

Uloga pokusa u nastavi fizike na daljinu

Zobundija, Elena

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:217:103358>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
MATEMATIČKI ODSJEK

Elena Zobundija

ULOGA POKUSA U NASTAVI FIZIKE NA DALJINU

Diplomski rad

Voditelj rada:

Dalibor Paar

Zagreb, 2021

Ovaj diplomski rad obranjen je dana _____ pred ispitnim povjerenstvom

u sastavu:

1. _____, predsjednik
2. _____, član
3. _____, član

Povjerenstvo je rad ocijenilo ocjenom _____.

Potpisi članova povjerenstva:

1. _____

2. _____

3. _____

sinu Davidu

Sadržaj

1. Uvod	7
2. Pokus u nastavi fizike na daljinu	9
2.1 Uloga pokusa u nastavi fizike na daljinu.....	12
2.2 Pokusi na daljinu u osnovnoškolskoj nastavi fizike.....	13
2.3 Anketa o izvođenju pokusa u online nastavi.....	27
3. Zaključak.....	29
Literatura	30

Sažetak

Jedan od ključnih faktora koji utječu na kvalitetu učenja fizike na daljinu je motivacija učenika. Motivacija je već dulje tema istraživanja u kontekstu suvremenog obrazovanja. Kada govorimo o nastavi fizike, istraživano je utječu li upravo pokusi na motivaciju učenika.

Pokusi iz fizike značajno utječu na motivaciju i mogu se primijeniti u nekoliko kognitivno motivacijskih tehnika poučavanja poput jednostavnih pokusa, problemskih i paradoksalnih pokusa, pokusa koje možemo primijeniti u svakodnevnom životu i dr.

Za motivaciju učenika značajni su jednostavni fizikalni pokusi, koji ne iziskuju velika sredstva i ujedno otvaraju široki kreativan prostor za nastavnike. No istraživanje među hrvatskim nastavnicima fizike je pokazalo da preko 50 % nastavnika nije uspjelo motivirati učenike izvođenjem pokusa na daljinu. Svjetska istraživanja prikazana u ovom radu pokazala su da postoji niz metoda kako pokus učiniti zanimljivim, odnosno povećati motivaciju učenika, pri čemu se posebno ističe učinak jednostavnih pokusa. To otvara prostor unaprjeđenju nastave fizike u Hrvatskoj.

Abstract

THE ROLE OF EXPERIMENTS IN DISTANCE LEARNING IN PHYSICS

Elena Zobundija

One of the key factors influencing the quality of distance learning in physics is student motivation. Motivation has long been a research topic in the context of modern education. When we talk about teaching physics, it has been investigated whether experiments influence students' motivation.

Experiments in physics significantly affect motivation and can be applied in several cognitively motivational teaching techniques such as simple experiments, problem and paradoxical experiments, experiments that we can apply in everyday life, etc.

Simple physical experiments are important for motivating students, which do not require large funds and at the same time open a wide creative space for teachers. However, research among Croatian physics teachers has shown that over 50% of teachers have failed to motivate students by conducting distance experiments. Other research presented in this paper has shown that there are a number of methods to make the experiment interesting, i.e. to increase student motivation, with special emphasis on the effect of simple experiments. This opens space for the improvement of physics teaching in Croatia.

1. Uvod

„Fizičari se služe promatranjem i mjerenjem, stvaranjem teorijskih modela te njihovom provjerom kroz eksperimente.“ [1]

U engleskom govornom području riječ *eksperiment* opisuje složene planirane zadatke koje izvode znanstvenici, dok je u hrvatskom govornom području to istoznačnica za pokuse (prema Hrvatskom strukovnom nazivlju). Ponekad se eksperiment naziva i praktični rad, gdje učenici promatraju ili manipuliraju stvarnim objektima ili materijalima ili svjedoče demonstracijama nastavnika. [19]

Upotreba pokusa u nastavi fizike znatno se promijenila tijekom zadnjih desetljeća. Prije mnogo godina nije bilo upotrebe računalnih simulacija i modernih pribora za pokuse. Pokus je sve zastupljeniji u nastavi fizike. Fizika je eksperimentalna znanost i ne može se učiti samo kroz teoriju te je poželjno svaku nastavnu jedinicu započeti s pokusom. Pokus može biti dodatna motivacija za nastavni predmet, ali je i temelj za shvaćanje prirodnih pojava i procesa. Različite studije pokazuju da učenici najbolje uče kada su uz misaone aktivnosti uključene i ručice, jer je bolja moć pamćenja kada vidimo i izvodimo pokus. [2]

Demonstracijski pokusi danas su sve više zamijenjeni pokusima u koje učenici izvode samostalno i/ili u grupi. Učenici na satu fizike su mali znanstvenici koji postavljaju hipoteze koje pomoću pokusa dokazuju ili opovrgavaju, dok učitelji pitanjima usmjeravaju učenike ka željenom ishodu. Glavna nit vodilja koja se javlja krajem 1960-ih je *I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand*, odnosno ukoliko učenik samostalno provjeri neki koncept onda će ga i shvatiti.

Ipak je izražena zabrinutost zbog ograničenja koja učenici imaju kada imitiraju znanstvenike. Od učenika se očekuje da pokušaju biti znanstvenici s unaprijed određenim odgovorima. To zapravo stvara pogrešnu predodžbu o eksperimentima i načinima kako znanstveno istraživanje funkcionira. Kako bismo procijenili učinkovitost pokusa u nastavi, potrebno je definirati kako pokusi izgledaju i koji su ishodi koje učenici usvajaju. Poticanje točnog promatranja i pažljivog bilježenja, provjeravanje činjenica i načela koja su već naučena, unaprjeđenje nastavnih metoda samo su neki od ciljeva koji se mogu postići praktičnim radom. [20]

Predloženi su sljedeći ciljevi: motiviranje učenika poticanjem interesa, poučavanje pomoću laboratorijskih vježbi, davanje uvida u znanstvenu metodu i razvijanje stručnosti u njezinoj upotrebi, razvijanje određenih znanstvenih stavova poput objektivnosti i spremnosti promjene zaključaka. [21]

Isto se može oblikovati kroz tri temeljna cilja: razvijanje praktičnih znanstvenih vještina i tehnika, biti znanstvenik koji rješava probleme te imati osjećaj za fizičke pojave. [22]

Popisi ciljeva i njihova raznolikost ne daju nam konkretne odgovore što se može postići praktičnim radom. Neki navedeni ciljevi su međusobno povezani i ne mogu se postići zasebno. Broj i složenost ciljeva pokazuju visoka očekivanja od praktičnog rada.

Problemi u postizanju ciljeva javljaju se jer ciljevi koje želimo ispuniti praktičnim radom razlikuju se od naših planova i želja. Istraživanja su pokazala kako laboratoriji nisu bolji od drugih metoda poučavanja prirodoslovnih koncepata i sadržaja, laboratoriji vjerojatno nisu bolji od ostalih metoda učenja istraživanja i stjecanja znanja istraživačkih vještina, laboratoriji mogu voditi boljoj motivaciji, ali to ne mora nužno rezultirati boljim postignućima. [23]

Prema [23] imamo nekoliko mogućih rješenja:

- Laboratoriji temeljeni na istraživanju poučavaju učenike znanstvenim metodama, vještinama i misaonim procesima. Razlika u odnosu na uobičajene laboratorije je ta da su učenici uključeni u sami proces planiranja eksperimenta koji će provoditi. Učenicima je zadan istraživački zadatak da odluče koje instrumente trebaju i na koji način će analizirati dobivene podatke.
- Kako učenici često ne vide koncept koji trebaju naučiti jer su zaokupljeni samim uređajima i instrumentima, mogu se formirati pred-laboratorijske vježbe u kojima bi se učenici upoznali sa uređajima i instrumentima, te naučili ih koristiti. Na taj način bi se kasnije bolje koncentrirali na samo istraživačko pitanje.
- Potrebno je jasno razdvojiti eksperimente od njihovih ciljeva u tri grupe: U prvoj grupi poučavali bi se koncepti i rješavale miskonceptije, u drugoj grupi učilo bi se kako istraživati, dok u posljednjoj grupi bi se učile vještine upotrebe instrumenata.

