



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



Primena jednostavnih eksperimenata pri obradi nastavne teme: „Geometrijska optika“ za III razred gimnazije

- Master rad -

Mentor:

Dr. Dušanka Obadović

Student:

Marina Dorocki

Novi Sad, 2012. godine

*Najiskrenije se zahvaljujem
svojoj mentorki Dr. Dušanki Obadović
na stručnoj pomoći i korisnim savetima.
Hvala i mojoj porodici na strpljenju i podršci.*

Sadržaj

1	Uvod	4
1.1	Naučno obrazovanje i naučni metod.....	4
1.2	Projekat „Ruka u testu“	6
2	Teorijska obrada nastavne teme „geometrijska optika“	6
2.1	Geometrijska optika	6
2.2	Ogledala.....	8
2.3	Sočiva.....	9
2.4	Nedostaci sočiva.....	11
3	Metodologija istraživanja	13
3.1	Predmet, cilj i zadaci istraživanja.....	13
3.2	Časovi eksperimentalne obrade nastavne teme „Geometrijska optika“	14
3.2.1	Realizacija prvog časa	14
3.2.2	Realizacija drugog časa.....	16
3.2.3	Realizacija trećeg časa	19
3.2.4	Realizacija četvrtog časa	22
4	Online učionica i kuhinja kao laboratorija	24
5	Analiza rezultata istraživanja i diskusija	26
6	Zaključak	29
7	Literatura	29
8	Prilog 1.....	31

1 Uvod

Da bi nastava fizike bila efikasna potrebno je u nju uključiti sve metodičko didaktičke pristupe. Pored frontalnih predavanja, rada u grupama, izrade računskih zadataka, multimedije, veoma bitan pristup je i primena jednostavnih eksperimenata. Jednostavni eksperimenti pogodni su za demonstraciju i realizaciju teme koja se obrađuje primenom naučnog metoda. U radu je prikazana primena jednostavnih eksperimenata pri obradi nastavne teme: „Geometrijska optika“ za III godinu gimnazije. Eksperimenti su rađeni tako da učenici sami postavljaju pretpostavke, istražuju, razmenjuju iskustva i dolaze do zaključaka. Svaki učenik ima svoju svesku za eksperimente, u koju piše pretpostavke, zapažanja i zaključake. U ovakvim situacijama često dolazi do pojave „oluje ideja“ („Brainstorming“) gde učenici iznose veliki broj ideja na osnovu kojih se organizuje kratka diskusija i donose zaključci. Ovakav pristup pruža učenicima veliku autonomiju, podstiče razvoj njihove samostalnosti i kreativnost u procesu istraživanja, koja vode ka potpunom opisivanju pojave koja se istražuje. Profesor je mediator celog procesa i njegova uloga je da usmerava učenike prilikom realizacije jednostavnih ogleda i potvrđivanja postavljenih hipoteza, kao i formulacije zaključaka. Primenom ove metode stvara se podsticajna i aktivna atmosfera. Osnovni cilj primene naučnog metoda u svakodnevnoj školskoj praksi je postepeno usvajanje naučnih koncepta i operacione tehnike, što kao jednu od posledica ima konsolidaciju pismenog i usmenog izražavanja.

1.1 Naučno obrazovanje i naučni metod

Cilj naučnog obrazovanja nije saznanje o stvarima, činjenicama i teorijama, nego napredak ka ključnim idejama koje omogućavaju razumevanje događaja i fenomena bitnih za život. U tom smislu škola bi trebala da podstiče učeničku radozonalost o svetu, zadovoljstvo u naučnim aktivnostima i razumevanje načina na koji mogu biti objašnjeni prirodni fenomeni. Nauka bi trebalo da bude uvedena i predstavljena đacima u školi kao aktivnost koju realizuju ljudi, uključujući i njih same. Lična iskustva otkrivanja i povezivanja starih i novih iskustava ne samo da ih podstiču u istraživanju nego im i potvrđuju da, primenjujući naučni metod, mogu i uvećati postojeća znanja. Sve zajedno podstiče pozitivne emotivne odgovore koji se ogledaju u motivisanosti za dalje učenje.

Naučno obrazovanje ima višestruke ciljeve. Ono bi trebalo da teži da razvija:

- ✚ razumevanje velikih ideja u nauci koje uključuju i ideje iz nauke i ideje o nauci i njenoj ulozi u društvu
- ✚ naučnu sposobnost u vezi sa sakupljanjem i korišćenjem činjenica
- ✚ naučne stavove

Neophodan je jasan napredak ka ciljevima naučnog obrazovanja, ukazivanjem na ideje koje je potrebno realizovati na različitim nivoima, oslanjajući se na pažljivu analizu koncepta, tekućeg istraživanja i razumevanja načina učenja. Posmatrajući kako učenici daju smisao onom što su iskusili, možemo da ponudimo bogat opis promena u njihovom načinu mišljenja, koje ukazuju na napredak ka postavljenim ciljevima.

U cilju prelaska sa tradicionalne škole na aktivnu školu, naučni princip je od velike važnosti. Naučnim metodom učenici se aktivno uključuju u izučavanje stvarnosti pomoću kojeg se sve informacije i trvdnje moraju dokazati pre nego što se prihvate. Ništa se ne sme uzeti apriori tačnim, već sve tvrdnje moraju biti proverene i ako se eksperimentalno potvrde, mogu se prihvati kao istinite.

Naučni metod u nastavi se zasniva na sledećim principima:

1. Učenik posmatra predmete i fenomene iz realnog sveta i eksperimentiše na njima.
2. Tokom istraživanja učenik razmislja i dokazuje, diskutuje dobijene rezultate i sa drugim učenicima razmenjuje iskustva.
3. Nastavnik je posrednik između nauke i učenika, i vodi aktivnost tako da se ostvaruje napredak u izučavanju. Pomaže pri formulaciji zaključaka i stavlja ih u kontekst naučnih znanja.
4. Aktivnosti se organizuju u više nastavnih jedinica u sklopu nastavne teme, učenicima se ostavlja velika autonomija i dovoljno vremena za stabilizaciju stečenih znanja.
5. Učenik ima svesku za eksperimentalni rad koja mu omogućava uvid u postignute rezultate i napredak.
6. Osnovni cilj je postepeno usvajanje naučnih koncepata i eksperimentalne tehnike, te konsolidacija pismenog i usmenog izražavanja.
7. Omogućuje se porodici i lokalnoj zajednici da prate rad učenika.
8. Univerziteti i naučni instituti podržavaju uvođenje naučnog metoda u nastavu te otvaraju laboratorije za učenike i nastavnicima pomažu prilikom rešavanja konkretnih problema u realizaciji nastave.

1.2 Projekat „Ruka u testu“

Projekat „*La main à la pâte*“ pokrenut je 1996. godine od strane profesora Žorža Šarpaka (Georges Charpak, nobelovac 1992) i Francuske Akademije nauka. Njen cilj je da u okviru osnovne škole promoviše naučno istraživački pristup. U Srbiji je ovaj projekat, pod nazivom „Ruka u testu“, pokrnuo 2001. godine naučni savetnik Stevan Jokić (dobitnik nagrade za nučno opismenjavanje dece planete „purKwa“ 2007. godine).

Pedagoški pristup ovog projekta u prvi plan stavlja konstrukciju znanja kroz istraživanje, eksperimentisanje i diskusiju. On ima za cilj da predstavi nauku kroz aktivnost, pitanja, istraživanje, eksperimentisanje, a ne učenjem suvoparnih iskaza koje treba memorisati. Učenici sami realizuju eksperimente, razmišljaju i diskutuju da bi razumeli rezultat koji su dobili. Nastavnik je tu samo kao moderator koji učenike usmerava na prave odgovore, ali ne radi umesto njih. Učenik tako ima priliku da iskaže i diskutuje svoj stav, a nastavnik je tu da koriguje jezičke nepravilnosti prilikom izražavanja. Jedan od bitnih elemenata ovog učenja je i posedovanje eksperimentalne sveske, koju svaki učenik samostalno pomunjava. Ona mu služi za zapisivanje ideja, eksperimenta, rezultata, analize i zaključaka koje sam postigne. Bitno je da se svakoj temi posveti dovoljno dugo vremena kako bi se moglo obaviti prepravljanje, reformulacija i stabilizacija stečenih znanja.

