

# Prilagodba istraživački usmjerene nastave fizike za online okruženje

---

**Horvat, Bartol**

**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:217:340300>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-26**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

Bartol Horvat

PRILAGODBA ISTRAŽIVAČKI USMJERENE  
NASTAVE FIZIKE ZA ONLINE OKRUŽENJE

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
FIZIČKI ODSJEK

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ  
FIZIKA; SMJER: NASTAVNIČKI

**Bartol Horvat**

Diplomski rad

**Prilagodba istraživački usmjerene nastave  
fizike za online okruženje**

Voditelj diplomskog rada: pred. dr. sc. Katarina Jeličić

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

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

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

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

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

Zagreb, 2021.



## Sažetak

U proljeće 2020. godine zbog COVID-19 pandemije, sve osnovne i srednje škole u Republici Hrvatskoj na određeno su vrijeme prešle na nastavu na daljinu. Cilj ovog rada bio je istražiti na koje se načine *online* nastava fizike može prilagoditi tako da sadržava sve karakteristike koje nastavu čine istraživački usmjerenom. Naglasak je stavljen na prilagodbu pokusa koju učenici mogu izvesti kod kuće. Prilagođene su dvije nastavne cjeline, jedna je „model čestične građe tvari“ te je sat održan u OŠ Tituša Brezovačkog u Zagrebu. Prilagođena je i nastavna cjelina „konvergentne leće“ te je taj sat održan u IV. gimnaziji u Zagrebu. Učenici su putem kratke ankete, koju su rješavali nakon održane nastave, iznijeli pozitivne dojmove na održane satove i posebno su istaknuli zadovoljstvo izvođenjem pokusa kod kuće.

Ključne riječi: istraživački usmjerena nastava fizike, *online* nastava fizike, prilagodba nastave fizike, konvergentne leće, čestična priroda tvari

# Designing inquiry-based physics teaching for online setting

## Abstract

In the spring of 2020, in the wake of COVID-19 pandemic, every school in Croatia had to transition to online-based classes. The goal of this thesis is to explore in which ways physics online-based lessons can be modified to preserve the main goals of inquiry-based learning. Emphasis was placed on adapting some hands-on experiments in a way that students at home are able to conduct them. Two lessons have been adapted for online classes. In elementary school „OŠ Tituš Brezovački“ in Zagreb the lesson about the kinetic molecular theory has been adapted, while in high school „IV. gimnazija“ in Zagreb the lesson about converging lenses has been adapted. After the lessons, students answered a short questionnaire and expressed positive attitude towards the online lessons, and they were especially satisfied with performing experiments at home.

Keywords: inquiry-based learning, online physics classes, adaptation of physics lessons, converging lenses, kinetic molecular theory

## Sadržaj

1	Uvod.....	1
2	Istraživački usmjerena nastava.....	1
2.1	<i>Konstruktivistički model učenja</i> .....	3
2.2	<i>Interaktivne metode u nastavi</i> .....	3
3	Prilagodba nastave online formatu.....	5
4	Održani sati .....	10
4.1	<i>Model čestične građe tvari</i> .....	11
4.1.1	<i>Model čestične građe tvari; sat održan uživo</i> .....	11
4.1.2	<i>Izvršene prilagodbe za online sat</i> .....	18
4.1.3	<i>Model čestične građe tvari u online obliku</i> .....	19
4.2	<i>Konvergentne leće</i> .....	28
4.2.1	<i>Konvergentne leće; sat održan uživo</i> .....	28
4.2.2	<i>Izvršene prilagodbe za online sat</i> .....	39
4.2.3	<i>Konvergentne leće u online obliku</i> .....	40
5	Osvrti i komentari.....	48
5.1	<i>Komentari i osvrti učenika</i> .....	49
5.2	<i>Osobni osvrt</i> .....	51
6	Zaključak.....	51
	Dodatak.....	52
A	<i>Anketa postavljena učenicima osnovne škole</i> .....	52
B	<i>Anketa postavljena učenicima srednje škole</i> .....	53
	Literatura .....	53

## 1 Uvod

Iznenadnim prelaskom na nastavu na daljinu u ožujku prošle godine zbog COVID-19 pandemije, nastavnici su se našli u vrlo teškoj situaciji. Preko noći trebali su se prilagoditi i kvalitetno održati nastavu fizike u potpuno novom okruženju. Cilj ovog rada bio je osmisliti na koje načine možemo održati nastavu fizike na daljinu, a da se i dalje održi istraživački usmjerena nastava. U sklopu toga osmišljene su određene prilagodbe kod održavanja nastave na daljinu te su one isprobane održavanjem jedne nastavne jedinice na daljinu u osnovnoj i jedne jedinice u srednjoj školi. Radi usporedbe dva različita oblika nastave, kontaktne i „online“, održane su iste nastavne jedinice, kontaktno u istim školama. Nakon održavanja nastave na daljinu sakupljeni su komentari učenika te su oni izneseni u sklopu ovog rada.