Na koji način učenici mogu dulje pamtiti naučena znanja stečena praktičnim radom? Na koji način možemo mjeriti učinkovitost eksperimenta? Na ova i slična pitanja ne možemo dati jednostavan odgovor. Kako je pamćenje najniža razina Bloomove taksonomije, za pretpostaviti je da učenici zapamte barem osnovni djelić praktičnog rada, jer se on nalazi na višoj razini kognitivnih sposobnosti.

Ponekad je teško i sami pokus uklopiti u neki nastavni sat, jer svaki pokus mora biti dobro osmišljen i planiran. Pitanje koje postavljamo u ovom radu je možemo li pokuse izvoditi na daljinu jednako učinkovito kao i na satu? Da bi dali odgovor na to pitanje, razmotrimo što utječe na motivaciju učenika.

2. Pokus u nastavi fizike na daljinu

Jedan od ključnih faktora koji utječu na kvalitetu učenja na daljinu je motivacija učenika. Motivacija je već dulje tema istraživanja u kontekstu suvremenog obrazovanja. Kada govorimo o nastavi fizike, istraživano je utječu li upravo pokusi na motivaciju učenika.

Otkriveno je da postoje dva seta kognitivno motivacijskih tehnika poučavanja. [24] Prvi čine kognitivne motivacijske tehnike poučavanja poput stimulacija kroz nesvjesnu percepciju i eksperimentiranje, korištenje modela prirodnih tijela i fenomena, rješavanje problemskih zadataka i projekata, demonstraciju jednostavnih eksperimenata i igračaka, uočavanje paradoksa i trikova, gledanje filmova, video programa i korištenje računala te upotreba humora u fizici.

Drugi set čine interdisciplinarne kognitivno-motivacijske nastavne tehnike. One uključuju „fiziku za život“ (sukladno kod nas uvedenom konceptu škole za život) što podrazumijeva proučavanje energije, okoliša i svemira. Zatim primjena fizikalnih znanja u tehnologijama (npr. razumijevanje otkrića koja su dovela do suvremenih tehnologija), proučavanje povijesti fizike kroz priče o fizičarima, njihovim životima i otkrićima. Tu je i široko popularno gledanje filmova i čitanje literature iz područja znanstvene fantastike. I na kraju ne manje važan interdisciplinarni kontekst je povezivanje fizike i umjetnosti što može biti motivirajuće za učenike koje privlače umjetnički koncepti.

Većina kognitivnih motivacijskih tehnika je bazirana na eksperimentima. Testiranjem hipoteze *Eksperimenti u fizici imaju bitnu ulogu u motivaciji* na dvije skupine učenika starih 14-15 godina (daroviti i nedaroviti učenici), učenici su mogli izabrati nekoliko odgovora od ponuđenih. Pitanje na koje su učenici odgovarali je:

Što te najviše privlači i interesira u nastavi fizike?

Ponuđeni odgovori bili su upravo prethodno definirane kognitivno motivacijske tehnike poučavanja. Zanimljivo je kako su najveći postotak odgovora odnijeli upravo odgovori o demonstraciji jednostavnih eksperimenata i igračaka (72.3% darovitih učenika, te 84% nedarovitih učenika) i uočavanju paradoksa i trikova (72.3% darovitih učenika, te 82% nedarovitih učenika) [17]. Kognitivne motivacijske tehnike bazirane na eksperimentima iz fizike snažno utječu i na darovite i na nedarovite učenike.

Treba istaknuti da je oko 50% učenika iz obje skupine istaknulo *fiziku za život* kao privlačnu opciju. Životi fizičara i povezivanje s umjetnošću očekivano više interesira darovite učenike.

Najveća razlika u interesu za rješavanje problema i projekte što interesira 36 % darovitih i samo 8 % nedarovitih učenika. Zanimljivo je da su znanstveno-fantastični sadržaji motivirajući za 46 % nedarovitih i 22 % darovitih učenika što pokazuje da taj segment treba bolje integrirati u obrazovni kontekst. Humor u fizici važan je za 41 % darovitih i 48 % nedarovitih učenika. To nije iznenađenje i možemo reći da je to dio širih razmišljanja o važnosti dobre atmosfere u razredu za savladavanje učenicima teških tema.

Jednostavni pokusi u nastavi fizike

Na temelju prethodnih istraživanja može se zaključiti kako pokusi iz fizike imaju bitan motivacijski utjecaj na učenike. Jednostavni pokusi spadaju pod poseban tip školskog pokusa. Jednostavne pokuse definiramo prema opisu njihovih aspekata, a to su aktivnost učenika, jednostavna realizacija, kreativnost učenika i učitelja, prevencija miskoncepcija i dr. Jednostavni pokusi su izvor jake motivacije jer aktiviraju kognitivne potrebe. [17] Ukoliko nastavnik pripremi jednostavne pokuse, ili primijeni pokus u svakodnevnom životu, već na taj način može motivirati učenika za daljnji rad. Jednostavnim pitanjem poput *Kako nastaje duga?* u učeniku možemo pobuditi neku znatiželju i/ili želju da se nauče fizikalni koncepti kojima će razumjeti pojavu iz svakodnevnog života.

Pitanje kako implementirati jednostavne fizikalne pokuse u nastavu fizike nije trivijalno. Činjenica je da danas pokusi koje izvode nastavnici fizike često nisu prikladni ili dovoljni za razvoj znanja i vještina učenika. Zato bi fokus trebalo staviti na edukaciju nastavnika o tome na koji način uključiti jednostavne fizikalne pokuse u nastavni proces. Dakle fokus se stavlja na jednostavne pokuse iz razloga što se njima postiže najjači motivacijski efekt. Istaknimo za kraj koji su to elementi koji definiraju značaj jednostavnih pokusa u nastavi :[17]

- Transparentnost
- Aktivnost učenika
- Jednostavna realizacija
- Kreativnost učenika i nastavnika
- Niska cijena pokusa
- Onemogućavanje miskoncepcija
- Motivacijski efekti.

Jednostavni pokusi aktiviraju istodobno više kognitivnih potreba što rezultira u jakim motivacijskim utjecajem. Osim što su jeftini, dakle široko dostupni svima u obrazovanju, oni omogućavaju izvedbu kako u učionici tako i kod kuće. Tu dolazimo do nastave na daljinu gdje kroz jednostavne pokuse imamo opremu i metode što učenici praktično mogu raditi kod kuće, a da istodobno dobivamo pozitivan obrazovni učinak.

Jednostavni pokusi otvaraju široki kreativan prostor za nastavnike. Primjeri implementacije jednostavnih pokusa su brojni, a mnogi su posebno prikladni za izvedbu nastave na daljinu. Neki primjeri tipova pokusa su:

- Impresivni a jednostavni fizikalni pokusi i opažanja (npr. demonstracija optičkih i astronomskih fenomena)
- Problemi i paradoksi kroz jednostavne fizikalne pokuse (npr. efekt tlaka zraka kod okretanja čaše s vodom prekrivene papirom)
- Jednostavni fizikalni pokusi u svakodnevnom životu i spašavanju života (npr. razumijevanje hidrostatskog tlaka kod pružanja prve pomoći)
- Zabavno-edukativni fizikalni pokusi (koji uključuju različita čula, kretanje i opuštanje, posebno je važan pozitivan motivacijski učinak različitih igračaka npr. za izradu mjehurića sapunice, jo-jo, klackalice, kaleidoskopi)
- Obiteljski fizikalni pokusi (obitelji educiraju npr. o fizici mikrovalne pećnice, mobilnih telefona i o rizicima svakodnevnog života)

- Jednostavni fizikalni pokusi uz podršku računala (video snimanje pokusa, upotreba mikroračunala kao što je micro:bit)
- Jednostavni fizikalni pokusi za razvoj vještina i kreativnosti (izazovi koje učenici mogu rješavati na različite kreativne načine).

