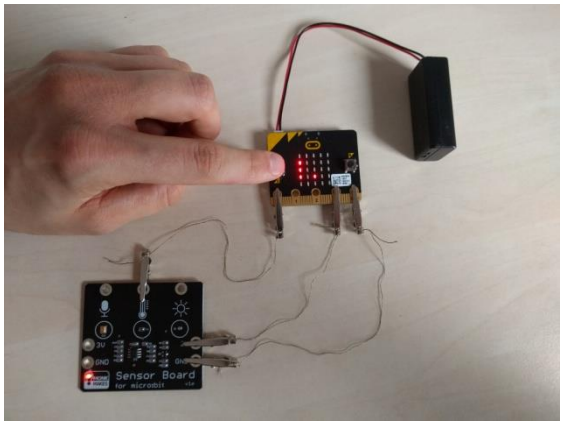
```
from microbit import *
while True:
    Value = pin0.read_analog()
    temp_c = int((Value / 13.33 – 14)+ 'C')
    if button_a.is_pressed():
        display.scroll(str(temp_c))
    if button_b.is_pressed():
        display.scroll(str(temp_c + 273.15) + 'K')
          sleep(100)
```

```
from microbit import *
while True:
    temp = temperature()
    if button_a.is_pressed():
     display.scroll(str(temp) + 'C')
    if button_b.is_pressed():
     display.scroll(str(temp+273.15) + 'K')
    sleep(100)
```

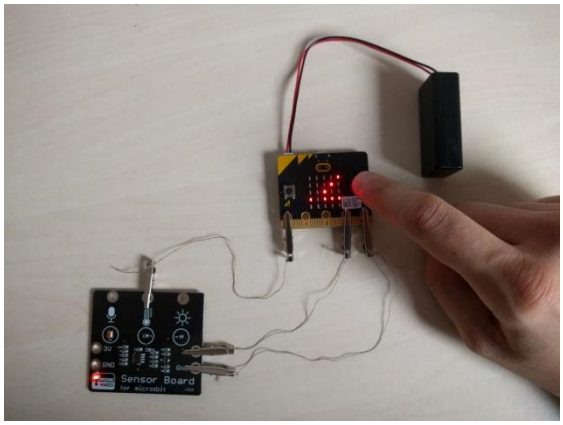
Korištenjem gore navedenih programskih kodova možemo usporediti temperature koje pokazuju vanjski i ugradbeni senzori na micro:bitu.

Plan izvedbe

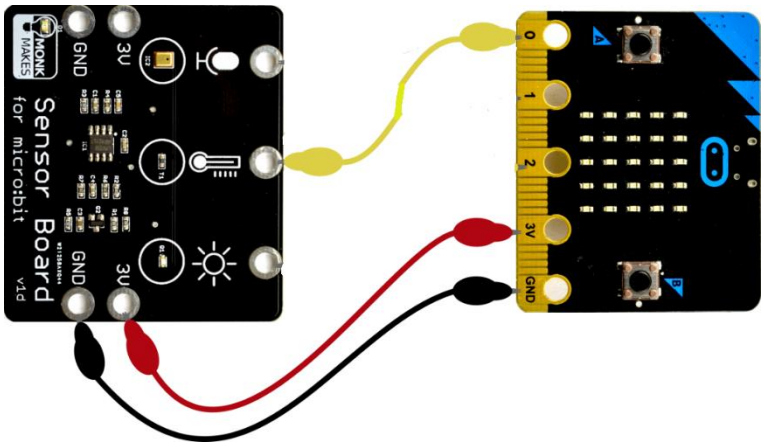
Programski kod prenesemo na micro:bit. Pritiskom na tipku A micro:bit uređaj ispisuje temperaturu u stupnjevima Celzijusa(*Slika 9*). Pritiskom na tipku B micro:bit uređaj ispisuje temperaturu u Kelvinima(*Slika 10*).



Slika 9. Ispis temperature u Celzijevim stupnjevima



Slika 10. Ispis temperature u Kelvinima



Slika 11. Shema za spajanje

Detalji izvedbe

Micro:bit mjeri temperaturu prostorije u kojoj se nalazimo. Izmjerenu temperaturu će prikazati na LED ekranu. Kako ne koristimo senzor temperature na samom micro:bitu nego onaj na pločici sa senzorima očitanje temperature je preciznije. Kad pritisnemo na tipku A vidjet ćemo temperaturu ispisanu u Celzijevim stupnjevima i ona iznosi 24°C. Pritiskom na tipku B proračunat će se temperatura u Kelvinima i ona iznosi 297,15 K.

4.2. Mjerenje jakosti struje

Prema istraživanjima o problemima nastave fizike u svijetu, tema strujnih krugova pokazala kao jedna od najtežih, odnosno najslabije shvaćenih. Stoga je potrebno uvoditi nove, prije svega eksperimentalne metode kojom bi se bolje obradila ova tematika. Jakost struje u strujnom krugu dana je količinom naboja *Q* koji prođe presjekom vodiča u vremenu *t* (Beštak Kadić i sur., 2014)

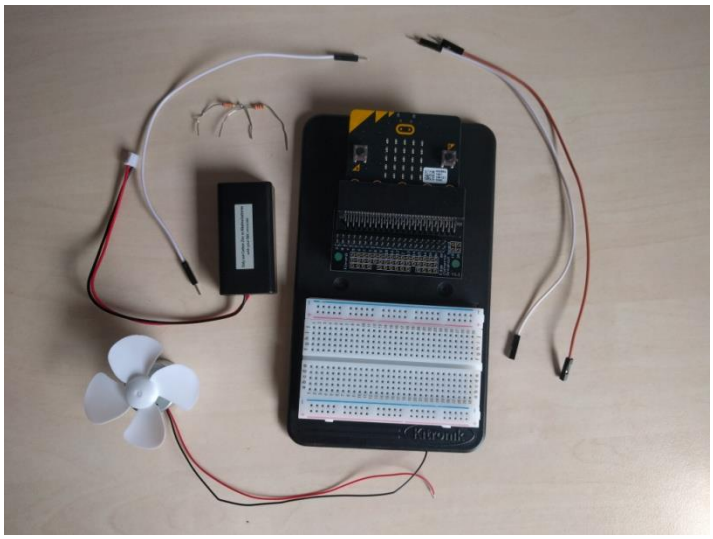
$$I = \frac{Q}{t}$$

Što pokreće naboje (elektrone) u strujnom krugu? Pokus koji će učenici izvesti treba ih potaknuti na niz pitanja. Postav pokusa je relativno jednostavan, serijski zatvorimo strujni krug koji se sastoji od ventilatora (elektromotora) i dva električna otpornika. U tom strujnom krugu nema izvora – dakle za očekivati je da ne teče ni struja, pa nema pada napona na otpornicima. Da bi pratili protok struje krugom, mjerit ćemo pad napona na jednom od

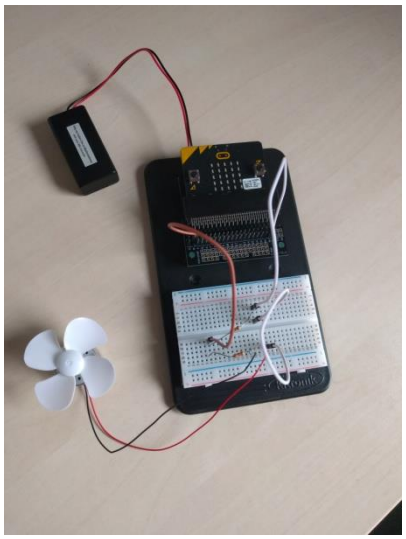
otpornika. Za mjerenje napona koristit ćemo micro:bit. Uz poznate vrijednosti otpora u krugu, koristeći Ohmov zakon, micro:bit će proračunati i na ekranu ispisati vrijednost električne struje u krugu.