Nakon prelaska na nastavu na daljinu većina nastavnika nije nikada ili je vrlo rijetko provodila eksperimente i pokuse na nastavi [1]. Ukoliko su ih uklopili u nastavu na daljinu, većinom se radilo uz pomoć simulacija i videosnimaka pokusa [2]. Stoga je motivacija bila promisliti i odrediti na koje bi se načine nastava na daljinu učenicima mogla učiniti zanimljivijom, a da ona i dalje sadrži sve karakteristike koje nastavu u školi čine istraživački usmjerenom. Svi su se elementi nastave prilagodili, ali se naglasak stavio na prilagodbu pokusa za nastavu na daljinu.

## 2 Istraživački usmjerena nastava

Dugo se vremena u školi nastava održavala na način da je nastavnik izlagao gradivo, a učenici su pasivno sl ušali i zapisivali. Za vrijeme takve tradicionalne nastave, učenici često nisu uključeni u sat, oni nisu intelektualno angažirani jer se nastava svodi na reprodukciju izrečenog sadržaja, a ne na razmišljanje i zaključivanje. Takav način rada učenicima ne donosi mnogo koristi, stoga se tijekom proteklih pola stoljeća razvija novi pristup nastavi fizike. U tome pristupu učenika se želi maknuti iz pasivne uloge promatrača u aktivno, intelektualno angažirano stanje. Kada su učenici uključeni u nastavu i kada je ona izvedena interaktivno, učenici postižu mnogo bolje rezultate u odnosu na tradicionalnu nastavu [3]. Jedan od oblika interaktivne nastave naziva se istraživački usmjerena nastava i dosadašnja su istraživanja pokazala da ima pozitivan učinak na



učenike [4]. Kako bi istraživački usmjerena nastava bila što uspješnija mogu se koristiti mnoge strategije: kooperativno učenje, eksperimentalno istraživanje, povećanje relevantnosti gradiva za učenika itd. Upravo se zadnja strategija, povećanje relevantnosti gradiva, pokazala kao iznimno uspješna strategija [4]. To možemo ostvariti tako da nastavne cjeline i probleme povežemo s primjerima iz života čime učenici dobivaju veću motivaciju za razumijevanje gradiva.

Kao što je već rečeno, za razliku od tradicionalne predavačke nastave, nije cilj da učenici samo memoriraju informacije (npr. pamte definicije fizikalnih zakona i formule), nego se učenike potiče na kompleksnije razmišljanje (samostalno zaključivanje, promišljanje, evaluiranje, iznošenje hipoteza itd.). Tijekom nastave cilj je učenicima predstaviti fiziku u pravome svijetlu, kao istraživačku disciplinu. Da bismo to postigli, učenike, kada je moguće, potičemo na formuliranje i testiranje hipoteza, te osmišljanje i provođenje pokusa [4]. Time učenici razvijaju hipotetičko-deduktivno razmišljanje te ih se na taj način vodi k znanstvenom zaključivanju. Također, ne bi nastavnici trebali odraditi određeni pokus i reći učenicima što se dogodilo, nego je važno da učenici iznose svoja predviđanja i sami opažaju i opisuju određene pojave. Nakon toga potrebno je s njima raspraviti i interpretirati njihova opažanja. Dužnost nastavnika postaje pravilno strukturiranje i vođenje sata, kako bi učenici mogli razviti svoje istraživačke vještine.