2.1 Uloga pokusa u nastavi fizike na daljinu

Zbog pandemije koronavirusom 2020./2021. godine, nastava se u Republici Hrvatskoj jedno vrijeme odvijala online, te su se nastavnici fizike morali pripremiti za online nastavu. Online nastavu bilo je moguće organizirati npr. preko Loomena, MS Teamsa, Google Classrooma, Zooma i sl. [3] te su nastavnici bili u mogućnosti koristiti i neke dostupne digitalne sadržaje poput Edutorija ili Portala Nikola Tesla.

Neke od prednosti nastave na daljinu su: dostupnost izvora na internetu gdje se brže i lakše može doći do željenih informacija, vrijeme za učenje nije strogo definirano (osim kod online nastave u realnom vremenu), nije potreban poseban prostor [4], dok su nedostaci manifestirani poput manjka socijalne aktivnosti koja gotovo uvijek uzrokuje nedostatak motivacije [5], nedostatnost informatičke opreme [4] i dr.

Prema istraživanja koje je proveo NCVVO u lipnju 2020. godine [6], većina učenika nema vlastito računalo, te 25% učenika nema svoj mirni kutak za učenje. Stoga možemo zaključiti kako većina nema povoljne uvjete za rad od kuće, tj. online nastavu.

Prema istraživanju [7] pokazalo se da kod izvođenja demonstracijskog pokusa ima više učinka kada učenici aktivno sudjeluju i postavljaju hipoteze, provode eksperiment te iznose zaključke.

Postavlja se glavno pitanje kako izvesti pokus u online okruženju, a da učenici sudjeluju u njegovom izvođenju baš kao i na nastavi uživo?

Samostalno izvođenje pokusa kod kuće kod učenika može pridonijeti boljem razumijevanju samog nastavnog sadržaja, stvarati osjećaj znatiželje i uzbuđenja, te dodatne motivacije za uspjehom i učenjem. Kod problemski orijentirane nastave gdje nastavnik ne daje detaljne upute već učenik samostalno otkriva koncepte uz pomoć hipoteza i postavlja zaključke na temelju provedenog pokusa, može doći, uz niz pogrešaka i do krivog zaključka. To se zapravo i događa kod znanstvenika prilikom izvođenja pokusa u realnim uvjetima. Zato je vrlo važno (pogotovo dok znamo ishode) postaviti kvalitetna pitanja koja svakog učenika dovedu do željenog cilja.

2.2 Pokusi na daljinu u osnovnoškolskoj nastavi fizike

Izvođenje pokusa iziskuje puno vremena za pripremu i provedbu, ali ima pozitivan učinak na učenika. Kada se nalazimo u online nastavi, još je teže provesti neke pokuse jer učenici ne mogu direktno sudjelovati u njima. Demonstracijske pokuse možemo vrlo lako snimiti ili izvoditi u realnom vremenu preko nekih aplikacija. No, neke pokuse učenici mogu samostalno izvesti kroz projekt ili primijenimo princip obrnute učionice. U obrnutoj učionici učenje se odvija kod kuće, a sat se koristi za produblјivanje znanja, razbijanje miskoncepcija, te dodatno istra֓ivanje koncepta. [8] Na taj naćin možemo ućenika kroz jednostavne pokuse, koji se mogu izvoditi kod kuće, potaknuti na kreativnost i stvaralaštvo, a da prilikom proućavanja i izvođenja pokusa nauće neštо novo. Nastavnik pripremi uputu ućenicima prema kojoj ućenici samostalno kod kuće izvedu pokuse.

Kroz nekoliko jednostavnih primjera prikazat ćemo na koji naćin ućenici osnovnih škola mogu samostalno kod kuće proućavati neke nove koncepte sa priborom koji sigurno imaju kod kuće. Na dulje staze škole bi mogle opremiti ućenike dodatnim jednostavnim priborom što može biti praksa i u uvjetima kada se nastava izvodi u֓ivo.

Svjetlost i magnetizam sastavni su dijelovi kurikuluma i možemo pronaći vrlo jednostavne pokuse koje ućenici mogu izvesti samostalno uz pribor koji imaju kod kuće. Pomoću prvog i drugog pokusa prikazat ćemo jedan odgoјno-obrazovni ishod: Ućenik analizira rasprostiranje i odbijanje svjetlosti [1].

Za svaku temu izuzetno su bitna uvodna motivacijska razmišljanja. U ovom slućaju možemo postaviti sljedeća pitanja: Zaštо ne vidimo u mraku, a kada upalimo svjetlo tada vidimo predmete u prostoriji? Na koji naćin se svjetlost širi po prostoriji?

Ućenicima istaknemo da na ova i slićna pitanja odgovore nam daje fizika. Svjetlost je val (i ćestica) koja se širi pravocrtno po prostoriji. Kada svjetlost dođe do predmeta, odbije se od njega i ta reflektirana zraka „ulazi“ u naše oko. Snop reflektiranih zraka u našem oku stvara sliku predmeta. Ukoliko se ispred toćkastog izvora svjetlosti postavi neki mali predmet, na zidu iza predmeta možemo uoćiti sjenu. Sjena je mjesto u kojem ne dopire svjetlost iz izvora, a nastaje zbog pravocrtnog širenja svjetlosti.

Pokus 1. Šarene sjene [9]

Ishod: Ućenik analizira rasprostiranje svjetlosti

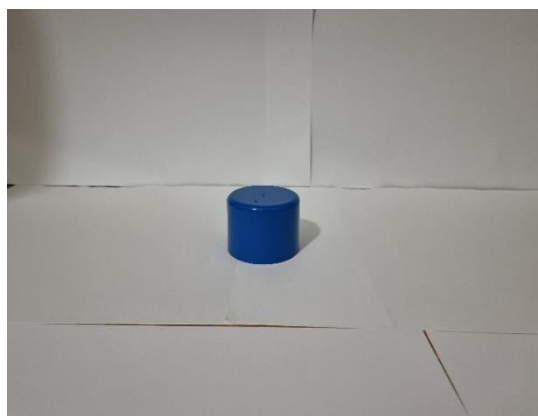
Pribor: Crveni izvor svjetlosti, zeleni izvor svjetlosti, plavi izvor svjetlosti, meta

(škare, prozirna folija, crveni, plavi i zeleni marker, svjetiljke i meta)



Slika 1. Pribor potreban za pokus Šarene sjene

Upute i objašnjenja: U zamračenu prostoriju postavimo kutak za projekciju pomoću papira kao na slici 2, te na sredinu stavimo neku metu koju ćemo obasjati svjetiljkama.



Slika 2. Postav pokusa

Pitanja koja možemo postavljati učenicima: Što ćemo vidjeti na zidu kada obasjamo predmet jednom svjetiljkom? Što kada obasjamo predmet sa 2 ili 3 svjetiljke?

Očekivani odgovori su da ćemo vidjeti sjenu, gdje broj sjena ovisi o broju izvora svjetlosti. Ukoliko imamo jedan izvor svjetlosti, imat ćemo jednu sjenu. Sa dva izvora svjetlosti imat ćemo dvije sjene.

Kako se svjetlost širi prostorom? Zašto nastaje sjena? Sjena nastaje upravo zbog toga što se svjetlost širi pravocrtno kroz prostor.

Za daljnji rad su nam potrebni filteri ukoliko nemamo izvore svjetlosti u boji. U nedostatku filtera u boji možemo izraditi vlastite. Prozirnu foliju, koju možemo pronaći u svakoj trgovini pod nazivom *folija za održavanje svježine namirnica*, izrežemo na manje kvadrate. Svaki kvadrat folije obojimo u jednu od boja; crvenu, plavu i zelenu pomoću permanentnih markera. Dobivene filtere zalijepimo na svjetiljke. Dobivene svjetiljke možemo vidjeti na slici 3.