Popis potrebne opreme

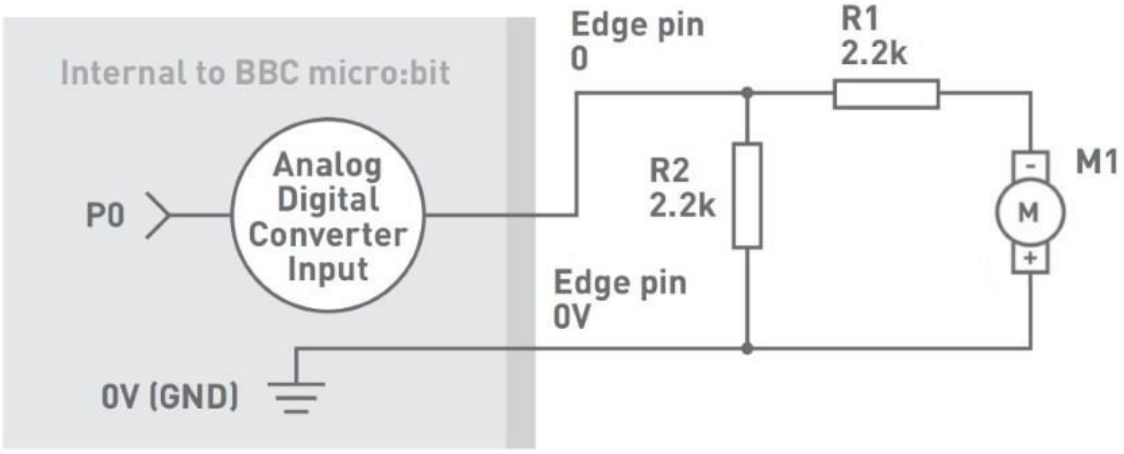
Micro:bit uređaj s baterijskim napajanjem, micro USB kabel, sustav koji se sastoji od montažne ploče, breadboarda, edgeconnectorboarda, dva otpornika otpora 2,2 kΩ (označeni bojama crvena, crvena, crvena, zlatna), motor na kojem se nalazi ventilator, kablovi: male to male jumperwire, 2x male to femalejumperwire.



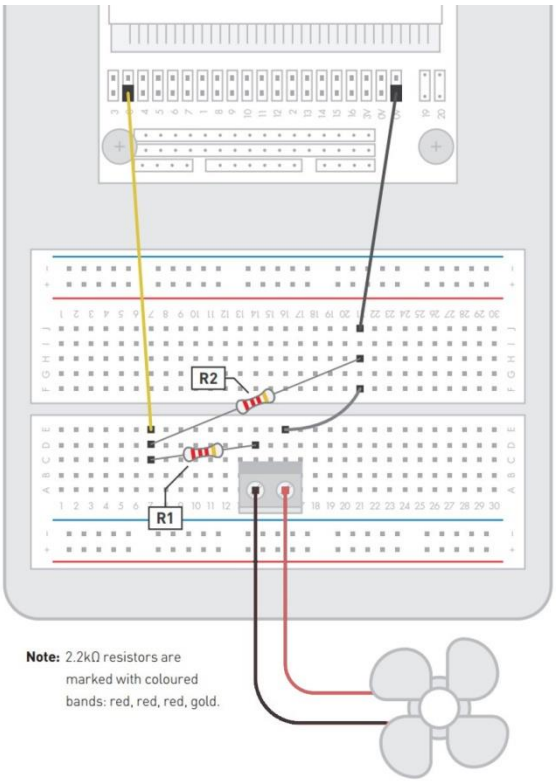
Slika 12. Prije spajanja



Slika 13. Poslije spajanja



Slika 14. Shema spoja(URL4, 2018)



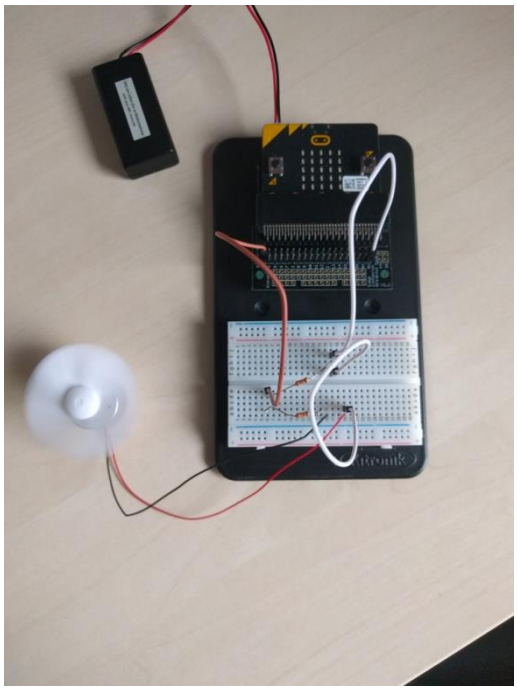
Slika 15. Upute za spajanje(URL4, 2018)

Programski kod

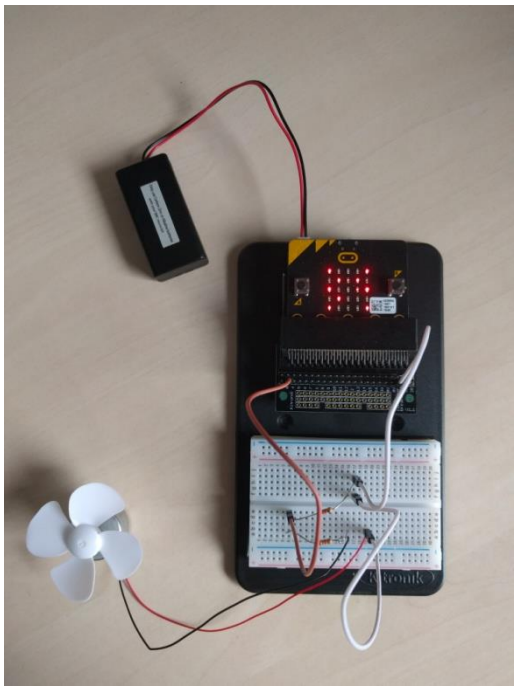
```
from microbit import *
while True:
    Value = pin0.read_analog()
    if button_a.is_pressed():
        display.scroll(str((Value*1000/341)/2200))
```

Plan izvedbe

Programski kod ćemo prenijeti pomoći micro USB kabela na micro:bit uređaj. Cijeli ćemo postav spojiti tako kako je prikazano na slikama 12 i 13. Tipku A koristit ćemo kako bi nam na LED ekranu micro:bit uređaja bila prikazana jakost struje. Kada lagano puhnemo o ventilator on se malo okrene i micro:bit počne očitavati struju. Jačim puhanjem povećava se struja u krugu.



Slika 16. Puhanje u ventilator



Slika 17. Očitanje jakosti struje na LED ekranu micro:bita

Detalji izvedbe

Micro:bit mjeri napon i prikazuje ga u cijelim brojem u rasponu između 0 i 1023. Iznos napona ovisi o jačini puhanja u ventilator (URL3, 2017). U postavu koristimo dva serijski spojena otpornika koji smanjuju iznos napona kako bi ga analogni ulaz P0 mogao mjeriti (da bude u rasponu napona koje P0 može mjeriti). U microPython kodu je napisana pretvorba intervala 0 - 1023 u napon. U jednostavnom strujnom krugu, jakost struje dana je Ohmovim zakonom

$$I = \frac{U}{R}$$

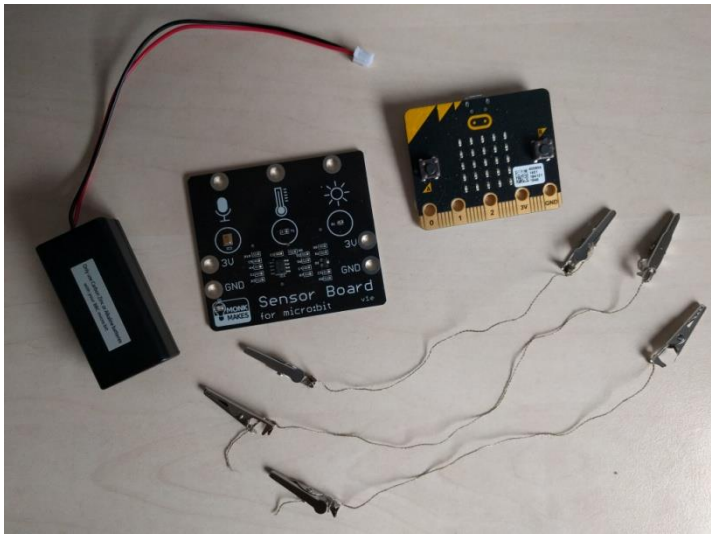
Kako u strujnom krugu koristimo dva serijski spojena otpornika od 2,2 kΩ ukupni je otpor R = 4,4 kΩ, te se navedenom relacijom može proračunati iznos struje. Kada puhnemo u ventilator, ovisno o tome koliko jako puhnemo, pritiskom na tipku A izvest će se mjerenje napona, proračunati struja i ispisati na ekranu u rasponu 0-1,36 mA. Svakim idućih puhanjem i ponovnim pritiskom na tipku A, prikazuje se najveća izmjerena vrijednost u svim dosadašnjim pokušajima. Pritiskom na tipku RESET na poleđini micro:bit uređaja najveći se rezultat briše te se pokus može ponoviti iznova.