2 Teorijska obrada nastavne teme „geometrijska optika“

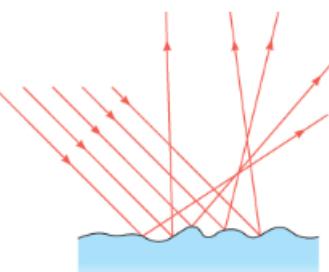
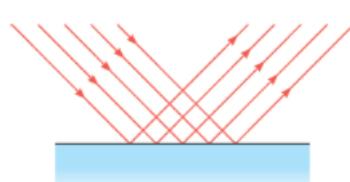
2.1 Geometrijska optika

Geometrijska optika se zasniva na četiri empirijska zakona:

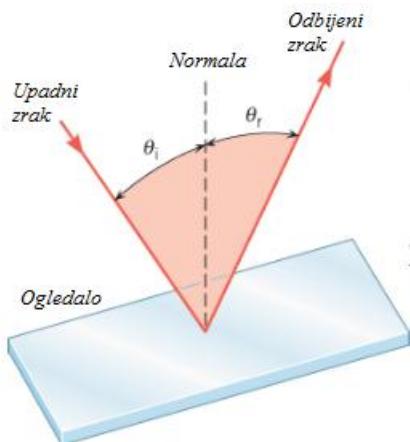
1. U optički homogenoj sredini svetlost se prostire pravolinijski
2. Zakon nezavisnosti prostiranja svetlosti
3. Zakon odbijanja svetlosti :

Osnovni oblici odbijanja svetlosti su ogledalska (slika 1) i difuzna (slika 2).

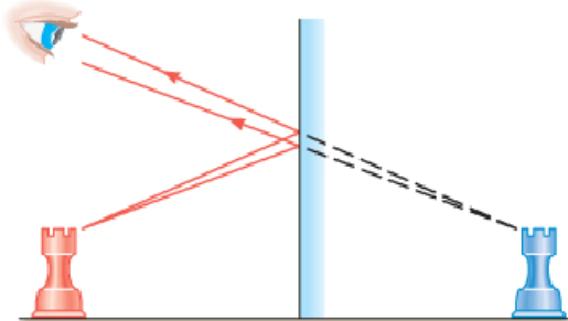
Ogledalska refleksija: Upadni ugao jednak je odbojnemu ugлу. Upadni zrak, normala na graničnu površinu i odbojni zrak leže u istoj ravni (slika 3).



Slika 2. Difuzno odbijanje



Slika 3. Zakon odbijanja



Slika 4. Formiranje lika kod ravnog ogledala

Likovi koji nastaju u preseku imaginarnih zraka su imaginarni. Predmet i njegov lik stoje simetrično u odnosu na ravan ogledala i iste su visine, kao na slici 4.

4. Zakon prelamanja svetlosti:

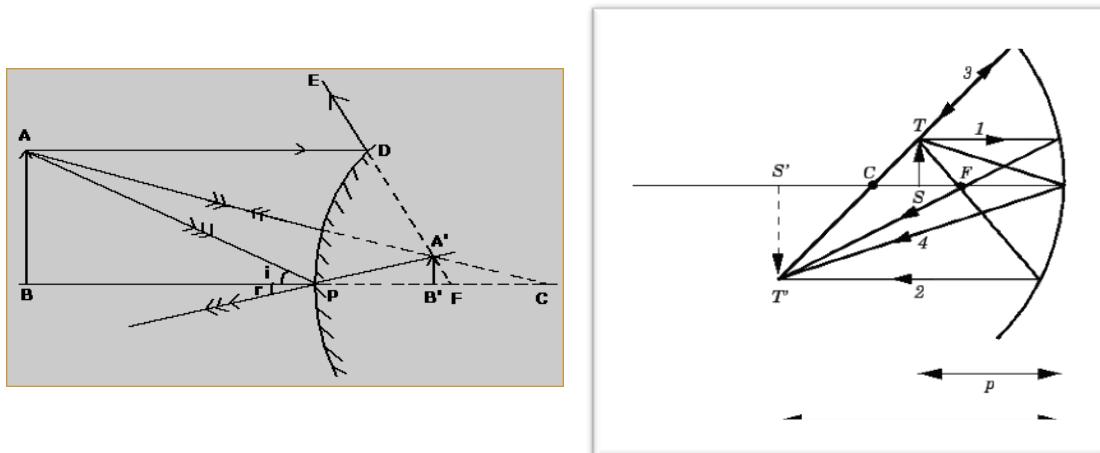
Pri prelasku svetlosti iz optički ređe u optički gušću sredinu zrak se prelama ka normale. Pri prelasku svetlosti iz optički gušće u optički ređu sredinu zrak se prelama od normale.

Osnovni pojmovi geometrijske optike su: **svetlosni zrak**, **svetlosni snop** i **tačkasti svetlosni izvor**. Zastupljenost geometrije u rešavanju tih problema odredila je i naziv ove oblasti: **geometrijska optika**.

2.2 Ogledala

Osim ravnih ogledala postoje i ogledala čije su uglačane odbojne površine zakrivljene, najčešće sfernog oblika. Sferna ogledala predstavljaju delove sfernih površina. Mogu da budu izdubljena (konkavna i ispučena (konveksna), zavisno koja je strana ogledala uglačana, to jest sa koje strane se odbija svetlost.

Na slici 5 prikazani su karakteristični zraci na osnovu kojih je moguće konstruisati lik predmeta u konkavnom, odnosno konveksnom ogledalu. Za konkavno ogledalo uočavamo sledeće karakteristične zrake: 1. Zrak koji ide od predmeta paralelno sa optičkom osom odbija se od ogledala tako da prolazi kroz žiju ogledala. 2. Zrak koji prolazi kroz žiju ogledala odbije se paralelno sa optičkom osom. 3. Zrak koji ima pravac prema centru kružnice odbija se u istom pravcu. 4. Zrak koji pada na teme ogleda, imaće isti upadni i odbojni ugao u odnosu na optičku osu. Slično imamo i za konveksno ogledalo.



Slika 5. Karakteristični zraci konveksnog (levo) i konkavnog (desno) ogledala

Tačka F u kojoj se seku paralelni zraci sa glavnom optičkom osom posle odbijanja od ogledala naziva se *žiža* ogledala. Rastojanje od temena ogledala do žiže zove se *žižna daljina*. Ravan koja prolazi kroz žiju, a normalna je na glavnu optičku osu jeste *žižna ravan*.

Jednačina sfernog ogledala povezuje žižnu daljinu sa daljinom predmeta i daljinom lika i omogućuje da se za poznatu žižnu daljinu odredi odgovarajuća daljina lika za proizvoljno izabranu daljinu predmeta:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l} \quad (1)$$

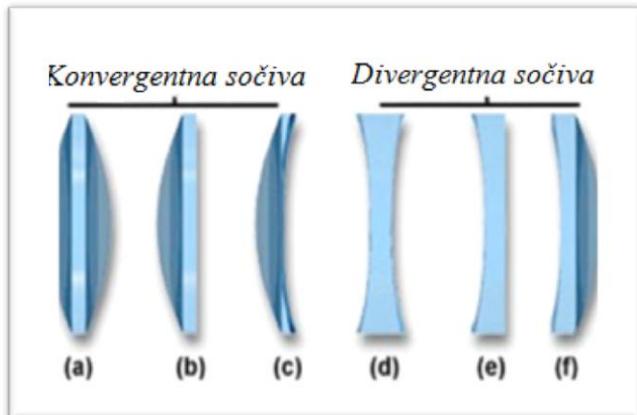
Recipročna vrednost žižne daljine jednaka je zbiru recipročnih vrednosti daljine predmeta i daljine lika od temena sfernog ogledala.

2.3 Sočiva

Prozračno telo ograničeno dvema sfernim površinama ili jednom sfernom i drugom ravnom površinom, zove se optičko sočivo.

Na slici 6 uočavamo sledeće vrste optičkih sočiva:

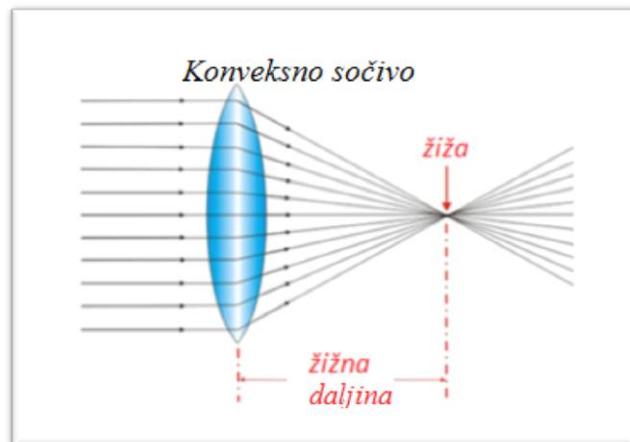
- a) Bikonveksno
- b) Plankonveksno
- c) Konveksnokonkavno
- d) Bikonkavna
- e) Plankonkavna
- f) Konkavnokonveksno



Slika 6. Vrste sočiva

Sabirna (konvergentna), odnosno konveksna sočiva

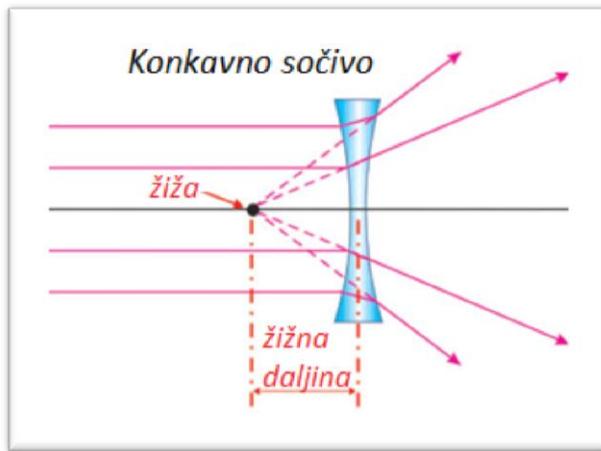
Sabirno sočivo fokusira (skuplja) paralelni snop svetlosti u jednu tačku koja se zove žiža ili fokus. Svako sabirno sočivo ima dve realne žiže, po jednu sa obe strane. Udaljenost žiže od optičkog centra sočiva zove se žižna daljina i označava se sa f .