Slika 3. Prikaz izrađenih svjetiljki

Vrlo je bitno postaviti pitanja koja potiču učenike da zapišu svoja predviđanja, jer ih na taj način potičemo na razmišljanje i kasnije na analizu i diskusiju zašto nešto nije bilo kao što su pretpostavili. *Što ćemo vidjeti na zidu ukoliko postavljeni predmet obasjamo npr. plavom svjetiljkom?*

S obzirom kako sam ovaj pokus izvodila u učionici, najzanimljiviji odgovor mi je bio da ćemo vidjeti plavu sjenu. Ne, ne ćemo vidjeti plavu sjenu, već će pozadina biti obasjana plavom bojom a sjena će biti tamna (crna) što možemo vidjeti na slici 4.



Slika 4. Predmet obasjan plavom svjetiljkom

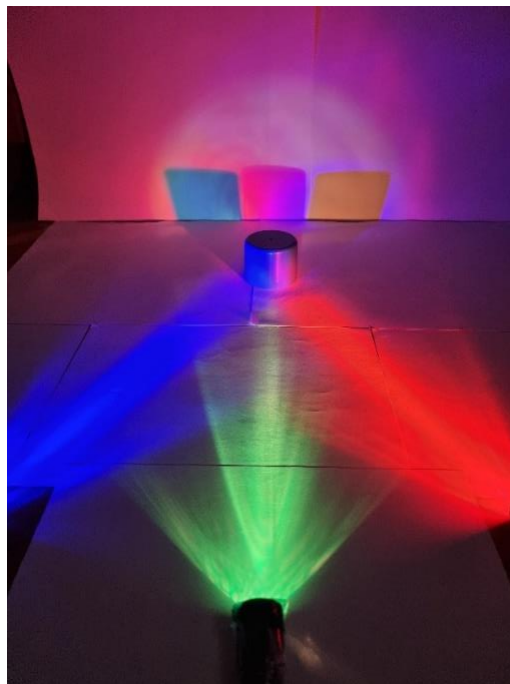
Što ćemo vidjeti na zidu ukoliko postavljeno predmet obasjamo crvenom i plavom svjetiljkom? Koliko sjena ćemo vidjeti? Ovdje će možda učenici ići analogijom sa plavim izvorom i reći kako ćemo imati ili sjene u plavoj i crvenoj boji ili jednostavno kako će obje sjene biti tamne (crne). Ovdje ćemo vidjeti plavu i crvenu sjenu, kao na slici 5. Zašto? Kako to možemo objasniti?



Slika 5. Crvena i plava sjena od plavog i crvenog izvora svjetlosti

Promatrajmo plavi izvor svjetlosti. Sjena toga izvora je crvene boje jer do toga mjesta dolazi samo crvena svjetlost. To možemo shvatiti tako da sjenu zamislimo kao mjesto sa kojega ne vidimo izvor svjetlosti. Kako stojimo u sjeni plavog izvora svjetlosti, tako ne vidimo plavi izvor svjetlosti, ali vidimo crveni izvor svjetlosti i zato je sjena crvene boje. Analognim načinom zaključivanja objasnili bismo i za plavu sjenu.

Što ćemo vidjeti na zidu ukoliko postavljene predmete obasjamo crvenom, plavom i zelenom svjetiljkom? Koliko sjena ćemo vidjeti? Koje će biti boje? Ovdje će učenici povući analogiju sa crvenim i plavim izvorom i reći da ćemo imati crvenu, plavu i zelenu sjenu. Ali, ne! Njihova predviđanja neće biti ispravna, već će im iznad glave biti veliki upitnik kako smo sada dobili neke nove boje.



Slika 6. Crveni, zeleni i plavi izvor svjetlosti daju redom cijan, magenta i žutu boju

Aditivno miješanje boja odvija se u našem oku zbog zbrajanja dviju ili više svjetlosti različitih valnih duljina. [10] Zbog aditivnog miješanja svjetlosti u sjeni crvenog izvora dolazi do miješanja plave i zelene boje te dobivamo cijan boju. Također zbog aditivnog miješanja svjetlosti u sjeni zelenog izvora dolazi do miješanja crvene i plave boje i dobivamo takozvanu magenta boju (roznu). Analogno, aditivno miješanje zelene i crvene daje žutu boju.

Učenicima također možemo reći da usmjere snopove sa sva tri izvora svjetlosti (zelene, plave i crvene svjetlosti) u jednu točku. *Koju boju ćemo tada vidjeti?* Odgovor je bijelu svjetlosti. Na slici 6 možemo zapravo i vidjeti polukrug bijele svjetlosti, no zbog nejednakih izvora nismo dobili savršenu situaciju da nam cijela pozadina bude bijela.

Sigurna sam da smo se u nekom trenutku života pronašli u situaciji da satom ili nekim sjajnim predmetom lovimo zraku sunca i projiciramo svjetlost na strop. Što se zapravo događa u tom trenutku? Ukoliko upadna zraka pada na ravno zrcalo pod nekim kutom s obzirom na okomicu zrcala, ona se reflektira pod istim kutom s obzirom na okomicu zrcala. Taj zakon refleksije učenici mogu vidjeti i usvojiti na jednom jednostavnom primjeru i prije spominjanja samog zakona refleksije na satu.

Pokus 2. Igra sa zrcalima [11]

Ishod: Učenik analizira odbijanje svjetlosti

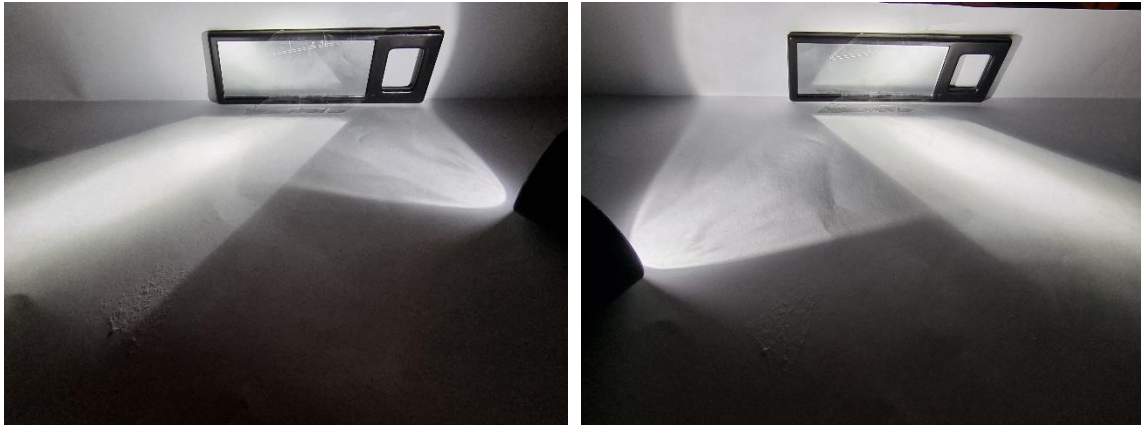
Pribor: Nekoliko malih zrcala, svjetiljka, (laser)

Upute i objašnjenja: Usmjerite snop svjetla na jedno zrcalo. Najprije snop svjetla postavite okomito na zrcalo, zatim lagano zakrenite svjetiljku prema lijevo pa prema desno. *Kako se ponašaju upadna i reflektirana svjetlost? Vraća li se reflektirana svjetlost uvijek u izvor svjetlosti?*

Na slici 7 možemo vidjeti primjer kada su upadne zrake svjetlosti okomite na zrcalo, te na slici 8 kada su pod nekim kutom u odnosu na okomicu zrcala.



Slika 7. Zrake svjetlosti padaju okomito na zrcalo



Slika 8. Zrake svjetlosti padaju pod nekim kutom s obzirom na okomicu zrcala

Ono što želimo da učenici uoče da smjer reflektirane zrake ovisi o kutu upadne zrake, odnosno da reflektirane zrake nisu uvijek okomite na samo zrcalo kao što bi učenici mogli pretpostaviti. Zato je uvijek bitno učenicima postaviti pitanja o njihovom predviđanju, oni tada postavljaju neku hipotezu koju pokusom dokazuju ili opovrgavaju.