4.3. Mjerenje svjetlosne jakosti

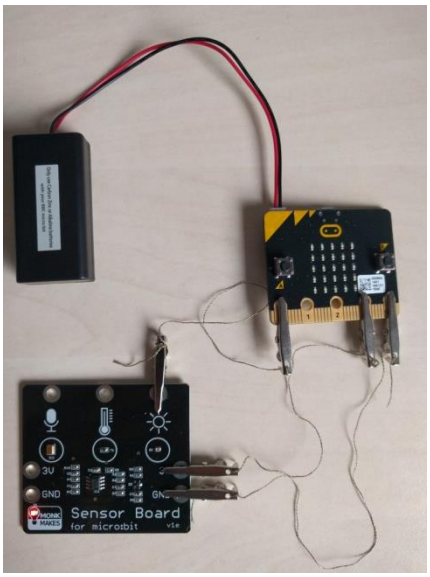
Svjetlost je naziv za oku vidljiv, vrlo uski dio spektra elektromagnetskih valova valnih duljina od 400 nm (ljubičasta boja) do 700 nm (crvena boja). U vakuumu svjetlost se kreće brzinom c = 299 792 458 m/s. Glavni izvor svjetlosti na Zemlji je Sunce, no imamo i druge prirodne ili umjetne izvore. U svrhu proučavanja utjecaja svjetlosti na ljude i druge žive organizme te zbog različitih tehničkih primjena, izvor svjetlosti opisujemo pomoću svjetlosne jakosti (SI jedinica kandela - cd). Svjetlosna jakost ovisi o snazi koju emitira izvor svjetlosti u određeni prostorni kut. Mjeri se fotometrom. Micro:bitom ćemo svjetlosnu jakost mjeriti samo kvalitativno.

Popis potrebne opreme

BBC micro:bit uređaj s baterijskim napajanjem, fotodioda (senzorska pločica MonkMakes), žice s krokodilkama.



Slika 18. Prije spajanja



Slika 19. Poslije spajanja

Programski kod

```
from microbit import *

def bargraph(a):
    display.clear()
    for y in range(0, 5):
        if a > y:
```

```
        for x in range(0, 5):
            display.set_pixel(x, 4-y, 9)

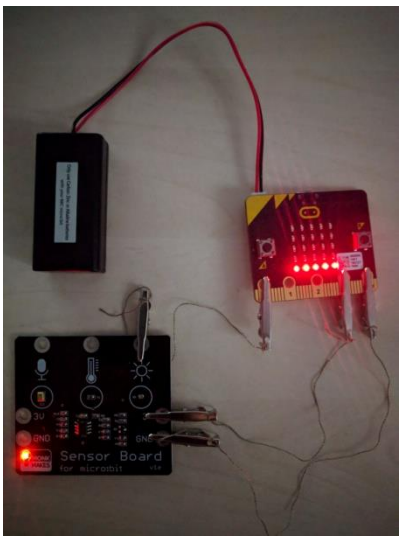
while True:
    light_level = pin0.read_analog() / 18
    bargraph(light_level)
from microbit import *

while True:
    sleep(200)
    pin0reading = pin0.read_analog()
    pin2reading = pin2.read_analog()
    print((pin0reading, pin2reading))
```

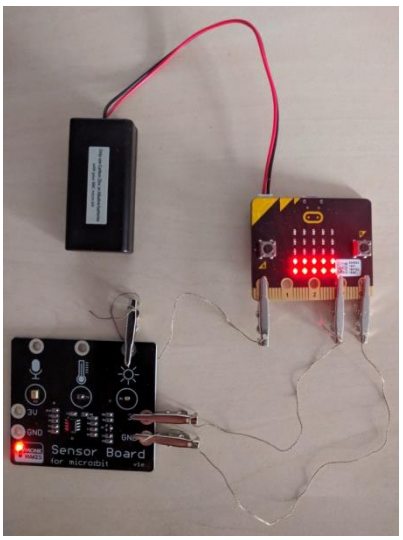
Plan izvedbe

Programski kod prebacimo na micro:bit uređaj. Cijeli ćemo postav spojiti tako kako je prikazano na slikama 18 i 19. Spojiti ćemo tri hvataljke sa micro:bitom i senzorom. Jedna hvataljka na pin od 3V, druga hvataljka uzemljenje (GND) i treća hvataljka na ulazni pin P0.

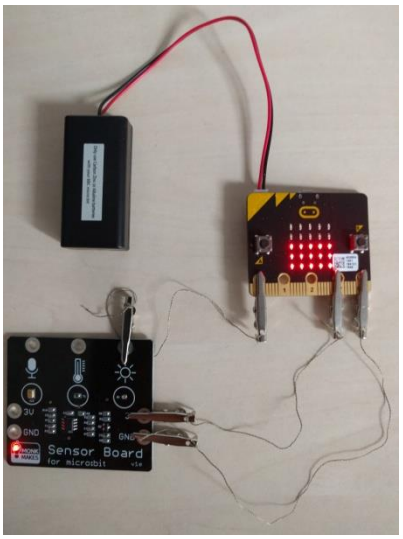
Slika 20. Micro:bit pod različitim osvjetljenjem



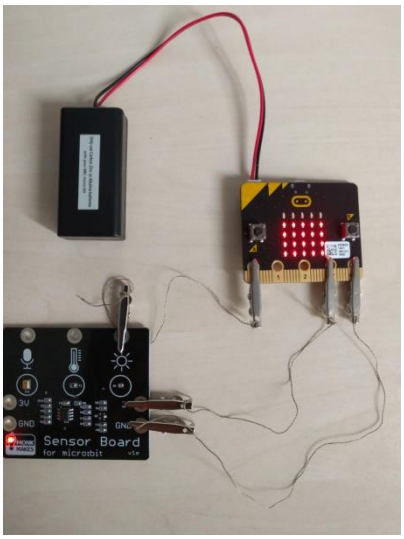
a) Mračna prostorija



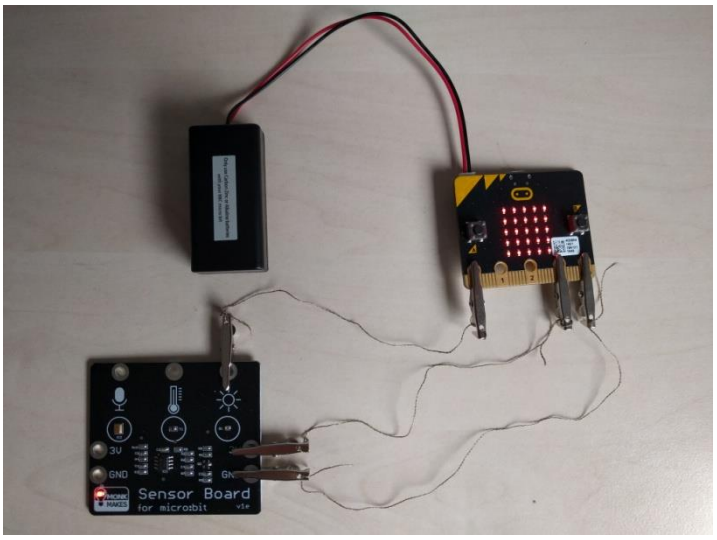
b) Slabo osvijetljena prostorija



c) Osvijetljena prostorija



d) Tmuran dan



e) Sunčan dan

Detalji izvedbe

Svjetlosni senzor koji se nalazi na pločici sa senzorima detektira svjetlosnu jakost na poziciji gdje se micro:bit nalazi. Raspon vrijednosti (nekalibriranih) svjetlosnog senzora kreće se od 0 do 1023. Očitana vrijednost je to veća što je svjetlosna jakost veća. Za potrebe pokusa podijelit ćemo očitane vrijednosti u raspone 1-5 koji će se prikazati s uključivanjem retka LED lampica. (*Tablica 4*).