Slika 7. Položaj žiže konveksnog sočiva

Rasipna (divergentna), odnosno konkavna sočiva

Rasipno sočivo rasipa paralelni snop svetlosti. Svako rasipno sočivo ima dve imaginarne žiže.



Slika 8. Položaj žiže kod konkavnog sočiva

Kod tankih sočiva tačka O koja se nalazi na sredini sočiva naziva se **optički centar sočiva**. svaka prava koja prolazi kroz optički centar naziva se **optička osa sočiva**. Optička osa koja prolazi i kroz centre krivina sfernih površina sociva je **glavna optička osa sočiva**. Ravan koja prolazi kroz žižu i normalna je na glavnu ptičku osu naziva se **žižna ravan sočiva**. Ako na sočivo pada paralelni snop paraksijalnih svetlosnih zraka, u pravcu optičke ose, posle prelamanja kroz sočivo ovi zraci se sekut na jednom mestu na žižnoj ravni sočiva kao na slici 3. Kada se svetlosni zraci poklapaju sa optičkom osom onda se oni pri prolasku kroz sočivo ne prelambaju. U optici se koristi veličina koja se definiše kao recipročna vrednost žižne daljine f. Ona se naziva optička moć sočiva. Obično se obeležava sa ω .

$$\omega = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Jedinica optičke moći je **dioptrija**. Optička moć sočiva dobija se u dioptrijama ako se žižna daljina izrazi u metrima. Sabirna sočiva imaju pozitivnu optičku moć a rasipna negativnu.

Optička jednačina sočiva

Žižna daljina f, a prema tome i njegova optička moć zavise od poluprečnika krivine sfenih površina r_1 i r_2 i relativnog indeksa prelamanja n supstancije od koje je sočivo izrađeno u odnosu na spoljašnju sredinu. Ova zavisnost je izražena formulom:

$$\omega = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \quad (3)$$

Poluprečnici krivina sfenih površina r_1 i r_2 su pozitivni za ispučene površine, a negativni za izdubljene površine.

Njutnova jednačina sočiva:

Proizvod rastojanja od žiže do predmeta i rastojanja od žiže do lika jednaka je žižnoj udaljenosti na kvadrat.

$$x \cdot x' = f^2 \quad (4)$$

Pošto je $x = p - f$, a $x' = l - f$ onda Njutnova jednačina sočiva dobija oblik:

$$(p - f)(l - f) = f^2 \quad (5)$$

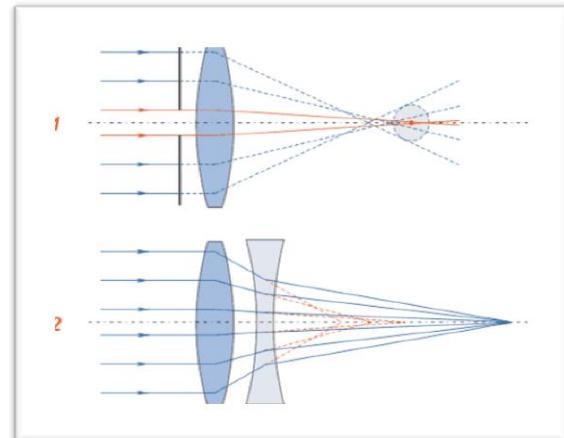
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l} \quad (6)$$

Zbir recipročnih vrednosti udaljenosti predmeta i lika od temena sočiva jednak je recipročnoj vrednosti žižne daljine.

2.4 Nedostaci sočiva

Zbog niza aproksimacija geometrijske optike i zbog zanemarivanja talasne prirode svetlosti, realna sočiva imaju više nedostataka. U osnovne nedostatke spadaju: sferna aberacija, hromatska aberacija, astigmatizam i koma.

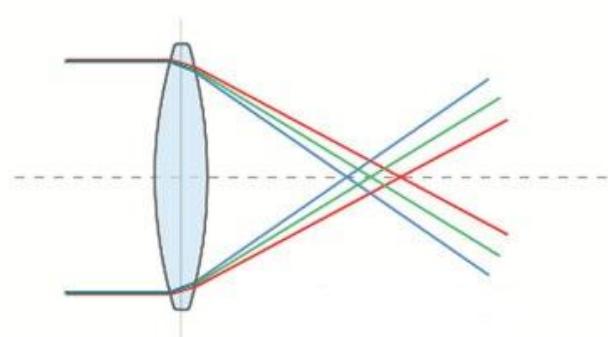
Sferna aberacija dolazi do izražaja kod debelih sočiva. Svetlosni zraci koji padaju na krajeve sočiva, ne seku se u istoj tački kao zraci koji padaju bliže optičkom centru sočiva (slika 5). Svetlosni zraci koji pogodaju krajeve sočiva pelamaju se jače od svetlosnih zraka koji su bliže glavnoj optičkoj osi. Tako se periferni paralelni zraci seku u jednoj žiži F_2 , a oni bliže glavnoj optičkoj osi u drugoj žiži F_1 . Zbog toga se od tačkastog predmeta ne dobija oštar lik već se dobija lik u obliku razmazanog svetlog polja u prostoru između tačaka F_1 i F_2 . Ova mana sočiva otklanja se upotrebom zaklona kojim se otklanjaju zraci koji upadaju na periferiju sočiva. Sferna aberacija sočiva može da se otkloni i kombinacijom sabirnog i rasipnog sočiva.



Slika 9. Sferna aberacija

Hromatična aberacija

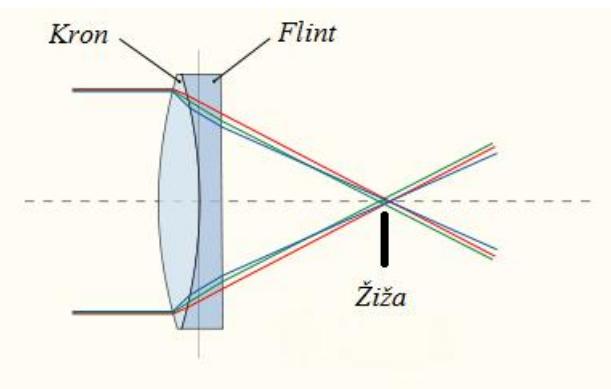
Polihromatska svetlost prolaskom kroz sočivo prelama se različito, jer indeks prelamanja zavisi od talasne dužine. Tako će sočivo za svaku komponentu bele svetlosti imati žižu na drugom mestu. Kod sabirnog sočiva žižna daljina za crvenu svetlost je veća od žižne daljine za ljubičastu svetlost, dok je kod rasipnih sočiva obrnuto. Lik tačkastog izvora bele svetlosti



Slika 10. Hromatična aberacija

sastojaće se od polja različitih boja.

Ovaj nedostatak može se otkloniti kombinacijom sočiva. Takvo složeno sočivo sastoji se iz sabirnog sočiva on kron-stakla i rasipnog sočiva od flint-stakla sa različitim indeksima prelamanja, kao na slici 11.



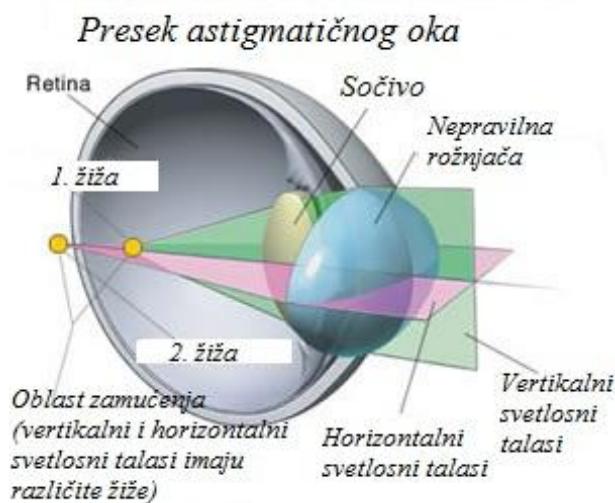
Slika 11. Kron i flint

Koma

Kada se tačkasti izvor svetlosti nalazi izvan glavne optičke ose na zaklonu se formira svetla površina, nazvana koma. Naziv potiče od grčke reči koja označava zarez (oblik komete). Pri prolasku svetlosti kroz sabirno sočivo samo zraci koji prolaze kroz optički centar sočiva daju adekvatan lik predmeta. Ostali zraci formiraju krugove koji se uvećavaju sa udaljavanjem upadnih zraka od optičkog centra sočiva. Krugovi se međusobno preklapaju i daju lik tačkastog izvora u obliku komete. Zbog toga se ovaj nedostatak sočiva naziva koma.