Jedan istraživački usmjeren sat fizike sastoji se od tri dijela: uvodnog, središnjeg i završnog. U uvodnome dijelu želimo učenicima predstaviti neku novu pojavu. To možemo napraviti tako da im predstavimo neki problem iz života koji bi ih mogao motivirati i pobuditi interes za sat. Uz to, učenicima možemo demonstrirati pojavu pomoću pokusa u kojemu je učenici mogu opaziti i samostalno opisati. Nakon opažanja nove pojave prelazimo u istraživački dio sata u kojem učenike vodimo k istraživanju te pojave. To postizemo tako da učenicima postavljamo jedno ili više istraživačkih pitanja na koje ćemo kasnije odgovoriti provodeći pokus. Tada učenici imaju mogućnost formulirati svoje hipoteze i osmisliti pokus kojim bi ih testirali. Dužnost nastavnika je, raspravom s učenicima, odrediti koje će hipoteze testirati i zajedno s njima provesti istraživanje. Nakon izvršenog istraživanja, učenici samostalno daju odgovor na istraživačko pitanje te se zajednički konstruira fizikalni i matematički (kada je moguće) model koji opisuje pojavu. Završni dio služi za primjenu i provjeru razumijevanja naučenih modela [4].

Kroz sve strategije istraživački usmjerene nastave može se uočiti jedna bitna zajednička karakteristika. Nastavnici potiču učenike, a učenici imaju priliku, uz vođenje nastavnika, samostalno konstruirati svoje znanje i modele.

## **2.1 *Konstruktivistički model učenja***

Konstruktivistički model učenja formulirao je švicarski psiholog Jean Piaget. Po tom modelu učenici samostalno, tijekom vlastite aktivnosti, grade znanje i sliku o svijetu [5]. Nastavnikova zadaća postaje kompleksnija od samog iznošenja činjenica i prenošenja znanja jer je učenicima potrebno dati resurse i mogućnosti kako bi sami formirali nova znanja. Budući da učenici samostalno grade svoje znanje, potrebno ih je aktivno uključiti u nastavu te ih potaknuti na interakciju s nastavnikom i drugim kolegama u razredu. Tijekom interakcije učenici će imati priliku primijeniti svoje modele i evaluirati ih. Zbog toga je od iznimne važnosti nastavu učiniti interaktivnom i napraviti odmak od predavačkog oblika nastave.

Do trenutka kada učenici dođu prvi put na sat fizike u sedmom razredu osnovne škole, oni su već formirali mnogo modela kojima objašnjavaju i daju značenje pojavama oko sebe. Te učeničke modele i ideje koje imaju nazivamo pretkonceptije. Nastavnici moraju biti svjesni tih modela, jer će oni utjecati na učeničko prihvaćanje novih saznanja koja će otkriti na satu [6]. Nekada će se ti modeli većinski slagati sa zakonima fizike, ali nekada neće (npr. struja se troši u strujnome krugu, kod jednolikog gibanja po pravcu na tijelo djeluje stalna sila itd.), te je nastavnikova dužnost potaknuti učenike na konceptualnu promjenu [4]. Od iznimne je važnosti dobiti uvid u učeničke modele i njihovo zaključivanje. Raspravom s učenicima o fizikalnom problemu s kojim su se oni susreli u životu možemo dobiti uvid u njihov model. Valja napomenuti da će učenik konstantno konstruirati svoje znanje i modele, neovisno o obliku nastave u razredu, ali u tradicionalnoj predavačkoj nastavi, nastavnik će teže uvidjeti gdje se javljaju nedostaci kod pojedinog učeničkog modela. Također, za vrijeme takve nastave teže dolazi do zamjene starog modela s novim modelom.

## **2.2 *Interaktivne metode u nastavi***

Već je početkom 20. stoljeća Vygotsky tvrdio da je interakcija djeteta s osobom s više znanja od njega (drugo dijete, odrasla osoba...) od iznimne važnosti za djetetov razvoj [7]. Postaje očito da su interakcija i komunikacija između nastavnika i učenika te između

učenika međusobno, važna stavka za uspješno provođenje istraživački usmjerene nastave. Da bismo potaknuli i olakšali interakciju u nastavi koristimo se određenim interaktivnim metodama. Uključivanjem tih metoda u nastavu poboljšat ćemo kvalitetu nastave i u konačnici će učenici imati najviše koristi iz takve nastave. Njihovim korištenjem moći ćemo dobiti uvid u modele koji su učenici konstruirali i u poteškoće pri njihovom razumijevanju gradiva.