Želimo li preciznije izmjeriti promjene svjetlosnog intenziteta u vremenu, možemo upotrijebiti Mu editor. On omogućuje grafički prikaz ovisnosti svjetlosnog intenziteta (y-os) o vremenu (x-os). Unosom prethodno navedenog koda Mu editor ima opciju „Plotter“ koja

nam omogućuje grafički prikaz ulaznog signala. Promjene svjetlosnog intenziteta na grafu odgovaraju izmicanju i primicanju izvora svjetlosti senzoru (*Slika 21*).



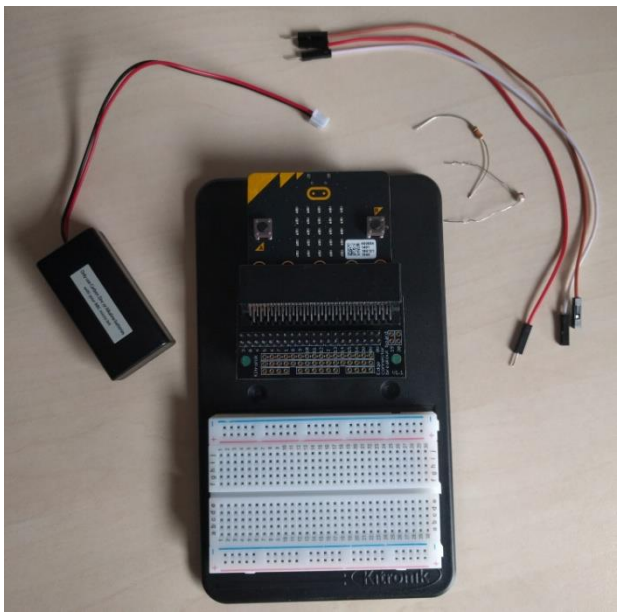
Slika 21. Graf u MU editoru

4.4. Mjerenje napona

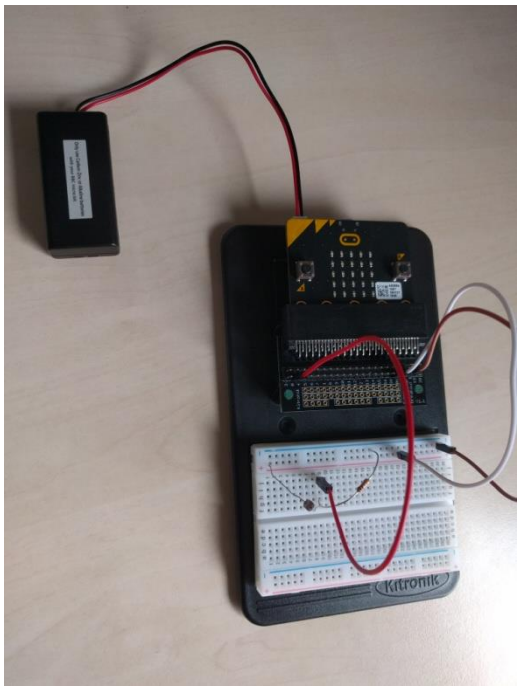
Napon je jedna od temeljnih veličina kojima opisujemo strujne krugove. U ovom pokusu koriteći micro:bit konstruirat ćemo instrument za mjerenje napona - voltmetar, odnosno mjeriti padove napona na različitim otpornicima.

Popis potrebne opreme

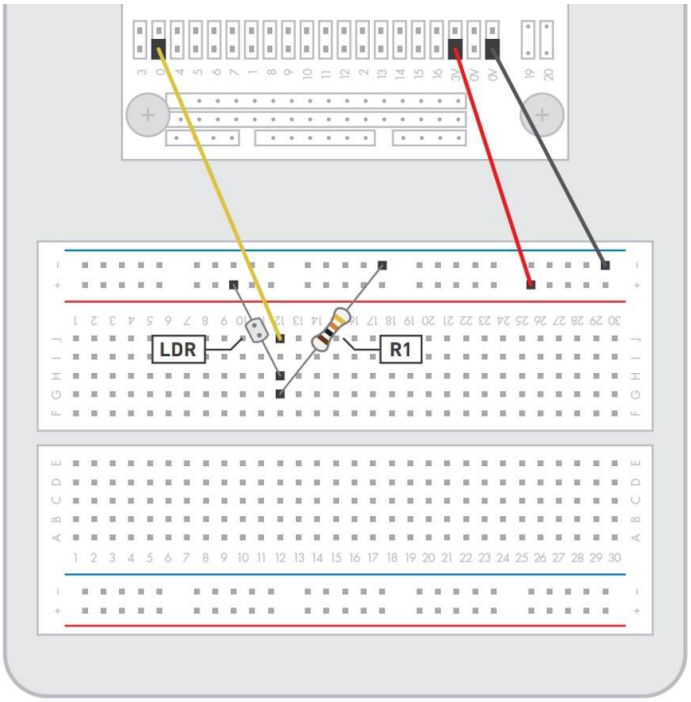
BBC micro:bit uređaj s baterijskim napajanjem, micro USB kabel, sustav koji se sastoji od montažne ploče, breadboarda, edgeconnectorboarda, otpornik 10 kΩ (označen bojama: ljubičasta, crna, narančasta, zlatna), fotootpornik ili LDR otpornik, te tri spojne žice tipa „male to female jumperwire“.



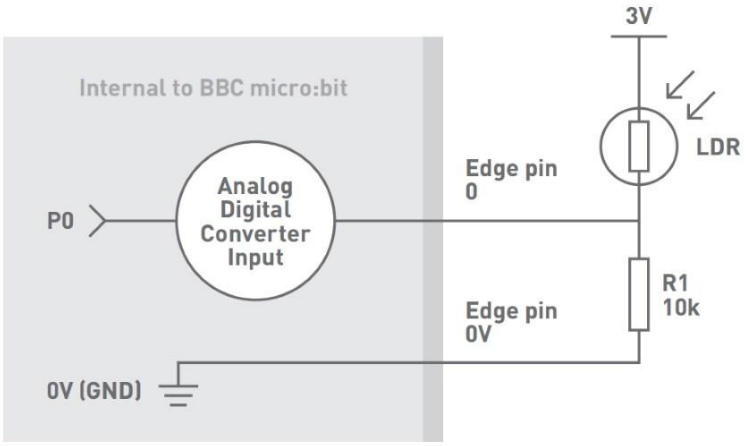
Slika 22. Prije spajanja



Slika 23. Poslije spajanja



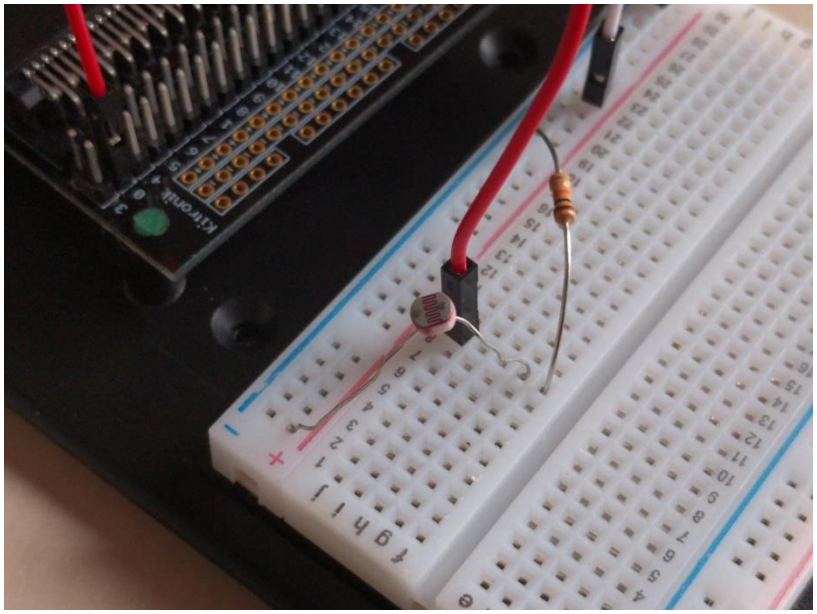
Slika 24. Upute za spajanje(URL5, 2018)