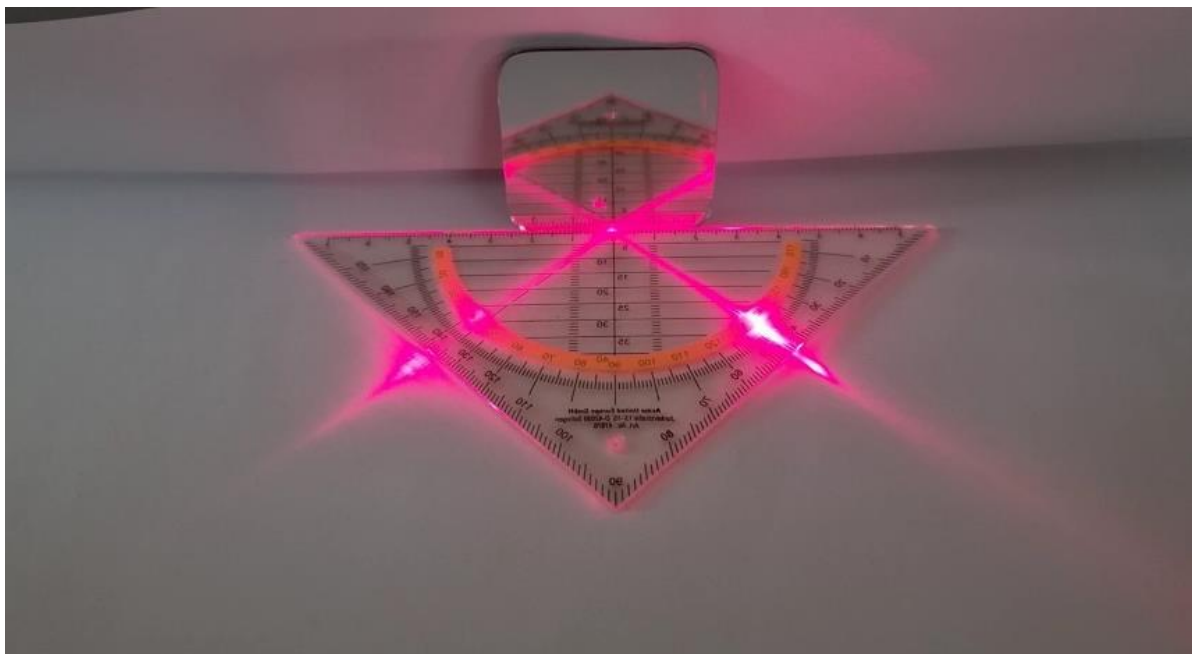
Sljedeći zadatak bi učenicima bio zapravo izazov. Morali bi postaviti čim više zrcala tako da se zrake reflektiraju uvijek u drugo zrcalo. Učenici kroz ovaj izazov zapravo nesvjesno koriste zakon refleksije, jer mogu uvidjeti položaje reflektiranih zraka i mjesta na koja mogu postaviti druga zrcala. Na slici 9 prikazala sam refleksiju na dva zrcala, ali uvijek možemo staviti još zrcala.



Slika 9. Refleksija svjetlosti

Dodatni zadatak učenicima bio bi da pomoću lasera istraže odnos upadne i reflektirane zrake. Neki učenici kod kuće možda imaju laser u nekim igračkama, pa bi ti učenici izveli taj pokus i pokazali bi ga drugim učenicima. Poželjno je da učenici fotografiraju izvedeni pokus, označe upadnu i reflektiranu zraku i pokušaju odgonetnuti u kakvom su odnosu te dvije zrake.

Uz zrcalo postavite kutomjer i usmjerite laser prema zrcalu kao na slici 10. Što možete uočiti? U kakvom su odnosu upadna i reflektirana zraka? Učenici bi zaključili kako su kutovi uz okomicu na zrcalu jednaki.



Slika 10. Reflektirana laserska zraka

Kroz jednostavne pokuse sa priborom koji učenici imaju kod kuće možemo nastavu fizike učiniti kvalitetnijom, zanimljivijom ali i poučnijom. Sljedeći pokus je vrlo jednostavan i nalazi se u kurikulumu 8. razreda (FIZ OŠ C.8.9. i FIZ OŠ D.8.9.) [1]

Pokus 3. Sunčeva svjetlost [12]

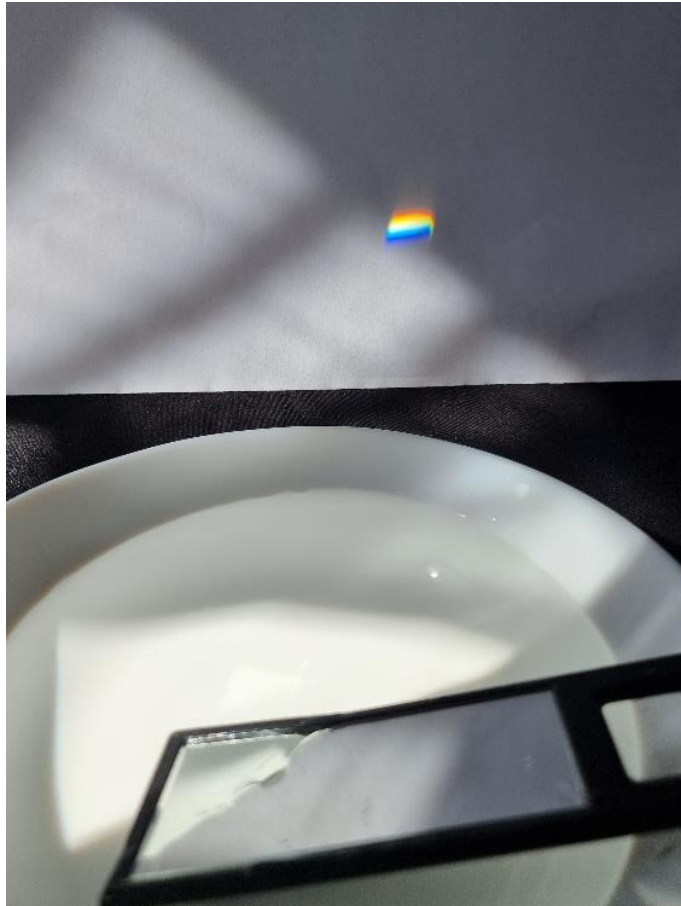
Ishod: Učenik objašnjava razlaganje svjetlosti na boje

Pribor: voda, posuda za vodu, zrcalo

Upute i objašnjenja: Potrebno je napomenuti kako je za izvođenje ovog pokusa potrebna sunčeva svjetlost, te pokus nije moguće izvesti kada je oblačno vrijeme.

U posudu ulijemo vodu i uronimo zrcalo tako da je na pola prekriveno vodom. Zrcalom lovimo sunčevu zraku i reflektiramo je na zid. Što možemo očekivati na zidu?

Učenici bi pomislili kako bi se ta sunčeva svjetlost samo reflektirala o zrcalo i na zidu bismo vidjeli samo bijelu svjetlost. Ali na zidu možemo uočiti dugu, kao na slici 11.



Slika 11. Refleksija sunčeve svjetlosti. Uočavamo dugine boje

Naša duga nastaje tako što sunčeva svjetlost prolazi kroz „vodenu prizmu“, lomi se na granici dva sredstva, te se razlaže na boje. Ovime smo pokazali kako je zapravo sunčeva svjetlost kombinacija crvene, narančaste, žute, zelene, plave i ljubičaste boje. Svjetlost je val, a svaki val možemo opisati valnom duljinom. Svaka boja naše duge ima svoju valnu duljinu te će o njoj ovisiti na kojem mjestu će se nalaziti koja boja. Najveću valnu duljinu ima crvena, a najmanju valnu duljinu ima ljubičasta boja.