Nastava fizike često se povezuje s pokusima, ali za pravilno uključivanje pokusa u nastavu potrebno je učenike voditi kroz njih. Da bismo pravilno izveli pokus na satu, prije izvođenja pokusa trebamo učenicima opisati postav koji ćemo koristiti i što ćemo napraviti, ali ne i što će se dogoditi. Nakon izvođenja pokusa pitamo učenike što su opazili, te izvodimo pokus nekoliko puta. Kada su se učenici usuglasili oko opažanja, s njima ćemo raspraviti njihova tumačenja pokusa [4]. Razlikujemo tri različite vrste pokusa: opservacijski, istraživački i aplikacijski pokus. Oni mogu biti frontalni ili učenički. Frontalni pokus izvodi nastavnik pred cijelim razredom, dok učenički pokus izvode učenici samostalno ili u grupama. Koristeći opservacijski pokus želimo da učenici samostalno opaze novu pojavu te primijete njena svojstva. Njega ćemo većinom izvoditi u uvodnom djelu sata. Istraživačkim pokusom u središnjem dijelu sata, probat ćemo dati odgovor na postavljeno istraživačko pitanje. Prije izvođenja pokusa učenike možemo upitati za njihova predviđanja. Aplikacijskim pokusom dajemo učenicima priliku da primjene konstruirane modele pri objašnjavanju novih situacija [4].

Razredna rasprava često je korištena metoda koja može biti od velike koristi ako se izvede na pravi način, ali često se ne koristi do svog punog potencijala. Ona može biti komunikacija između učenika ili između učenika i nastavnika. Raspravom o uvodnome problemu možemo saznati pretkonceptije koje imaju učenici. U raspravi nije jedini cilj doći do točnog odgovora nego treba uvažavati svako učeničko razmišljanje. Također, u raspravu želimo uključiti sve učenike, a da bismo to uspjeli, moramo se pozitivno odnositi prema učenicima. Potrebno je pratiti učeničko razumijevanje, te ukoliko je potrebno predavati sporije i postavljati smisljena potpitanja koja im pomažu da dođu do odgovora. Pitanja koja nastavnik postavlja iznimno su važna, ona ne smiju biti sugestivna, a odgovor na njih treba biti puna misao, a ne jedna riječ [4].

Konceptualna pitanja s višestrukim odgovorima koriste se kako bi se provjerilo učeničko razumijevanje nakon obrađene nastavne cjeline. Koristimo ih u obliku pitanja s

višestrukim odgovorom na način da projiciramo pitanje i odgovore, a učenici samostalno daju odgovor istovremeno, tako da dignu unaprijed pripremljene kartice. Na karticama se nalaze slova A, B, C i D koja mogu biti obojana različitim bojama radi bolje preglednosti. Nakon što daju odgovor, potičemo ih da u grupama rasprave o odgovorima te nakon toga koristimo razrednu raspravu kako bi cijeli razred zajedno diskutirao i došao do točnog odgovora. Osim što nam konceptualna pitanja daju povratnu informaciju o tome koliko je učenika razumjelo neku cjelinu, iznošenje objašnjenja za vlastite odgovore na konceptualna pitanja nam daje uvid u model koji su učenici konstruirali [4].

Kooperativno rješavanje zadataka korisno je svim učenicima u razredu. I najbolji i najlošiji učenik imaju koristi od takvog načina rada, u odnosu na samostalno rješavanje zadataka. Kada učenici rješavaju zadatke u skupinama slabiji učenici su opušteniji i lakše će postavljati pitanja, dok bolji učenici također napreduju objašnjavanjem zadatka. Dok učenici rješavaju zadatke, nastavnik obilazi učenike pomažući kada je potrebno te provjerava i raspravlja s učenicima o njihovim rješenjima. Idealne su grupe od otprilike četvero učenika [4].

Nekada u nastavi neće biti moguće izvesti pokuse zbog mnogo razloga. Tada se nastavnik može poslužiti korištenjem računalnih metoda. Učenici mogu samostalno izvoditi pokuse i simulacije ili ih nastavnik može izvesti pred cijelim razredom. Važno je, kao i kod pokusa, od učenika tražiti predviđanje prije prikazivanja simulacije te objašnjenja nakon izvedene iste [4].

### **3 Prilagodba nastave online formatu**

U proljeće 2020. godine, kada je nastava prvotno premještena u „*online*“ okuženje, dio nastavnika odlučio se za asinkroni način nastave. Iako je to tada bila smisljena reakcija, takva se praksa u budućnosti ne bi trebala koristiti u redovnom školskom obrazovanju. U takvom obliku nastave učenici su većinom prepušteni sami sebi bez značajnih interakcija s nastavnikom i razrednim kolegama, a za kvalitetnu nastavu i učeničko razumijevanje potrebna je interakcija i nastavnikovo vođenje nastave.