Slika 25. Shema(URL5, 2018)

Plan izvedbe

Programski kod ćemo prenijeti na micro:bit uređaj. Cijeli ćemo postav spojiti tako kako je prikazano na slikama 22 i 23. Cilj pokusa je mjeriti pad napona na otporniku 10 kΩ. Tipku A koristit ćemo kako bi nam na LED ekranu micro:bit uređaja bio prikazan napon očitan s analognog ulaza P0. Fotootpornik (*Slika 26*) je element strujnog kruga kojemu se otpor mijenja u ovisnosti o svjetlosnoj jakosti. Što je jačem svjetlu izložen to je njegov električni otpor manji. Otpor mu varira od 20000000 Ω u mraku do 5000 Ω kad je izložen jakom svjetlu (URL3, 2017).



Slika 26. Fotootpornik

Programski kod

```
from microbit import *
while True:
    Value = pin0.read_analog()
    if button_a.is_pressed():
        display.scroll(str(Value/341))
```

Detalji izvedbe

Micro:bit uređaj očitava napon i prikazuje ga u rasponu između 0 i 1023. Otpronik R1 i fotootpornik su spojeni u seriju i dijele napon od 3V. Micro:bit kao voltmetar funkcionira tako da se analogni ulaz P0 spoji na krajeve otpornika R1, očitava pad napona na njemu i ispisuje iznos na LED ekranu micro:bita. Ako su električni otpori na pojedinim otpornicima podjednakog iznosa, pad napona će na svakom otporniku biti oko 1,5 V. U protivnom će, sukladno Ohmovom zakonu, pad napona biti veći na otporniku većeg otpora. Očitane vrijednosti analogno ulaza koje su između 0 i 1023 skalirane su tako da ispisane vrijednosti budu u jedinici za napon – volt V. Svaki put kad izložimo fotootpornik izvoru svjetlosti pristinemo tipku A na micro:bitu i dobijemo očitanje napona na optorniku R1.

4.5. Mjerenje ubrzanja

4.5.1 Mjerenje ubrzanja slobodnog pada

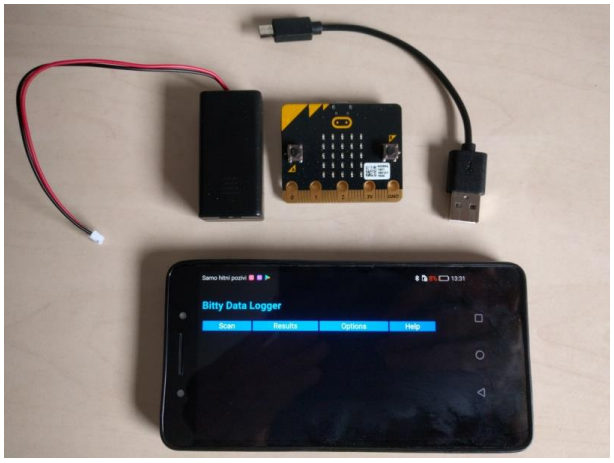
Ubrzanje sile teže važna je fizikalna varijabla koja je neophodna za opis gibanja tijela u brzini površine Zemlje, ali i za opisivanje niza procesa u geoznanostima. Pustimo li tijelo da slobodno pada, njegovo ubrzanje će u slučaju da se ostale sile poput otpora zraka mogu zanemariti, biti jednako ubrzanju sile teže. U tom slučaju ubrzanje ne ovisi o masi, već samo o poziciji na površini Zemlje (Tablica 5).

Reykjavik (Island)	9,8228 m/s²
Zagreb (Hrvatska)	9,8067 m/s²
Kinshasa (DR Kongo)	9,7791 m/s²
Johannesburg (JAR)	9,7855 m/s²

Tablica 5. Ubrzanje slobodnog pada u nekoliko odabranih gradova

Popis potrebne opreme

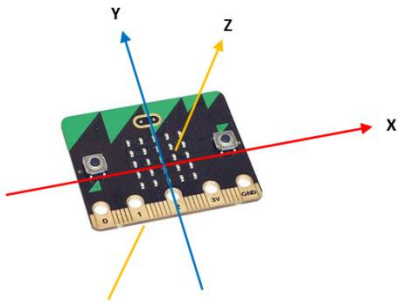
BBC micro:bit uređaj s baterijskim napajanjem, micro USB kabel, pametni uređaj s instaliranom mobilnom aplikacijom Bitty Data Logger.



Slika 27. Prije spajanja

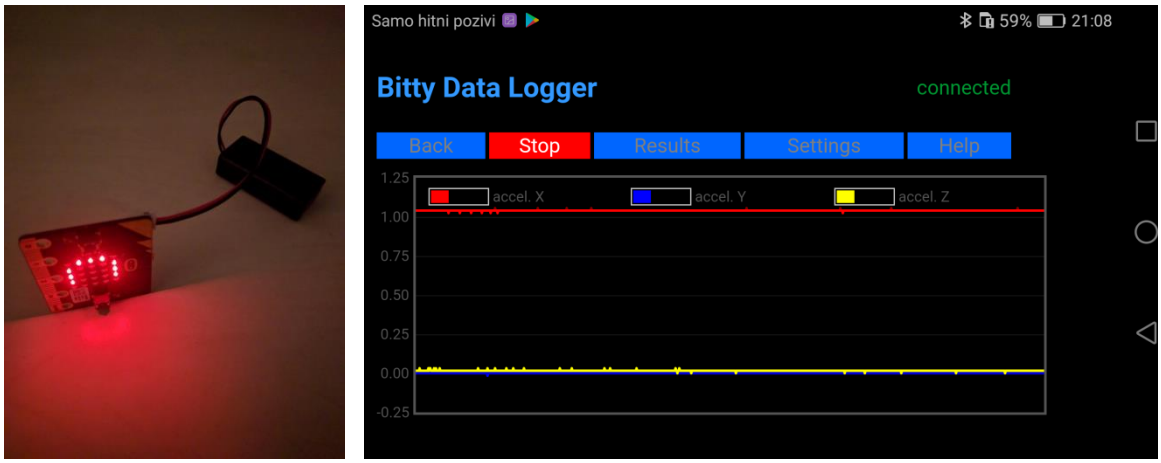
Plan izvedbe

Prije same izvedbe mjerenja sa micro:bitom trebamo znati da će aplikacija Bitty data logger mjeriti ubrzanje u 3 okomita smjera u odnosu na orijentaciju pločice kako je naznačeno na slici 28.