Sljedećim setom pokusa prelazimo na drugo područje iz fizike gdje učenici mogu samostalno kod kuće izvoditi pokuse iz magnetizma. Magnetizam je omiljena tema u školi jer sve učenike privlači ta „magičnost“ u privlačenju/odbijanju magneta. No posjeduju li svi predmeti oko nas ta magična svojstva? Istražimo!

Sljedeći pokusi opisani su ishodom u kurikulumu [1] pod FIZ OŠ A.8.10., FIZ OŠ B.8.10., FIZ OŠ C.8.10., FIZ OŠ D.8.10. odnosno učenik istražuje fizičke pojave.

Pokus 4. Što sve privlače magneti? [13]

Ishod: Učenik istražuje magnetizam tvari.

Pribor: Magneti, škare, olovka, novčići, konopac, ravnalo i razni ostali predmeti

Upute i objašnjenja: Učenici pokušavaju privući magnetom ostale prikupljene predmete poput ravnala, novčića, olovke i sl. Predloženi predmeti nalaze se na slici 12. *O čemu ovisi privlači li magnet druge predmete ili ne?*



Slika 12. Pribor za istraživanje magnetizma tvari

Učenici pokusom uočavaju kako nisu svi predmeti magnetični, odnosno ne mogu se privući magnetom. Mogu sa lakoćom odrediti kako konopac, olovka, novčić i ravnalo se ne mogu privući magnetom, dok se spajalica za papir i metalni dio škara privlače magnetom. Ovim pokusom utvrdili smo kako ovisi o tvari od kojeg su napravljeni ti razni predmeti privlači li magnet druge predmete ili ne. Također bi učenici mogli zaključiti kako magneti privlače druge metale dok nemetale ne privlače, što nije u potpunosti točno. Novčić je metal, a ne možemo svaki novčić privući magnetom (možemo dati zadatak da istraže sve kovanice koje imamo u

Hrvatskoj, ustanovit će da su neke magnetične a neke nisu). Također zlatni prsten na ruci je metal, a također ga ne možemo privući magnetom (osim ako nije od čistog zlata). Magneti oko sebe stvaraju magnetsko polje i privlače neke predmete, a drugi predmeti nemaju to svojstvo privlačenja predmeta pa oni nisu magneti.

Sljedećim pokusom vidjet ćemo kako izgledaju linije magnetskog polja.

Pokus 5. Linije magnetskog polja [14]

Ishod: Učenik otkriva kako izgledaju linije magnetskog polja.

Pribor: magnet, kompas

Upute i objašnjenja: Proučimo kako se ponaša kompas u blizini magneta. Kompas postavimo sa svih strana magneta i bilježimo zapažanja. *Što će se dogoditi kada kompas stavimo pokraj magneta? Hoće li kompas uvijek pokazivati na istu stranu? Na koju stranu pokazuje kompas?*

Učenici zapažaju kako se kompas uvijek okreće na sjever i jug kada se nalazi pokraj magneta. To možemo i vidjeti na slici 13.



Slika 13. Kompas u magnetskom polju

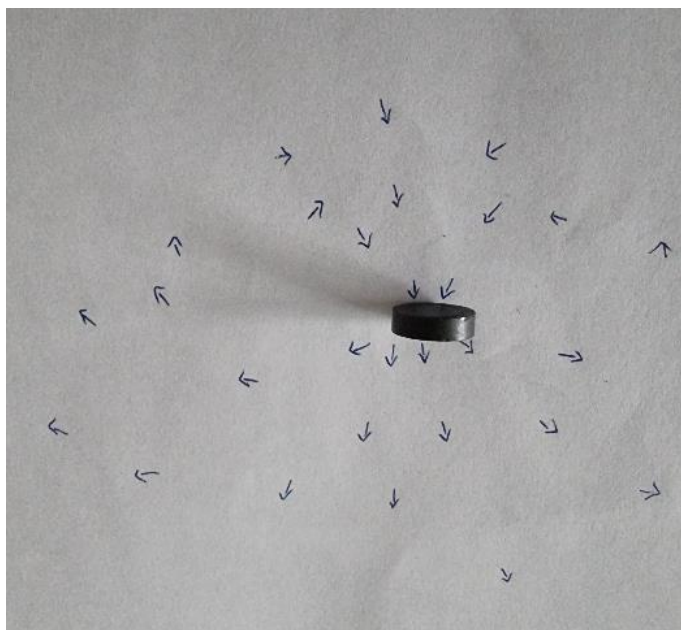
Pomoću slika možemo uočiti kako magnet ima dvije „strane“: Na jednoj stranici kompas pokazuje sjever u magnet, dok s druge strane kompas pokazuje jug u magnet. No, *što se događa u prostoru oko magneta?*

Magnet postavite kao na slici 14. Kompas mijenjajte položaj i strelicama pokraj kompas označite smjer sjevera. Proučite dobivenu skicu.



Slika 14. Postav pokusa

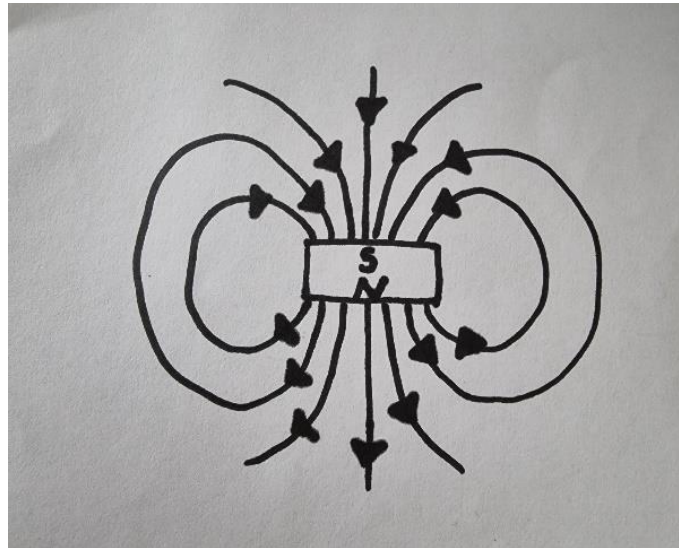
Nakon što smo vrijedno crtali strelice pokraj kompasu dobili smo mnogo strelica kao na slici 15.



Slika 15. Smjer magnetskog polja

Možemo vidjeti kako strelice sa jedne strane magneta ulaze, dok s druge strane strelice izlaze iz magneta. Također, gušćim prikazom strelica možemo uočiti kako strelice možemo povezati, te učenicima možemo reći kako olovkom povežu strelice kako oni misle da izgledaju linije magnetskog polja. Nakon što učenici izvedu pokus, nastavnik prikaže linije magnetskog polja

ilustrativno kao na slici 16. Definiramo kako svaki magnet ima dva pola, sjeverni i južni koje najčešće označavamo sa slovom S čija oznaka potječe od engleske riječi *south* što znači jug i označavamo slovom N čija oznaka dolazi od riječi *north* što u prijevodu znači sjever. Linije magnetskog polja su zatvorene krivulje koje izlaze iz sjevernog, a ulaze u južni pol.



Slika 16. Linije magnetskog polja

Cilj ovog pokusa bio je da učenici steknu osjećaj pomoću kompasa kako linije magnetskog polja izgledaju. Također je bitno učenicima naglasiti kako linije magnetskog polja prolaze kroz magnet, kako su to zatvorene linije koje kada su gušće označavaju da je magnetsko polje jače, odnosno kada su linije rjeđe tada je magnetsko polje slabije. Tamo gdje je magnetsko polje jače, magnet će jače privlačiti druge predmete iz prethodnog pokusa.

Sljedećim pokusom učenici će otkriti kako se ponašaju dva magneti u neposrednoj blizini. Privlače li se oni baš uvijek?