Astigmatizam

Za razliku od kome koja lik „rasteže“ normalno na glavnu optičku osu, postoji i pojava deformacije lika u smeru optičke ose, koja se naziva astigmatizam. Javlja se i zbog toga što se tačkasti izvor svetlosti ne nalazi na glavnoj optičkoj osi. Lik verikalnog predmeta, usled astigmatizma iskrivljen je.



Slika 12. Astigmatično oko

3 Metodologija istraživanja

3.1 Predmet, cilj i zadaci istraživanja

Cilj rada je analizirati procentualni napredak učenika nakon izvedenih jednostavnih ogleda u odnosu na rezultate pre ogleda. Iz cilja proizilaze sledeći zadaci:

1. Analiza funkcionalnog znanja učenika.
2. Analiza učeničkog mišljenja o nastavi fizike.
3. Analiza lakoće rešavanja računskih zadataka.

Hipoteza

Predpostavljamo da će rezultati ankete biti bolji nakon izvođenja jednostavnih ogleda nego pre istih. Tu hipotezu postavljamo na osnovu dosadašnjeg iskustva u radu, kao i na osnovu dosadašnjih istraživanja vezanih za projekat „Ruka u testu“.

Tehnike, instrumenti i uzorak istraživanja

U procesu rada korišćene su ankete kao instrumenti istraživanja i anketiranje kao tehnika istraživanja. Ankete su konstruisane na osnovu postavljenog cilja i zadatka istraživanja.

Anketa 1 (Prilog 1) u sebi sadrži 22 pitanja vezana za ispitivanje stavova učenika o učenju fizike. Anketa 2 sadrži 9 pitanja vezanih za razumevanje fizičkih zakona obrađene nastavne teme, kao i njihove mogućnosti da primene naučeno. Sva pitanja koja sadrži anketa su istog tipa a odgovori su skalirani po Rensis Likert-u (5 avgust 1903 – 3 septembar 1981), od jedan do pet.

Istraživanje je rađeno na adekvatnom uzorku od trideset šest učenika treće godine gimnazije, srednje škole „22 Oktobar“ u Žablju. Kako učenici ranije nisu imali prilike da se susreću sa jednostavnim ogledima, smanjena je mogućnost greške u rezultatima istraživanja.

Postupak istraživanja

Izabrana je nastavna tema „Geometrijska optika“ koja ima predviđenih 10 časova obrade po planu i programu Ministarstva Srbije. U okviru ove nastavne teme obrađuju se nastavne jedinice: Odbijanje i prelamanje svetlosti (4 časa), Optika sočiva i nedostaci sočiva (2 časa) i Merenje brzine svetlosti (u online učionici).

Nastavna tema je prvo urađena sa teorijskog aspekta. Nakon teorijske obrade izabrane nastavne teme, a pre pedagoškog eksperimenta, učenici su anketirani u cilju provere teorijski usvojenog znanja. Narednih časova urađen je pedagoški eksperiment u trajanju od 4 školska časa. Zbog velikog broja učenika u odeljenju (36), učenici su podeljeni u dve grupe (po 18 u svakoj grupi) radi efikasnije realizacije eksperimenata. Tokom predviđena 4 školska časa

svaka grupa je uradila po 8 jednostavnih ogleda, počev od jednostavnijih ka kompleksnijim. Obzirom da u školi ne postoje tehnički uslovi učenici su pomoću online učionice realizovali i eksperiment „Merenje brzine svetlosni pomoću mikrotalasne peći“ koristeći sajt „Marinina razumljiva fizika“ (<http://marina.fizika.rs>) kao i Fejsbuk grupu „moji đaci“. Svaki učenik je vodio evidenciju o eksperimentima u svojoj svesci, koju je predavao na pregled. Nakon obrade svih eksperimenata, ponovljena je početna anketa. Odgovori ankete su skalirani po Likertu, a rezultati su obrađeni u Ekselu i urađena je njihova statistika.

3.2 Časovi eksperimentalne obrade nastavne teme „Geometrijska optika“

3.2.1 Realizacija prvog časa

Nastavna jedinica: Odbijanje i prelamanje svetlosti.

Uvodni deo časa

Podela učenika u grupe i upoznavanje sa načinom izvođenja eksperimenta.

Glavni deo časa

Podela materijala svim grupama, i izvođenje sledećih eksperimenata: „Nestali novčić“ i „Gde se nalazi lik u ogledalu“

Prikaz eksperimenata:

3.2.1.1 Nestali novčić

Potrebno predznanje

Poznavanje zakona prelamanja svetlosti

Potreban materijal

- novčić
- neprovidna šolja

Cilj

Demonstrirati posledice zakona prelamanja svetlosti.

Priprema i izvođenje eksperimenta

Postaviti novčić na dno neprovidne čaše. Namestiti čašu tako da se novčić može videti. Potom polako pomerati glavu unazad, sve dok nam zid čaše ne sakrije novčić.

Zadržavajući ovakav položaj glave, sipa se voda u čašu sve dok se novčić ponovo ne pojavi.

Zapažanje

Iako nije promenjen položaj glave, nestali novčić se ponovo vidi kada se u sud sipa voda.

Objašnjenje

Ako nema vode u čaši može se pronaći takav ugao posmatranja da se zrak reflektovan od novčića ne vraća u oko pomatrača. Kada se voda sipa u čašu, zrak koji se reflektuje od novčića prelama se na površini vode. Put zraka pri prelasku iz optički ređe u optički gušću sredinu određen je zakonom prelamanja svetlosti. Tako se zrak reflektovan od novčića vraća u oko pomatrača.

3.2.1.2 Gde se nalazi lik u ogledalu

Potrebno predznanje

Osnovne karakteristike formiranja lika kod ravnog ogledala

Potreban materijal

- malo ogledalo za tašnu
- lenjir
- olovka

Cilj

Dokazati da je $l=p$ kod ravnog ogledala

Priprema i izvođenje eksperimenta

U ovom eksperimentu učenik ispituje sopstvenu minimalnu daljinu jasnog vida. Potrebno je utvrditi najmanje rastojanja pri kojem se jasno vidi. Posmatrač postavi olovku na najmanje rastojanje, paralelno optičkoj osi oka i udaljuje je lagano duž lenjira od oka, do momenta kad slika postane jasna. Tada izmeri udaljenost. Isti postupak ponovi, samo sa posmatranjem lika u ogledalu.

Zapažanja

Dobijeno rastojanje između ogledala i oka je jednako polovini minimalne duljine jasnog vida oka.

Objašnjenje

Posmatrajući sopstveno oko u ogledalu, vidimo imaginarnu sliku oka iza ogledala. Rastojanje pri kojem se oko u ogledalu vidi jasno, određeno je duljinom jasnog vida.

Kako se na osnovu eksperimenta dobija, ogledalo je pri tome postavljeno na rastojanje koje je jednak polovini rastojanja, koje odgovara daljini jasnog vida posmatrača.

Završni deo časa

Učenici formiraju svoje zaključke, javno ih iznose, zajednički ih utvrđujemo i na kraju ih zapisuju u svoju svesku za eksperimentalne vežbe.

3.2.2 Realizacija drugog časa

Nastavne jedinice: Odbijanje i prelamanje svetlosti, sočiva.

Uvodni deo časa

Ponavljanje zakona odbijanja i prelamanja svetlosti. Podela učenika u grupe i upoznavanje sa načinom izvođenja eksperimenta.

Glavni deo časa

Podela materijala svim grupama, i izvođenje sledećih eksperimenata: „Svetlosni slapovi“ i „Nevidljive perlice“.

Prikaz eksperimenata:

3.2.2.1 Svetlosni slapovi

Potrebno predznanje

Poznavanje zakona prelamanja i totalne refleksije.