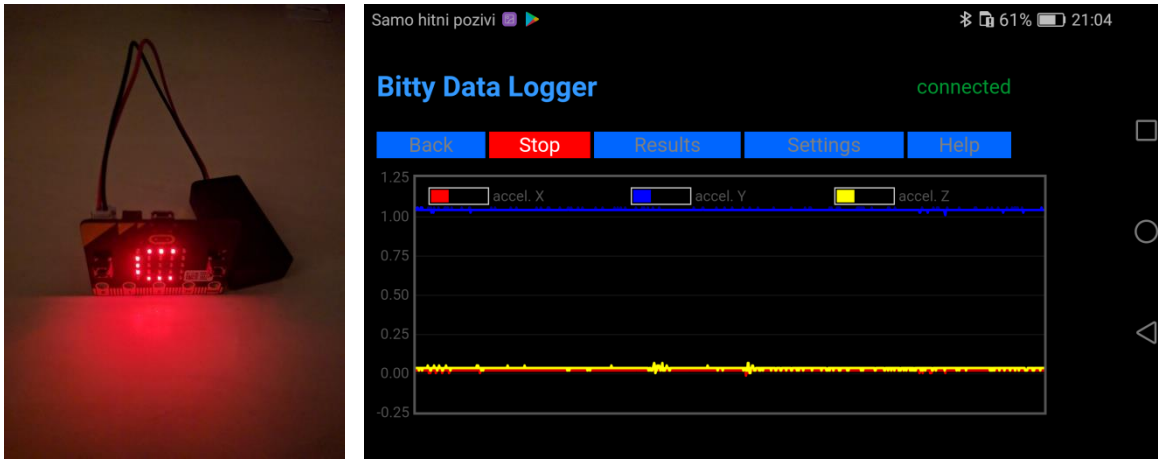


Slika 28. Osi micro:bita

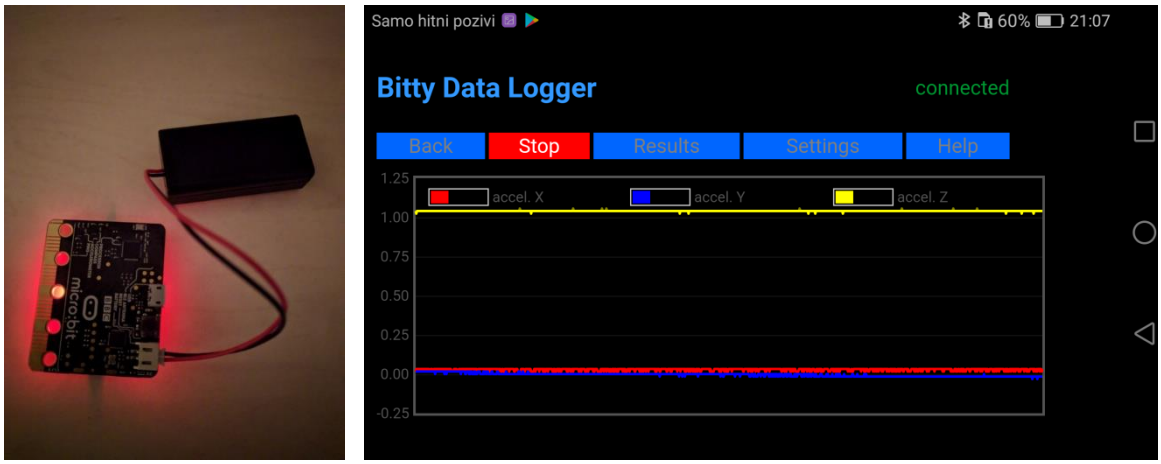
Prije početka mjerenja treba pogledati poglavlje *3. Mjerni instrument u fizici* u kome je napisano kako upariti pametni uređaj sa micro:bitom te instalirati aplikaciju Bitty data logger. Kada je na ekranu micro:bita slovo „C“ znači da je uparen sa vašim pametnim uređajem u protivnom slovo „D“ što znači da spajanje nije bilo uspješno. Mjeriti ćemo ubrzanje slobodnog pada u ovisnoti o položaju osi micro:bita.



Slika 29. Mjerenje ubrzanja duž X osi micro:bita



Slika 30. Mjerenje ubrzanja Y osi micro:bita



Slika 31. Mjerenje ubrzanja Z osi micro:bita

Detalji izvedbe

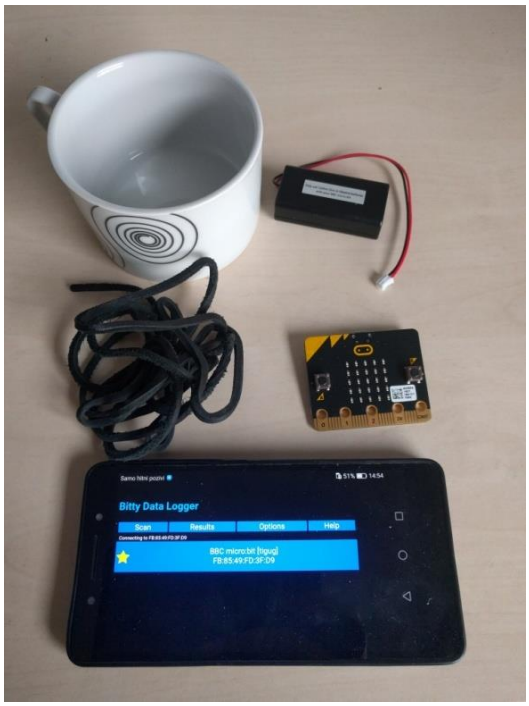
Postavljanjem micro:bita na stol kao na slici 29 i pokretanjem Bitty data loggera na grafu na aplikaciji vidimo da je crvena linija uzdignuta i kreće se oko vrijednosti 1 na y osi u vremenu t(na x osi) a da se plava i žuta nalaze na vrijednosti nula. Vrijednost 1 na osi oordinata našeg grafa govori da je izmjereno ubrzanje duž X-osi približno 9,81 m/s^2. Sukladno tome postavimo micro:bit za mjerenje ubrzanja slobodnog pada duž osi Y i Z. Na slici 30 vidimo da je plava linija uzdignuta i ima vrijednost 1, a crvena i žuta se nalaze na vrijednosti nula. Na slici 31 žuta je linija uzdignuta i ima vrijednost 1, a crvena i plava se nalaze na vrijednosti nula.

4.5.2. Mjerenje ubrzanja tijela

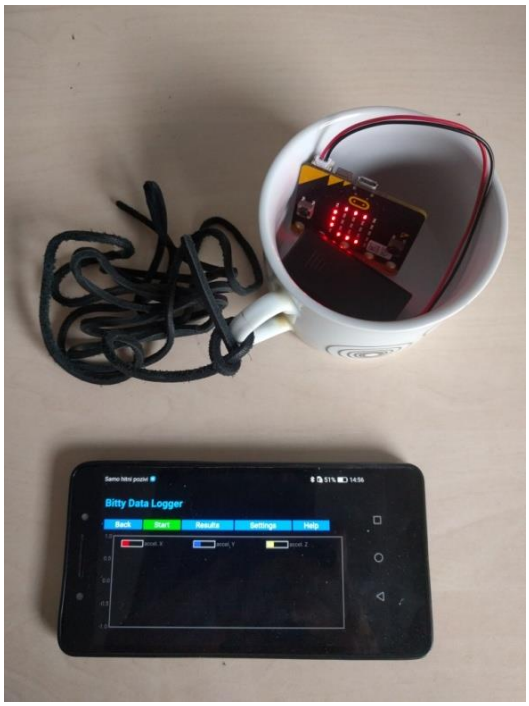
Mjerenje ubrzanja iz prethodnog pokusa možemo primjeniti i u drugim pokusima. U ovom pokusu učenici mogu eksperimentirati s različitim ubrzanjima.

Popis potrebne opreme

BBC micro:bit uređaj s baterijskim napajanjem, micro USB kabel, pametni uređaj s instaliranom mobilnom aplikacijom Bitty Data Logger, posuda u kojoj će se micro:bit nalaziti, traka ili uže, pametni uređaj s instaliranom mobilnom aplikacijom Bitty Data Logger.