Pokus 6. Privlače li se magneti baš uvijek? [15]

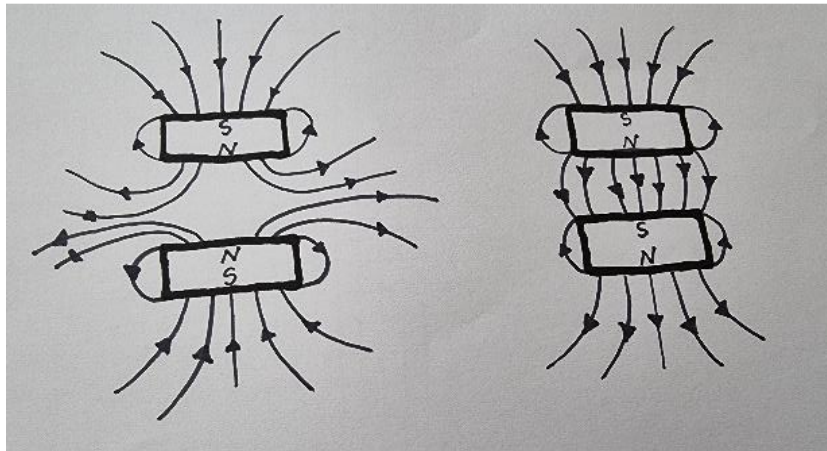
Ishod: Učenici otkrivaju kako se istoimeni polovi magneti odbijaju, a raznoimeni polovi privlače.

Pribor: Dva magneti, kompas

Upute i objašnjenja: Pokušajte jedan kraj magneti spojiti sa oba kraja drugog magneti. Što možete uočiti? Nacrtajte linije magnetskog polja između dva magneti.

Pomoću kompasa odredimo koji pol se nalazi s koje strane magneti. Sa svake strane magneti možemo markerom označiti sjeverni i južni pol na magnetu. Kada približimo magnet jedan prema drugome možemo uočiti ili kako se privlače ili kako se odbijaju.

Kao na slici 17., dolazimo do zaključka kako se istoimeni polovi odbijaju, dok se raznoimeni polovi privlače.



Slika 17. Linije magnetskog polja u prostoru dva magneta

Ovim pokusima smo pokazali kako uz samo nekoliko predmeta koje imamo kod kuće možemo učenicima podijeliti upute kako da samostalno izvedu pokuse.

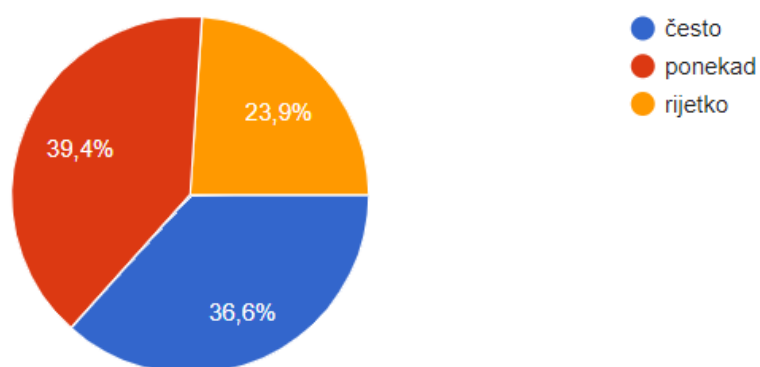
2.3 Anketa o izvođenju pokusa u online nastavi

Kreirala sam anketu kako bih prikupila što više informacija od strane nastavnika fizike kako su izvođeni pokusi u online nastavi. Anketa je postavljena u Facebook grupi *Školska zbornica* koja broji preko 20 000 nastavnika iz cijele Hrvatske. Odazvalo se 71 nastavnika od kojih 57.7% radi u osnovnoj školi, a preostalih 42.3% radi u srednjoj školi.

Pitanja i odgovori ankete su:

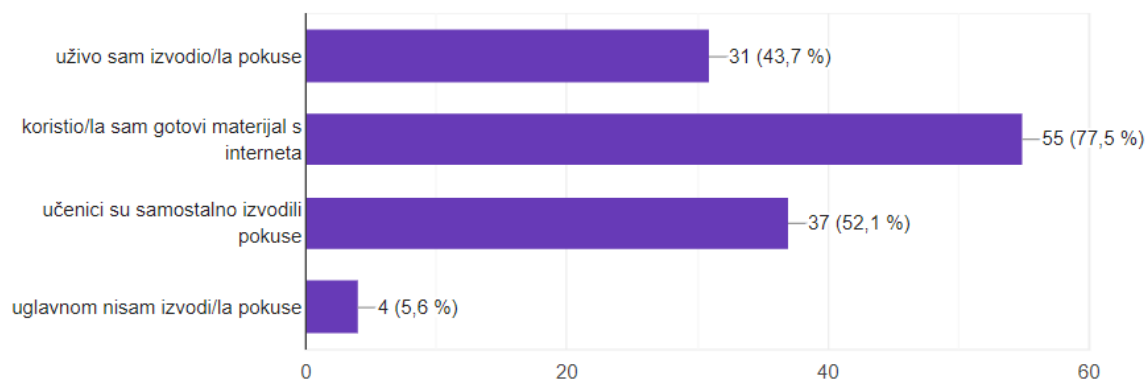
U online nastavi fizike koristio/la sam pokuse

71 odgovor



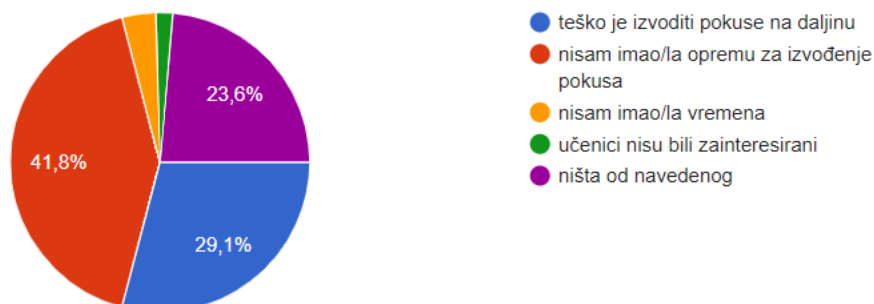
Na koji način ste pokuse uključili u nastavni proces (moguće više odabira)

71 odgovor



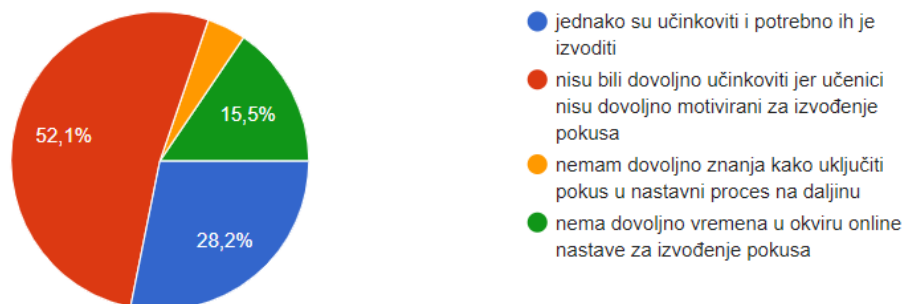
Ako ste rijetko izvodili pokuse na daljinu koji je razlog

55 odgovora



Kako ocjenjujete učinkovitost pokusa u odnosu na nastavu uživo

71 odgovor



Ove ankete možemo uzeti samo orijentacijski budući da se ne radi o slučajnom uzorku. Vrlo je vjerojatno da su u anketi sudjelovali nastavnici koji više pridaju važnost izvođenju pokusa u nastavi fizike.

Možemo uočiti kako su nastavnici fizike koristili pokuse u online nastavi fizike i to korištenjem gotovih materijala s interneta u najvećoj mjeri, ali i izvođenjem pokusa uživo. Ono što se mene najviše dojmilo, je da je čak 37 nastavnika odgovorilo kako su učenici i samostalno izvodili pokuse, a to je nešto što sam i ja opisala u ovom radu. Najčešći razlog rijetkog izvođenja pokusa na daljinu nastavnici navode kako nisu imali opremu za izvođenje pokusa, te da je teško izvoditi pokuse na takav način. Ono što više od pola ispitanika ističe jest kako pokusi u online nastavi (u odnosu na nastavu u živo) nisu bili dovoljno učinkoviti jer učenici nisu dovoljno motivirani za izvođenje pokusa.