Potreban materijal

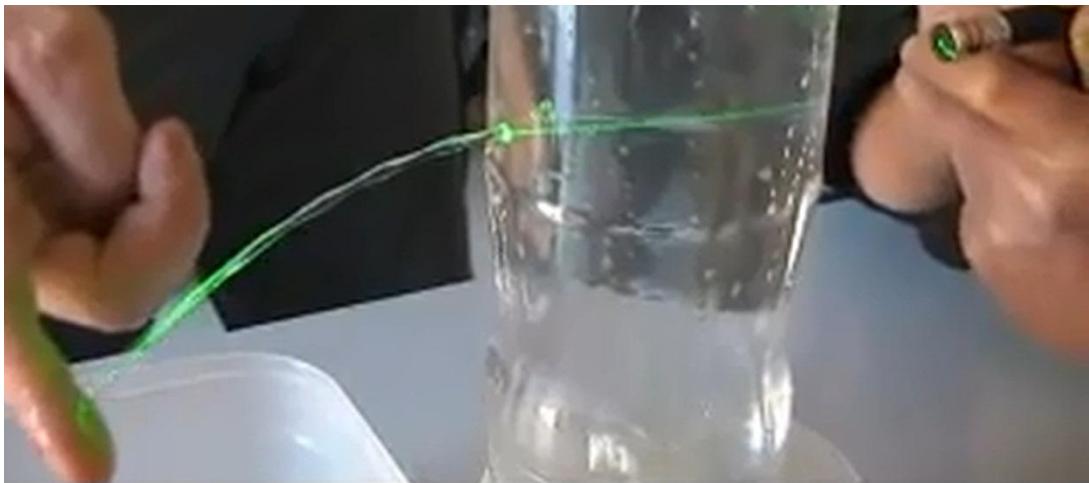
- Flaša
- Deblja igla
- Laser
- Voda

Cilj

Demonstracija totalne refleksije

Priprema i izvođenje eksperimenta

Napuniti flašu vodom do vrha i ostaviti otvorenu. Flašu postaviti pored sudopere i probušiti igлом na jednoj trećini visine. Uperiti laser tako da svetlost prolazi debljinu flaše i pada direktno na otvor.



Slika 13. Zarobljena laserska svetlost

Zapažanje

Laserski snop biće zarobljen u slapu vode i pratiće njegovu putanju.

Objašnjenje

Kako laserski zrak upada pod uglom većim od ugla totalne refleksije, on će se na graničnoj površini između vode i vazduha totalno reflektovati nazad u vodu. Taj proces se ponavlja celom dužinom vodenog slapa pa kažemo da je voda zarobila laserski zrak.

3.2.2.2 Nevidljive perlice

Potrebno predznanje

Optika sočiva

Potreban materijal

- providna čaša
- vodene perle (ima kod kineza za 150din)
- poklopac od flomastera
- voda

Cilj

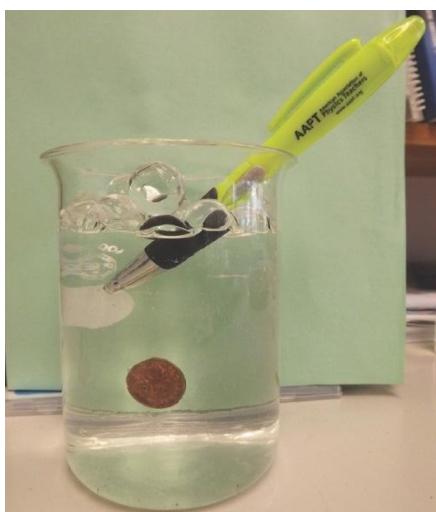
Demonstracija indeksa prelamanja vode.

Određivanje žižne duljine jedne vodene perle.

Priprema i izvođenje eksperimenta

Sipati vodu u čašu, otvoriti kesicu sa suvim perlicama i staviti ih u vodu. Nakon par minuta perlice će upiti vodu i povećati svoju zapreminu. Perlice se u vodi neće videti (slika14), a ako se izvade u vazduh postaju vidljive. Zatim postavljamo jednu perlicu na poklopac od flomastera koji nam predstavlja držač. Kroz perlu posmatramo neki

predmet, npr. zastavu Kanade kao što je prikazano na slici 15. Menjajući udaljenost između predmeta i perle (sočiva) menjaće se i izgled lika, od uspravnog do izvrnutog.



Slika 14. Perlice u čaši



Slika 15. Perlica kao konkavno sočivo

Zapažanja i objašnjenje

Perlice imaju isti indeks prelamanja svetlosti kao i voda, te se zbog toga ne mogu prepoznati dok se nalaze u vodi. Kako promene sredinu, npr. predu u vazduhu tako postaju vidljive. Perla u stvari predstavlja debelo bikonveksno sočivo, pa možemo koristiti sledeću formulu za izračunavanje njene žižne daljine:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{sočiva}}{n_{okruženja}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{(n_{sočiva} - 1)d}{n_{sočiva} R_1 R_2} \right)$$

Gde je :

- f – žižna daljina sočiva
- R_1 – radius krivine jedne strane sočiva
- R_2 – radius krivine druge strane sočiva
- d – debeljina sočiva
- $n_{sočiva}$ – indeks prelamanja sočiva
- $n_{okruženja}$ – indeks prelamanja okruženja

Kako je naša perla sfernog oblika imamo:

$$R_1 = -R_2 = R \quad (7)$$

$$d = 2R \quad (8)$$

Sočivo je uglavnom sačinjeno od vode pa će imati indeks prelamanja jednak indeksu prelamanja vode koji iznosi 1,33. Okruženje je vazduh čiji je indeks prelamanja 1. Tako dobijamo pojednostavljenu jednačinu:

$$\frac{1}{f} = (n_{vode} - 1) \left(\frac{2}{R} - \frac{(n_{vode}-1)2R}{n_{vode}R^2} \right) \quad (9)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2(n_{vode}-1)}{Rn_{vode}} \quad (10)$$

$$f = \frac{Rn_{vode}}{2(n_{vode}-1)} \approx 2,02R \approx 20mm \quad (11)$$

Pozitivna vrednost žižne daljine nam dokazuje da je sočivo konvergentno.

3.2.3 Realizacija trećeg časa

Nastavne jedinice: Konkavno i konveksno ogledalo, sočiva, ljudsko oko, mane sočiva.

Uvodni deo časa

Ponavljanje zakona odbijanja kod sfernih ogledala i karakterističnih zraka, kao i geometrijske optike sočiva. Podela učenika u grupe i upoznavanje sa načinom izvođenja eksperimenta.

Glavni deo časa

Podela materijala svim grupama, i izvođenje sledećih eksperimenata: „Na boju osetljivo sočivo“ i „Kašika kao ogledalo“.

Prikaz eksperimenata:

3.2.3.1 Na boju „osetljivo“ sočivo

Potrebno predznanje

Karakteristični zraci sočiva

Potreban materijal

- providna flaša sa zatvaračem
- list papira i flomaster
- voda

Cilj

Demonstracija bikonveksnog sočiva

Priprema i izvođenje eksperimenta

Providnu flašu napuniti vodom do vrha i zatvoriti. Na listu papira napisati velikim slovima ŽENE i ispod MIRA. Držati flašu na rastojanju najmanje 5 cm vodoravno ispred natpisa, tako da izgleda da se cela slika formira na osnovi flaše. Flašu polako podizati dok se ne dobije jasan lik.

Zapažanje

Jedna reč stoji naopačke a druga igleda kao da se ništa nije dogodilo.

Objašnjenje

U odnosu na uzdužnu osu, flaša ima poprečni presek kružnog oblika, tako da izgleda kao da je na put zraka postavljeno bikonveksno sočivo. Tako nastaje slika koja se formira pomoću flaše. Rastojanje između slike i natpisa, kao i između flaše i posmatrača, mora zato biti veće od žižne daljine sočiva. Prilikom prolaska kroz flašu dolazi do paralelnog pomeranja zraka, tako da slika koja nastaje ima desnu i levu stranu, koje ne moraju biti iste. U jednom slučaju natpis stoji naglavačke. Za određena slova zbog simetrije kao da ovo pravilo ipak ne važi. Ako se natpisi napišu različitom bojom, posmatrač će prepostaviti da postoji veza između boje i ovakvog ponašanja i tražiće nekakvo fizičko objašnjenje.

3.2.3.2 Kašika kao ogledalo

Potrebno predznanje

Sferna ogledala i karakteristični zraci

Potreban materijal

- supena kašika
- kozmetičko ogledalo koje uvećava



Slika 16. Kašika kao ogledalo

Demonstracija nastanka likova kod sfernih ogledala

Priprema i izvođenje eksperimenta

Prvo posmatramo svoj lik u izdubljenoj strai kašike a zatim u ispuštenoj. Nakon toga posmatramo lik u kozmetičkom ogledalu.

Zapažanje

Kada posmatramo ispušten deo kašike vidimo uspravnu sliku, a ako posmatramo udubljen deo vidimo izvrnutu sliku (slika 16). Kozmetičko ogledalo je konkavno ogledalo pa se dobija uvećan, uspravan lik. Međutim ako se predmet postavi na rastojanju od 2m od konkavnog ogledala, lik će biti izvrnut.

Objašnjenje

Kašika prestavlja parabolično ogledalo, kod kojeg postoji samo jedna žižna daljina. U slučaju kada se koristi ispuštena strana (konveksna) posmatrač vidi umanjen, imaginarni i uspravan lik. Kada se koristi udubljena strana (konkavna) posmatrač će videti izvrnut, realan lik ako je rastojanja posmatrača od ogledala veće od žižne daljine. Na taj način mogla bi se i izmeriti žižna daljina.

3.2.3.3 „Pinhole“ naočare

Potrebno predznanje

Poznavanje osnovnih pojmovpa vezanih za nedostatke sočiva, mane oka, izoštravanje lika i blendu.