Slika 32. Prije spajanja



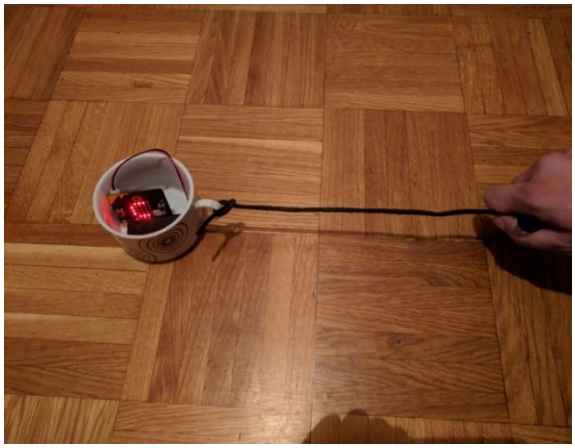
Slika 33. Poslije spajanja

Plan izvedbe

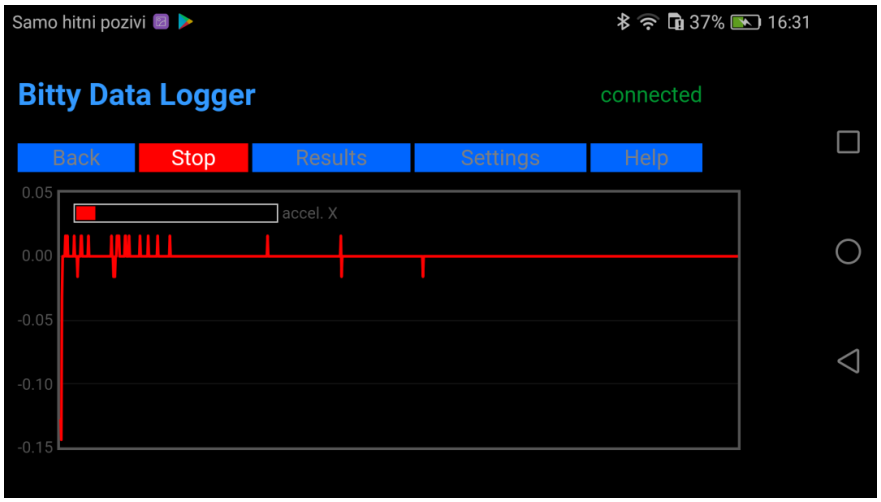
Izvedba pokusa tehnički je ista kao u prethodnom primjeru uz razliku što ovdje nemamo unaprijed definiranu silu na tijelo kao u slučaju slobodnog pada. Vrijednost ubrzanja duž pojedine osi može biti 0 (tijelo miruje ili se jednoliko giba) ili različita od 0 (na tijelo djeluje sila – sukladno 2. Newtonovom zakonu javlja se ubrzanje).



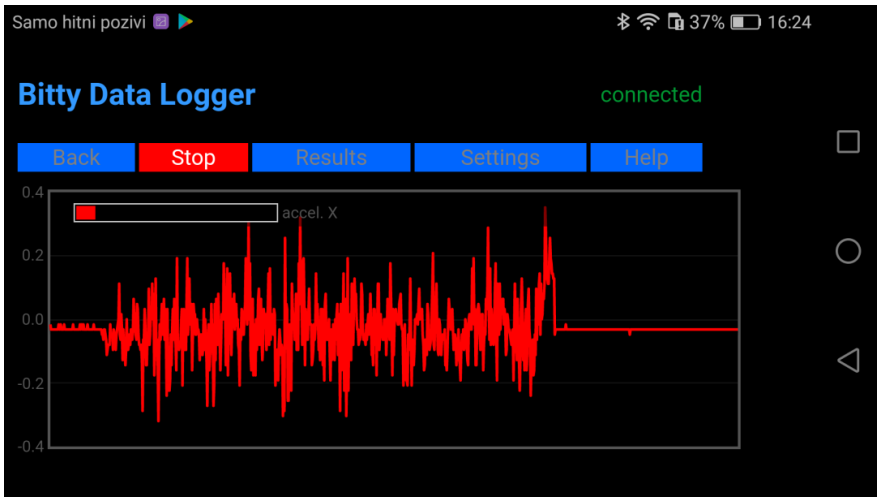
Slika 34. Micro:bit u stanju mirovanja



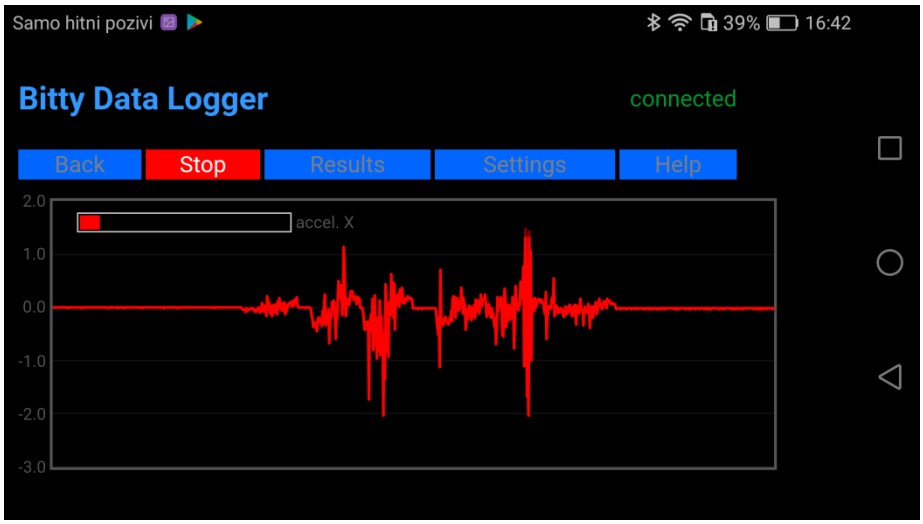
Sika 35. Micro:bit u ubrzanom gibanju



Slika 36. Ubrzanje u ovisnosti o vremenu duž X-osi za slučaj kada tijelo miruje



Slika 37. Ubrzanje duž X-osi u ovisnosti o vremenu za slučaj kada tijelo vučemo stalnom silom približno istog iznosa.



Slika 38. Djelovanje nejednolike sile na tijelo.

Detalji izvedbe

Micro:bit se nalazi u posudi i spojen je sa našim pametnim uređajem. Pokretanjem Bitty Dana Loggera mjerimo ravnu crvenu liniju vrijednosti 0 na y-osi (Slika 36). To znači da uređaj miruje ili se giba jednoliko pravocrtno. Povlačenjem posudice silom približno jednakog iznosa (Slika 37) dobivamo nepravilni signal različitih maksimalnih i minimalnih vrijednosti. Za razliku od slobodnog pada, očito se ubrzanje neprestano mijenja.

4.6. Upotreba micro:bita u problemski orijentiranoj nastavi fizike

Problemski orijentirana nastava sastavni je dio suvremenog obrazovanja. Na primjeru jedne od prezentiranih tema, ovdje ćemo prikazati koncepte kako ju obraditi kroz problemski orijentiranu nastavu. Razrada pripreme za nastavnika kreće od znanstvene teme, vremenske dinamike, kratke i dulje priče koja učenike uvode i motiviraju za tematiku te različitih tipova zadataka.

Znanstvena tema: Gibanje (po prijedlogu novog kurikuluma fizike)

Očekivana vremenska dinamika: tri školska sata

Razred: 8. razred

Priprema nastavnika za interdisciplinarni sat fizike s informatikom nije lagan posao. Nastavnik se treba upoznati sa micro:bitom kako ga primjeniti kao mjerni instrument u nastavi fizike. No jednom kada nastavnik to savlada, isto može primijeniti u velikom broju tema iz fizike i drugih prirodnih područja.

Tehničke vještine koje učenik treba savladati prije obrade same fizikalne tematike su:

1. Upoznavanje programskog jezika MycroPython
2. Instalaciju okruženja u kojem će se programirati.
3. Upoznavanje s uređajem koje uključuje upoznavanje sa dostupnim senzorima, spajanje micro:bita s računalom i programiranje uređaja - prebacivanje priređenih programa na njega.

Za izvedbu nam je potreban micro:bit uređaj s baterijskim napajanjem te pametni uređaj s instaliranom aplikacijom „Bitty data logger“. Jedan od senzora kojeg micro:bit sadrži i kojeg ćemo koristiti za potrebe teme koju obrađujemo je senzor za mjerenje ubrzanja. Koncept problemski orijentirane nastave je da učenike prvo zainteresiramo za tematiku kroz kratku priču o danoj temi, a onda uđemo u detaljnu razradu same teme.

Kratka priča

Zemlja privlači sva tijela na površinu silom koju nazivamo sila teža. Učenike potaknemo na razmišljanje o tome kakva je to nevidljiva sila te kako ona dijeluje na njih i druga tijela na površini Zemlje. Jednostavan model Zemlje (za što može poslužiti i obična

lopta) na kojeg stavimo figurice ljudi da stoje s u Europi i zalijepimo ljude naopačke u npr. Novom Zelandu može izazvati zanimljive diskusije i pitanja učenika.