U zadnjem dijelu ankete postavila sam prostor u kojem su nastavnici mogli postaviti neki komentar ili pitanje vezano za izvođenje pokusa u online okruženju. Komentirali su kako je pomoću Phet simulacija neke pokuse bolje izvoditi online, ali i kako nedostaje interaktivnosti jer su učenici rijetko samostalno započinjali raspravu. Online varijantu nastave usporedili su You Tubeom, jer učenici ne dožive osjet prave fizikalne pojave koja je ispred njih uživo. Također se ne može očekivati da učenici samostalno izvode pokuse jer nemaju adekvatan pribor i vještine.

3. Zaključak

Fizika je eksperimentalna znanost i ne može se učiti samo kroz teoriju te je poželjno svaku nastavnu jedinicu započeti s pokusom. Jedan od ključnih faktora koji utječu na kvalitetu učenja na daljinu je motivacija učenika. Motivacija je već dulje tema istraživanja u kontekstu suvremenog obrazovanja. Kada govorimo o nastavi fizike, istraživano je utječu li upravo pokusi na motivaciju učenika.

Pokusi iz fizike značajno utječu na motivaciju i mogu se primijeniti u nekoliko kognitivno motivacijskih tehnika poučavanja poput jednostavnih pokusa, problemskih i paradoksalnih pokusa, pokusi koje možemo primijeniti u svakodnevnom životu i dr.

Motivirati učenika je jako teško, jer ne znamo njegove intrinzične želje i motive, ali vjerujem kako uz pomoć pokusa u nastavi fizike na daljinu možemo učenicima prikazati jednu lijepu stranu fizike, motivirati ga za rad i u njemu pobuditi malog znanstvenika željnog za daljnja istraživanja.

Istraživanje među hrvatskim nastavnicima fizike je pokazalo da preko 50 % nastavnika nije uspjelo motivirati učenike izvođenjem pokusa na daljinu. No svjetska istraživanja prikazana u ovom radu pokazala su da postoji niz metoda kako pokus učiniti zanimljivim, odnosno povećati motivaciju učenika, pri čemu se posebno ističe učinak jednostavnih pokusa koji otvaraju široki kreativan prostor za nastavnike.

To otvara prostor unaprjeđenju nastave fizike u Hrvatskoj. Pri tome hrvatski nastavnici uvođenjem suvremenih pristupa uz pomoć jednostavnih pokusa mogu bitno povećati motivaciju učenika, kako u okviru nastave na daljinu tako i kroz nastavu u učionici.

Literatura

1. Narodne novine, *Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet fizike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj* (2019.) [Internet] <raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_10_210.html> (veljača 2021.)
2. Sciansation (2015.) [Internet] <raspoloživo na: <https://www.sciansation.org/teacher.html>> (veljača 2021.)
3. Carnet, *Online sustavi za organizaciju i provođenje nastave na daljinu*, [Internet] <raspoloživo na: <https://www.carnet.hr/wp-content/uploads/2020/08/Online-sustavi-za-organizaciju-i-provo%C4%91enje-nastave-na-daljinu1.pdf>> (kolovoz 2021.)
4. Mihaljević, Josip (2016): *E-učenje i hrvatski jezik*, Hrvatski jezik 3,. str. 24-27 [Internet] <raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/171402>> (kolovoz 2021.)
5. Jukić, Dina (2017) *Tehnička pripremljenost i motiviranost studenata hrvatskih sveučilišta za online oblik nastave*, Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i obrazovanja, LXIII broj 1,. str. 93-102, [Internet] <raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/193882>> (kolovoz 2021.)
6. Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja (2020.), *Ispitivanja o iskustvima i zadovoljstvu nastavom na daljinu*, [Internet] <raspoloživo na: https://mk0ncvvot6usx5xu4d.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2020/09/NCVVO_Ispitivanja-o-nastavi-na-daljinu.pdf> (kolovoz 2021.)
7. Svedružić, Antonio (2008.): *Demonstracijski pokus u nastavi fizike*, Metodika: časopis za teoriju i praksu metodika u predškolskom odgoju, školskoj i visokoškolskoj izobrazbi, Vol. 9 No. 17, str. 337-344, [Internet] <raspoloživo na: <https://hrcak.srce.hr/34808>> (kolovoz 2021.)
8. *Primjena scenarija poučavanja, digitalnih alata i obrazovnih trendova* – priručnik (2017), Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet, Zagreb
9. The Physics Classroom, *Using the interactive*, [Internet] <raspoloživo na: <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Light-and-Color/Colored-Shadows/Colored-Shadows-Interactive>> (kolovoz 2021.)
10. Hrvatska enciklopedija, *Aditivno miješanje boja*, [Internet] <raspoloživo na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=493>> (kolovoz 2021.)
11. Sciansation, *Mirror targeting*, [Internet] <raspoloživo na: https://www.sciansation.org/hands-on_experiments/e5080p_mirrorTargeting.html> (kolovoz 2021.)
12. Sciansation, *The true colors of white*, [Internet] <raspoloživo na: https://www.sciansation.org/hands-on_experiments/e5075p_trueColorsOfWhite.html> (kolovoz 2021.)
13. Sciansation, *Magnetism*, [Internet] <raspoloživo na: https://www.sciansation.org/hands-on_experiments/e5050p_magnetism.html> (kolovoz 2021.)

14. Sciansation, *Mapping the magnetic field* , [Internet] <raspoloživo na:https://www.sciansation.org/hands-on_experiments/e5052p_mappingMagneticField.html> (kolovoz 2021.)
15. Sciansation, *Do equal poles attract each other?* , [Internet] <raspoloživo na:https://www.sciansation.org/hands-on_experiments/e5053p_equalMagneticPoles.html> (kolovoz 2021.)
16. K. Havliček *Experiments in Physics Education: What do Students Remember WDS'15 Proceeding of Contributed Papers- Physics* (2015.), 144-148
17. J. Trna, P. Novak *Motivational Effectiveness of Experiments in Physics Education*, 2014.
18. Hrvatsko strukovno nazivlje, Pokus, [Internet] <raspoloživo na: <http://struna.ihjj.hr/naziv/pokus/2624/>> (kolovoz 2021.)
19. Nuffield Foundation, *Teaching and learning using practical work* , [Internet] <raspoloživo na: <https://www.stem.org.uk/resources/collection/459830/practical-work-learning>> (kolovoz 2021.)
20. Kerr, J., *Practical Work in School Science*, Leicester: Leicester University Press, 1963
21. Hodson, D., *A critical look: at practical work in school science*, School Science Review, 71 (256): str. 33–40., 1990.
22. Woolnough, B. and Allsop, T., *Practical Work in Science*, Cambridge: Cambridge University Press., 1985.
23. Berg, E. van den, *The PCK of teaching in the laboratory: Turning manipulation of equipment into manipulation of ideas*, In: O. de Jong & L. Halim (eds): *Teachers' Professional Knowledge in Science and Mathematics Education: Views from Malaysia and Abroad*, Publisher: Faculty of Education, Universiti Kebangsaan Malaysia, str. 85–110, 2009.
24. Trna, J., Trnová, E (2006). *Cognitive Motivation in Science Teacher Training*. In *Science and Technology Education for a Diverse World*. Lublin : M. Curie-Sklodovska university press, str. 491-498.

Životopis

Rođena sam 1993. godine u Koprivnici. Osnovnu školu profesora Franje Viktora Šignjara u Virju završila sam 2008. godine nakon koje sam upisala gimnaziju dr. Ivana Kranjčeva u Đurđevcu. Godine 2012. upisala sam integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij matematike i fizike, nastavnički smjer na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu. U trenutku pisanja diplomskog ispita, kao redovna studentica na imenovanom fakultetu, ponosna sam majka sedmogodišnjeg sina.