Potreban materijal

- „Pinhole“ naočare

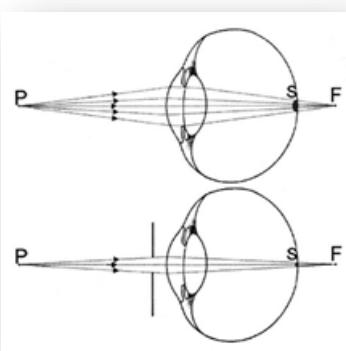
Cilj

Testiranje „Pinhole“ naočara i razumevanje uticaja blende na kratkovidost.

Slika 17. Pinhole naočare

Priprema i izvođenje eksperimenta

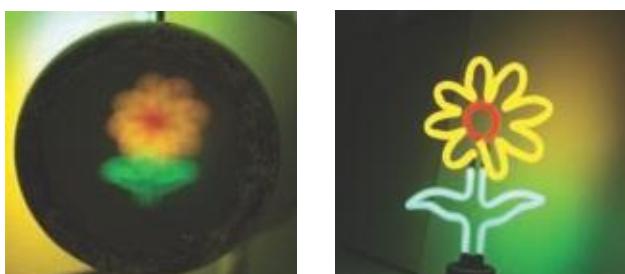
Kratkovidni učenici treba da skinu svoje naočare i da probaju da gledaju kroz „Pinhole“ naočare.



Zapažanja

Iako više ne gledaju kroz sočivo, uspevaju da vide jasniju sliku.

Slika 18. Ljudsko kratkovidno oko



Slika 19. Viđenje kratkovidog oga bez Pinhole naočari (levo) i sa Pinhole naočarima (desno)

Objašnjenje

Kod kratkovidog oka lik se ne nalazi na mrežnjači, te se obrazuje razmazan lik. Očno sočivo takvog oka jače prelama svetlosne zrake, tako da se žiža upadnog snopa nalazi ispred mrežnjače. Ovo se događa usled slabljenja mišićno-vezivnog aparata, koji nije u mogućnosti da akomodira oko na potreban oblik. Kratkovidost se koriguje naočarima sa rasipnim sočivima a kože se koristiti i blenda. Na slici vidimo kakav je uticaj blende na formiranje lika. Blenda eliminiše razmazani deo lika na mrežnjači.

Na slici 19, vidimo kako izgleda lik bez pinhole naočara, i desno sa pinhole naočarima. Razlika između sočiva i blende je u tome što sočivo pomera sliku na mrežnjaču a blenda sužava razmazanu oblast lika na mrežnjači i tako povećava oštrinu lika.

Na slici 19, vidimo kako izgleda lik bez pinhole naočara, i desno sa pinhole naočarima.

3.2.4 Realizacija četvrtog časa

Nastavna jedinica: Odbijanje svetlosti.

Uvodni deo časa

Podela učenika u grupe i podela materijala. Opis postupka izrade kaleidoskopa.

Glavni deo časa

Uz konstantno nadgledanje profesora, učenici rade eksperiment „Napravi kaleidoskop“ zapisujući svaki korak u svoju svesku.

Prikaz eksperimenta:

3.2.4.1 Napravi kaleidoskop

Potrebno predznanje

Poznavanje zakona odbijanja svetlosti.

Potreban materijal

- lenjir
- makaze
- selotep
- tvrđa providna folija
- tanka kuhinjska folija
- crni papir
- karton
- kesa za zamrzivač
- sjajne perlice
- ukrasni papir



Slika 20. Prvi i drugi korak



Slika 21. Treći i četvrti korak

Cilj

Upoznavanje učenika sa radom kaleidoskopa kroz njegovu izradu

Postupak

- ✓ *Prvi korak:* Iseći providnu foliju na 3 jednakopravouglaonika (Slika 20).
- ✓ *Drugi korak:* Zalepiti ta tri pravouglaonika tako da presek bude trougao (Slika 20).
- ✓ *Treći korak:* Crnim papirom oblepiti celu konstrukciju tako da unutrašnja strana bude crna, i ostaviti jedan otvor otvoren. (Slika 21)
- ✓ *Četvrti korak:* Probušiti rupicu na crnom papiru na zatvorenoj strani. (Slika 21)
- ✓ *Peti korak:* Drugu stranu zatvoriti parčetom tanke kuhinjske folije. (Slika 22)

- ✓ *Šesti korak:* Staviti perlice na tanku foliju i odgore zatvoriti parčetom kese za zamrzivač. (*Slika 22*)
- ✓ *Sedmi korak:* Celu konstrukciju umotati u krug kartonom.
- ✓ *Osmi korak:* Ukrasiti karton ukrasnim papirom. (*Slika 23*)



Slika 22. Peti i šesti korak

Usmeriti kaleidoskop ka svetu i pogledati kroz njega (*Slika 23*).



Slika 23. Sedmi i osmi korak

Zapažanje

Vidimo višestruke likove perlica, čiji se položaji menjaju okretanjem kaleidoskopa (slika 24).

Objašnjenje

Folija koja iza sebe ima crni papir ponaša se kao ogledalo, tako da zapravo imamo tri ogledala postavljena pod uglom od 60 stepeni. Kako se lik jednog ogledala reflektuje o drugo ogledalo dobijamo umnožavanje likova, te vidimo sliku kao što je prikazano.



Slika 24. Pogled u kaleidoskop

Kako su različite grupe pravile kaleidoskope različitih prečnika, analizirano je kada se dobija lepša slika. Došo se do zaključka da kada je prečnik veći, smanjuje se refleksija na površini unutrašnje folije. To se dešava zato što se povećava upadni ugao spoljašnjeg svetla. Takođe je u tom slučaju pogodnije koristiti veće perlice. Ako smanjimo prečnik poprečnog preseka, dobijamo bolju refleksiju, koristimo manje perlice i kao rezultat dobija se lepša slika.

4 Online učionica i kuhinja kao laboratorija

Zbog nedostatka opreme, učenici su prisustvovali online prezentaciji eksperimenta kojim se u kućnim uslovima može izmeriti brzina svetlosti. Učenici su obaveštenja dobijali putem Facebook grupe „moji đaci“, a konkretna uputstva za rad postavljena su na sajtu <http://marina.fizika.rs> koji je povezan sa Fejsbukom . Nakon čega su, prateći uputstvo, sami uradili eksperiment kod kuće, a na času smo prodiskutovali njihove rezultate. U okviru ove učionice urađen je eksperiment merenja brzine svetlosti pomoću mikrotalasne peći. Za ovaj eksperiment potrebno je predznanje koje se oslanja na prethodno obrađenu temu „Talasna optike“ u okviru koje učenici stiču neophodna znanja o interferenciji talasa.

Potrebno predznanje

- Zavisnost brzine talasa od talasne dužine i frekvencije $c = \lambda \cdot v$
- Interferencija talasa

Potreban materijal

- Mikrotalasnna pećnica
- 3-6 jaja
- lenjir

Cilj

Bolje razumevanje interferencije kao i primene elektromagnetskih talasa i njihovih zakona.

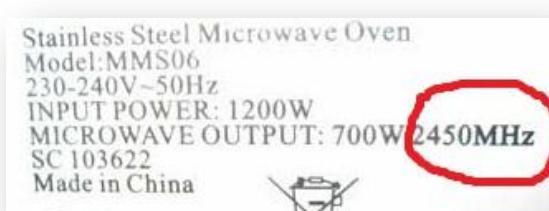
Priprema i izvođenje eksperimenta

Razbiti jaja i izdvojiti belance od žumanceta. Uzeti samo belanca malo izmutiti viljuškom i staviti na ravan tanjur, najmanje prečnika 12 cm. Ako mikrotalasna okreće tanjur dok greje mora se prvo ukloniti sistem za obrtanje. Tanjur mora da miruje dok se greje.



Slika 25. Mikrotalasna peć

Kada se postavi tanjur sa belancem u mikrotalasnu uključiti je na 30 sekundi. Gledati kako se jaje kuva i u trenutku kada primetite da je na određenim mestima kuvanje počelo (javiće se balončići kao na slici ispod) ugasite pećnicu. Po potrebi produžiti trajanje kuvanja. Kada je tanjur izvađen izmeriti lenjirom rastojanje



Slika 26. Podaci sa mikrotalasne peći



Slika 27. Merenje rastojanja između dva maksimuma

između dva mesta gde je belance počelo da se kuva (između dve grupe balončića, *Slika 27*). Eksperiment ponoviti više puta kako bi se smanjila greška.