Duga priča

Da bi istražili kako djeluje ta nevidljiva sila teža na nas, trebamo napraviti mjerenja. U diskusiji trebamo krenuti od koncepta sile i što ona izaziva – gibanje. Kakvo gibanje izaziva sila teža? Da bi istražili svojstvo tog gibanja izvest ćemo pokuse – odnosno mjeriti odabrane fizikalne veličine.

Oblik gibanja koje ćemo istražiti je slobodni pad. Slobodni pad je jednoliko ubrzano gibanje tijela koje nastaje zbog djelovanja sile teže. Ubrzanje slobodnog pada ne ovisi o masi tijela. Sila teža je najveća na polovima Zemaljske kugle a najmanja na ekvatoru zbog spoljoštenosti našeg planeta na polovima tako da ubrzanje sile teže varira o tome gdje se na planetu Zemlji nalazimo. Osim na Zemlji, sila teža djeluje i na drugim planetima i nebeskim tijelima. Na Marsu je ona 38% Zemljine, pa je i ubrzanje toliko manje. Kada bismo pak otišli na Mjesec težina bi nam bila manja šest puta.

Literatura: Beštak Kadić Z.; Brković N.; Pećina P. : Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole, 4. izdanje , Alfa i Element, 2014.

Zadaci prije nastave

Upoznavanje učenika sa micro:bit uređajem. Vodič za učenike kroz micro:bit.

Izvedba nastave

Mjeriti ćemo ubrzanje slobodnog pada na Zemlji u ovisnoti o položaju osi micro:bita. Ima šest različitih slučajeva. Mi ćemo mjeriti samo u pozitivnom smjeru svake osi. Bočnim postavljanjem micro:bita tako da je tipka B tik pored stola i pokretanjem grafa na aplikaciji „Bitty data logger“ vidjet ćemo da je crvena linija grafa uzdignuta i kretati će se oko vrijednosti 1 u vremenu t a da će se plava i žuta nalaziti na vrijednosti nula. Vrijednost 1 na osi oordinata našeg grafa govori da je očitanje za X os približno 9,81 m/s^2. Sukladno tome postavimo micro:bit za mjerenje ubrzanja slobodnog pada za osi Y i Z. Za slučaj postavljanja micro:bita u smjeru osi Y tako da mu svi pinovi vertikalno leže na stolu, plava će linija biti uzdignuta i imati vrijednost 1, a crvena i žuta vrijednosti nula. Za slučaj da micro:bit leži na stolu tako da su mu LED lampice okrenute prema stolu žuta je linija uzdignuta i ima vrijednost 1, a crvena i plava se nalaze na vrijednosti nula

Rezultati mjerenja nam pokazuju da u svakom od navedenih položaja jedna krivulja grafa ima iznos 1 oko osi oordinata na grafu Data bitty loggera. Iznos 1 na grafu im približnu vrijednost od 9,81 m/s^2.

Zadaci nakon nastave

Probajmo upotrijebiti micro:bit za mjerenje ubrzanja tijela na ravnoj podlozi.

Neformalni zadaci

Zadatak za djecu. Nije obavezan kao domaća zadaća već je slobodne prirode. Ideja je da učenik sam smisli primjenu micro:bita kao mjernog instrumenta u drugim domenama fizike.

5. Zaključak

Problemski i istraživački usmjerna nastava fizika je zahtjevan zadatak za svakog nastavnika fizike. Ideja ovog rada je pokazati nastavnicima kako ublažiti financijske prepreke, te iskoristiti modernu tehnologiju kako bi učinili nastavu suvremenijom. U cilju toga smo prilagodili demonstracijske pokuse spojivši nastavu fizike sa nastavom informatike te pokazali kako je interdisicplinarnost nastavnih predmeta moguća. Micro:bit kao mjerni instrument u nastavi fizike se pokazao praktičnom solucijom gdje pomoću programiranja i moderne tehnologije izvodimo fizikalne pokuse koji su prisutni u osnovnim školama. Primjena micro:bita kao mjernog instrumenta u fizici - voltmetra, ampermetra, termometra, akcelerometra i fotometra prikazanih u ovom radu je samo djelić njegovih mogućnosti. Uz odgovarajuće vještine programiranja i malo mašte njegova se paleta primjene da svakako proširiti. Učenicima je učenje s mikroračunalom izazovno i zabavno a upravo je takva motivacija najjači preduvjet uspješnog poučavanja. To je učinkovit način usvajanja osnova programiranja gdje se kroz igru uče oblikovati naredbe i razmišljati poput algoritma. Kompetencije koje stječu jesu upravo one koje jamče sigurno zapošljavanje u budućnosti s obzirom da je potreba tržišta rada za programerima i informatičarima iz dana u dan sve veća i veća.

6. Literatura

- Bakić, N.: Iskustva IRIM-a: Kako zaobići formalni sustav i brzo, a radikalno potaknuti digitalnu pismenost i kreativnost. U: Prilozi za raspravu o obrazovnoj i kurikulnoj reformi Kritike i vizije – Crvena knjiga, ur. Paar, V. i Šetić, N., Hrvatski pedagoško-književni zbor, (2017) 141-144.
- Beštak Kadić Z.; Brković N.; Pećina P. : Fizika 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole, 4. izdanje , Alfa i Element, 2014.
- Eshach, H.; Fried, N. M. : Should Science be Taught in Early Childhood? // Journal of Science Education and Technology, Vol. 14, No. 3 (2005), 315-335.
- Mladenović, M. : Učenje i poučavanje programiranja temeljeno na igrama. // Prirodoslovno-matematički fakultet Split (2017), 1-7. www.pmfst.unist.hr/wp-content/uploads/2014/06/MonikaMladenovic_seminar.pdf
- Kadi, D. : Od čega se sastoji Micro:BIT koji uskoro stiže hrvatskim osnovnoškolcima, (2017) http://www.vidilab.com/micro-bit-iot/3352-bbc-micro-bithardver-uredaja
- Paar V.; Martinko S.; Ćulibrk T. : Fizika oko nas 7, udžbenik fizike u sedmom razredu osnovne škole, 2. izdanje, Školska knjiga, 2015.
- Pintarić, G. : Upotreba mikrokontrolera u nastavi fizike. // XIII. Hrvatski simpozij o nastavi fizike: Suvremeni kurikul i nastava fizike, urednik: Ivica Aviani, Hrvatsko fizikalno društvo (2017) , 241-245.
- Piperčević, M. : Programiranje mikroračunala i robotika u programu osnovnog obrazovanja. Završni rad. Pula : Sveučilište Jurja Dobrile, 2018. https://repozitorij.unipu.hr/islandora/object/unipu:2354/preview
- Ryan, R.M, Deci, E.L.: Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. American Psychologist, 55(1): 68-78, 2000.
- Tollervey H. N. : Welcome to Mu (2018). https://codewith.mu/en/tutorials/1.0/start

- URL1, 2017 Anonymous: Istraži brojne značajke micro:bita!, http://microbit.org/hr/guide/features/, 3.11.2018
- URL2, Moore's law wins: new chips have circuits 10,000 times thinner than hairs, (9.7.2015), *The Guardian* www.theguardian.com/technology/2015/jul/09/moores-law-new-chips-ibm-7nm
- URL3, Inventor's Kit for BBC micro:bit - TutorialBook, Version 1.6, Kitronik, Velika Britanija, 2017. https://www.kitronik.co.uk 29.10.2018.
- Novi kurikulum predmeta fizika u postupku donošenja, MZO, 2018.
- URL4, Inventor's Kit for BBC micro:bit - TutorialBook, Version 1.6, Kitronik, Experiment 7: wind power, Velika Britanija, 2017. https://www.kitronik.co.uk/blog/experiment-7-wind-power/
- URL5, Inventor's Kit for BBC micro:bit - TutorialBook, Version 1.6, Kitronik, Experiment 2: using a LDR and analog inputs, Velika Britanija, 2017. https://www.kitronik.co.uk/blog/experiment-2-using-an-ldr-analog-inputs/