To rastojanje ustvari predstavlja polovinu talasne dužine elektromagnetskog talasa koje emituje mikrotalasna rerna.

$$d = \frac{\lambda}{2} \quad (12)$$

$$\lambda = 2d \quad (13)$$

Sa zadnje strane mikrotalasne na etiketi proizvođača piše kolika je frekvencija njenih talasa (*Slika 27*). Znajući frekvenciju i talasnu dužinu, lako dobijamo brzinu svetlosti

$$c = \lambda v \quad (14)$$

$$c = 2,94 \cdot 10^8 \frac{m}{s} \quad (15)$$

Zaključak

Brzina svetlosti se može izmeriti i u kuhinji, merenjem razmaka između dva maksimuma zračenja mikrotalane pećnice. Greška merenja se smanjuje povećanjem broja merenja i dobija se rezultat sličan kao kod laboratorijskog merenja.

5 Analiza rezultata istraživanja i diskusija

Kako su odgovori na ankete skalirani po Likertu, jedinica predstavlja najlošiji odgovor, a petica najpoželjniji. Analiza podataka je rađena u Exelu, tako što se uzimala srednja vrednost svih odgovora u određenoj grupi pitanja u zavisnosti od pola učenika. Učenici su anketirani dva puta. Prvi put pre izvođenja eksperimentalnih vežbi i drugi put nakon izvedenih vežbi.

Na grafiku 1 su prikazani rezultati statističke analize odgovora učenika na pitanja iz Ankete 1 pre i posle izvođenja pedagoškog eksperimenta.

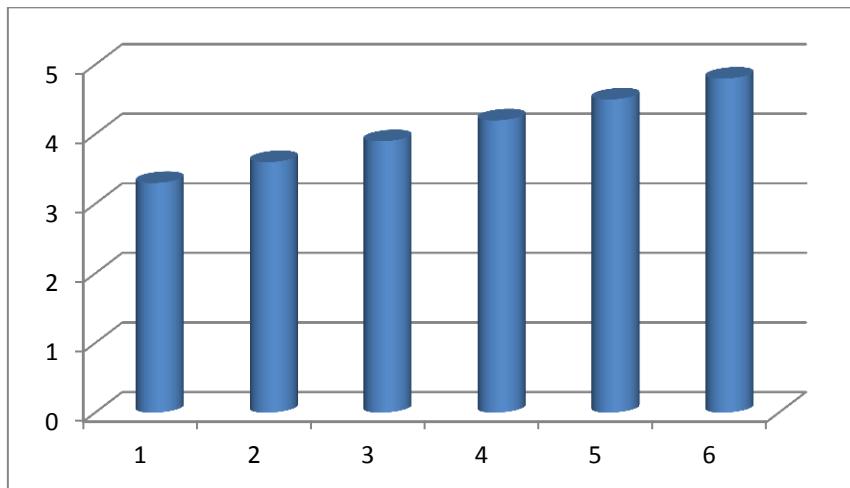


Grafik 1. Stavovi učenika o učenju fizike

Analiza rezultata pokazuje povećano razumevanje načina na koji se fizika uči, kako se rešavaju zadaci i kako su fizički zakoni međusobno povezani. Kod oba pola vidi se približno

jednak napredak, što znači da je primena jednostavnih eksperimenata u nastavi smanjila strah učenika od fizike i povećala motivaciju, bez obzira na sklonosti učenika.

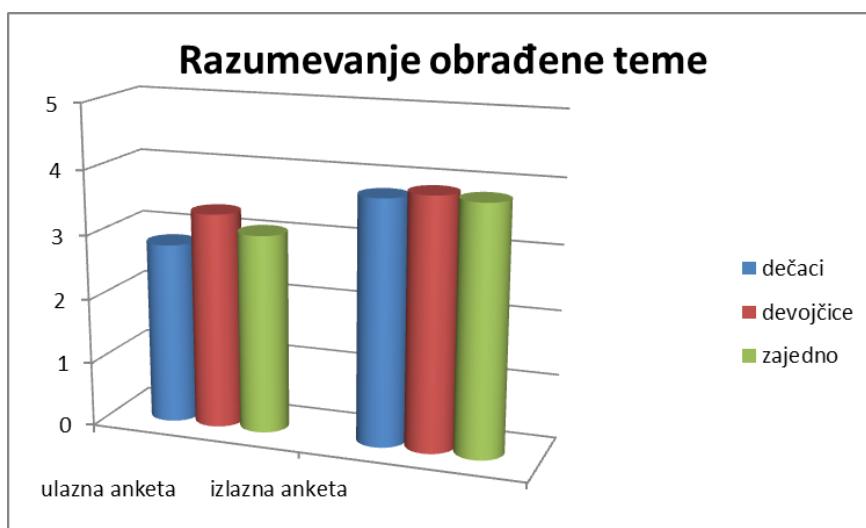
Kako je obrađena samo jedna nastavna tema, učinak nije velik, međutim kada bi se tokom cele godine svaka nastavna tema obrađivala i pomoću ogleda učinak bi bio mnogo veći. Ako pretpostavimo da će poboljšanje biti približno isto u svim nastavnim temama i ekstrapoliramo ovu zavisnost kao linearu funkciju dobijamo situaciju kao na grafiku 2.



Grafik 2. Promena stavova učenika o učenju fizike na godišnjem nivou

Analizom uočavamo da bi došlo do jedne transformacije učeničkog shvatanja i pogleda na učenje fizike u pozitivnom pravcu. Stigli bi do trenda maksimalnog shvatanja načina na koji se fizika uči, a samim tim i do boljih učeničkih rezultata.

Na trećem grafiku prikazani su rezultati statističke analize odgovora učenika na pitanja iz Ankete 2. Analiza rezultata pokazuje porast razumevanja same teme koja je obrađivana.

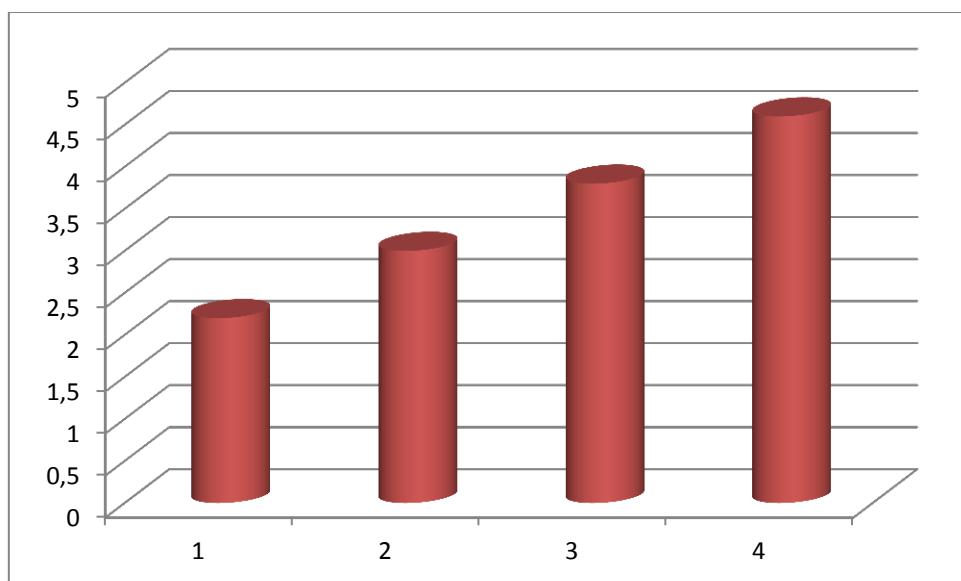


Grafik 3. Razumevanje obrađene teme

U slučaju dečaka vidimo da se razumevanje povećalo za čitavu jedinicu, dok se kod devojčica povećalo za polovinu merne jedinice. U procentima učinak je sledeći: poboljšanje kod dečaka

iznosi 35%, kod devojčica 15%, zajedno su postigli 25% bolje razumevanje gradiva. Vidimo da devojčice na ulaznoj anketi imaju bolje rezultate od dečaka, za šta je zaslužno njihovo ranije zalaganje na času kao i dosadašnje redovno učenje. Dečaci imaju lošije rezultate na ulaznoj anketi pa prave veći skok u razumevanju nego devojčice. Za takav rezultat jednim delom odgovorna je činjenica da su prethodno provodili manje vremena učeći od devojčica, a drugim delom jer su skloniji eksperimentisanju i manualnom radu. Ovo povećanje funkcionalnog znanja nam potvrđuje našu pretpostavku, da će primena jednostavnih eksperimentenata pomoći učenicima pri razumevanju nastavne teme.

Kao i u prethodnom slučaju, ako bismo pretpostavili da bi se dešavali približno isti skokovi u razumevanju naučenog, možemo ekstrapolirati ove rezultate na celu godinu i dobiti sledeći grafik.



Grafik 4. Promena razumevanja obrađene teme na godišnjem nivou

Zaključujemo da ako bi se jednostavni ogledi primenjivali tokom cele školske godine, učinak u razumevanju bi bio jako velik. Učenici bi dobili znatno veće i funkcionalnije znanje u odnosu na slučaj primene tradicionalne nastave. Kako je ovo predviđanje rađeno na osnovu pretpostavke, ostaje da se ono isproba u praksi.

6 Zaključak

Cilj ovog rada je ispitivanje uticaja primene jednostavnih eksperimenata u nastavi na funkcionalno znanje date nastavne teme. Kako su naše škole slabo opremljene instrumentalnom tehnikom koja je potrebna za izvođenje eksperimentalnih vežbi propisanih planom i programom Ministarstva Prosvete, u ovom radu prikazani su ogledi koji se mogu izvoditi bez ikakve opreme sa lako dostupnim materijalima. Istraživanjem je pokazano da primena ovakvih ogleda kao i samo uvođenje naučnog metoda, ima pozitivan uticaj na učeničko razumevanje fizičkih zakona. Ovakav način rada ne samo da povećava kvalitet naučenog već i motivaciju za dalje učenje. Primenom ovakvih eksperimenata, počevši još od vrtića pa do fakulteta, znatno bi se povećalo funkcionalno znanje naše dece i učenika. Samim tim, verujem da bi i rezultati na PISA testovima bili bolji nego dosadašnji. Pored sticanja kvalitetnijeg znanja, korišćenjem naučne metode u nastavi, učenici se osposobljavaju da samostalno vrše dalja istraživanja, kao i da samostalno usvajaju nova znanja, što je jedan od bitnih ciljeva nastave fizike.

7 Literatura

- Jednostavni eksperimenti u nastavi fizike, dr. Dušanka Obadović
- Fizika za treći razred gimnazije prirodno-matematičkog smera, Milan O. Raspopović
- Water Pearls Optics Challenges for Everybody, Marina Milner-Bolotin, *University of British Columbia, Vancouver, BC*
- Scientific Method in Teaching Physics in Languages and Social Sciences Department of High—Schools, Mirko G. Nagl¹, Dušanka Ž. Obadović², and Maja M. Stojanović²
- Correlating Student Beliefs With Student Learning Using The Colorado Learning Attitudes about Science Survey, K. K. Perkins, W. K. Adams, S. J. Pollock, N. D. Finkelstein and C. E. Wieman, Department of Physics, *University of Colorado, Boulder, CO 80309*
- http://en.wikipedia.org/wiki/Likert_scale
- <http://www.youtube.com/>

Biografija



Marina Dorocki rođena je 23. oktobra 1982. godine. Završila je osnovnu školu „Jovan Popović“ u Novom Sadu kao vukovac. Gimnaziju „Isidoru Sekulić“ završava 2001. i iste godine upisuje fiziku, smer „diplomirani fizičar“ na PMF-u u Novom Sadu. Godine 2008. diplomira sa prosekom 9,00 i zapošljava se u srednjoj školi „22. oktobar“ u Žablju. Nakon tri godine radnog iskustva, 2011. godine upisuje master studije na fizici, nastavni modul. Autor je sajta „Marinina razumljiva fizika“ (<http://marina.fizika.rs>) namenjenog povećanu kvalitetu nastave fizike u srednjim školama.

8 Prilog 1

ANKETA 1

Pol: Muški Ženski

Pitanja vezana za učenički doživljaj predmeta fizike:

1. Kod učenja fizike nemam problema pri memorisanju svih informacija koje treba da zapamtim.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

2. Kada rešavam računske zadatke prvo pokušam da predpostavim kakvo rešenje treba da se dobije.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

3. Razmišljam o fizici koju doživljavam u svakodnevnom životu.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

4. Mislim da je korisno raditi što više računskih zadataka tokom učenja fizike.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

5. Kada završim sa učenjem lekcije iz fizike i osećam da je razumem, nemam proteškoća pri rešavanju računskih zadataka iz iste teme.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

6. Znanje iz fizike se sastoji iz mnogo povezanih lekcija.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

7. Nikad ne učim napamet lekciju iz fizike.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

8. Apsolutno su mi jasni fizički zakoni koje smo do sada učili.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

9. Obično postoji više tačnih načina rešavanja računskog zadatka.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

10. Nisam zadovoljan(na) kako sam naučio(la) lekciju sve dok mi u potpunosti ne bude jasno kako funkcioniše dati fizički zakon.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

11. Ako se zaglavim sa rešavanjem zadatka na prvom pokušaju, obično pokušam da nađem drugi način za rešavanje.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

12. Ne mogu da naučim fiziku ako profesor ne objasni dovoljno dobro na času.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

13. Učim fiziku kako bi mi koristila u svakodnevnom životu.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

14. Svako je u stanju da razume fiziku ako se potrudi.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

15. Razumeti fiziku znači znati primeniti stečeno znanje.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

16. Da bi razumeo(la) fiziku konsultujem se sa drugim učenicima.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

17. Važno mi je da prvo vidim smisao formula koje nameravam da upotrebim.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

18. Uživam u rešavanju računskih zadataka.

Uopšte se neslažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
--------------------	---	---	---	---	---	------------------------

19. Učenje fizike promenilo je moj pogled na svet.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

20. Da bih razumeo(la) fiziku, pokušavam da povežem svoja lična iskustva sa temom, kao i da ih objasnim.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

21. Moguće je rešiti fizički problem bez matematičkih formula.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

22. Kada učim fiziku, radije novo gradivo povezujem sa starim, nego da ga pamtim zasebno.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

ANKETA 2

1. Sa lakoćom nalazim lik kod ravnih ogledala.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

2. Sa lakoćom nalazim lik kod sfernih ogledala.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

3. Sa lakoćom nalazim lik kod sočiva.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

4. Brzina svetlosti se može izmeriti samo u eksperimentalnim uslovima.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

5. Kaleidoskop je jako teško napraviti.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

6. Laserski zraci nastavljaju da se prostiru u istom pravcu pri prelasku iz vazduha u vodu.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

7. Naše oči vide uvek uspravan lik.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

8. Kratkovidost se koriguje isključivo sočivima.

Uopšte se ne slažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
---------------------	---	---	---	---	---	------------------------

9. Laserski zraci ne menjaju svoj pravac pri nailasku na vruću sredinu.

Uopšte se neslažem	1	2	3	4	5	U potpunosti se slažem
--------------------	---	---	---	---	---	------------------------

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa:

Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada:

Završni rad

VR

Autor:

Marina Dorocki

AU

Mentor:

dr Dušanka Obadović, redovni prof.

MN

Naslov rada:

Primena jednostavnih eksperimenata pri obradi
nastavne teme: „Geometrijska optika“ za III razred
gimnazije

NR

Jezik publikacije:

Srpski(latinica)

JP

Jezik izvoda:

Srpski/Engleski

JI

Zemlja publikovanja:

Republika Srbija

ZP

Uže geografsko područje:

Vojvodina

UGP

Godina:

2012.

GO

Izdavač:

Autorski reprint

IZ

Mesto i adresa:

Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića
4 , Novi Sad

MA

Fizički opis rada:

8/32/0/0/27/4/1

FO

Naučna oblast:

Fizika

NO

Naučna disciplina:

Tematski pristup nastavi fizike

ND

Predmetna odrednica/ključne reči:

Optika, jednostavni eksperimenti, pedagoški
eksperiment

PO

UDK

Čuva se:

Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

ČU

Važna napomena:

nema

VN

Izvod:

U ovom radu prikazan je doprinos primene jednostavnih eksperimenata i
savremenih metoda rada bržem i kvalitetnijem usvajanjem novih pojmove u
nastavi fizike.

IZ

Datum prihvatanja teme od NN veća:

09/10/2012.

DP

Datum odbrane: 16/10/2012.
DO
 Članovi komisije:
KO
 Predsednik: dr Milica Pavkov Hrvojević, vanredni prof.
 Član: dr Maja Stojanović, docent
 Član: dr Dušanka Obadović, redovni prof.

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS
KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:
ANO
 Identification number:
INO
 Document type:
DT Monograph publication
 Type of record:
TR Textual printed material
 Content code:
CC Final paper
 Author:
AU Marina Dorocki
 Mentor/comentor:
MN Ph.D. Dušanka Obadović, full prof.
 Title:
TI Application of simple experiments in the processing of the theme:
 "Geometrical optics" for the third grade of high school
 Language of text:
LT Serbian (Latin)
 Language of abstract:
LA English
 Country of publication:
CP Republic of Serbia
 Locality of publication:
LP Vojvodina
 Publication year:
PY 2012
 Publisher:
PU Author's reprint
 Publication place:
PP Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4,
 Novi Sad
 Physical description:
PD 10/48/0/4/30/5/0
 Scientific field:
SF Physics
 Scientific discipline:
SD Thematic approach to teaching physics
 Subject/ Key words:
SKW
UC Density, simple experiments, pedagogical experiment
 Holding data:
HD Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4
 Note:
N none
 Abstract:

AB

In this paper the effects of the application of simple experiments and modern teaching method for faster and better adopting new concepts in physics, is presented.

Accepted by the Scientific Board:

09/10/2012.

ASB

Defended on:

16/10/2012.

DE

Thesis defend board:

DB

President:

Ph.D Milica Pavkov Hrvojević, associet prof.

Member:

Ph.D Maja Stojanović, assisstant prof.

Member:

Ph.D Dušanka Obadović, full prof.