Tijekom istog polugodišta, većina nastavnika (72% u potpunosti i 15% djelomično) počela je koristiti „*online*“ platforme pomoću kojih su mogli u stvarnom vremenu komunicirati s učenicima preko videopoziva (npr. Zoom, Google Classroom, itd.) [2].

Takav oblik nastave puno je sličniji nastavi u razredu te omogućuje korištenje interaktivnih metoda za poboljšanje kvalitete nastave. Kako bismo izvukli najviše što možemo iz takve nastave, ne bi bilo poželjno samo podijeliti s učenicima prezentaciju na kojoj se nalaze sve informacije. U takvoj situaciji učenici lakše postaju pasivni, s obzirom na to da se od njih ne traži aktivno sudjelovanje u nastavi te da imaju sve potrebne informacije napisane na prezentaciji. Zbog toga, tijekom nastavnih jedinica održanih u sklopu ovog rada, prezentacija je tretirana „kao ploča“, točnije, na prezentaciji su se nalazile samo skice, grafički prikazi, formule i glavni zaključci kao što bi bio slučaj na ploči za vrijeme kontaktne nastave. Time su učenici potaknuti da samostalno rade skice u bilježnice. Tek nakon što su učenici izvršili zadatak, prozivalo se nekoliko učenika da na kameri pokažu svoje skice. Zatim se prikazala pripremljena skica na prezentaciji, kako bi svi učenici dobro vidjeli pravilan rad, te su tada mogli popraviti svoj, ukoliko je to bilo potrebno. Uz to, od učenika se tražilo da samostalno zapisuju svoja opažanja nakon što su promatrali ili izvodili pokus, te zaključke do kojih su došli tijekom razredne rasprave za vrijeme sata. Ovakvom nastavom učenike se potiče da iz pasivnog stanja u kojem promatraju nastavnika kako drži sat, prijeđu u aktivno stanje u kojem sudjeluju u nastavi.

Korištenje videopoziva pomoću kojih se komunicira s učenicima u stvarnom vremenu omogućuje nastavnicima uključivanje razredne rasprave u satove na daljinu. U prijašnjem dijelu ovog rada objašnjena je važnost razredne rasprave te kako ju pravilno iskoristiti. Te ideje jednako vrijede u „*online*“ obliku, gdje je na nastavnicima da pravilnom komunikacijom potaknu učenike na kognitivno razmišljanje. Za vrijeme svakog oblika nastave, pa tako i nastave na daljinu, potrebno je sve učenike uključiti u nastavu.

Pokus su neizostavan i važan dio istraživački usmjerene nastave fizike. Kao što je već rečeno, ukoliko se pokus ne uklopi kvalitetno u sat, on neće imati veliki učinak stoga je bitno pokuse na primjeren način prenijeti i u „*online*“ oblik nastave. Općenito, pokus koji bismo izveli u razredu možemo napraviti i „*online*“ na nekoliko načina: učenici pokus mogu izvesti samostalno kod kuće, pokus možemo zamijeniti sa simulacijom na internetu ili učenicima možemo prikazati video snimljenog pokusa.

Pokus koji bi učenici izvodili kod kuće može biti opservacijski, aplikacijski, a čak i istraživački. Bilo bi poželjno, kada god je moguće, uključiti u uvodni dio sata opservacijski pokus koji učenici mogu samostalno izvesti jer im time dajemo dodatnu motivaciju za praćenje ostatka sata te tada imaju priliku samostalno izvesti i opaziti željenu pojavu. Pri

odabiru pokusa treba paziti da su potrebni samo oni materijali za koje možemo pretpostaviti da ih većina učenika ima kod kuće te da ti materijali pri nepravilnom rukovanju nisu opasni za učenike. Također, potrebno je isprobati pokuse prije sata kako bi se moglo predvidjeti gdje bi učenici mogli imati problema i primjereno ih voditi pokusom. Kako bi se učenicima olakšalo pravilno izvođenje pokusa, unaprijed se mogu pripremiti radni materijali. Oni ne smiju sadržavati informacije o tome što učenik treba opaziti, nego samo korake kako izvesti pokus. Kod istraživačkog i aplikacijskog pokusa poželjno je na materijale dodati i pitanja koja će pomoći učeniku pri zaključivanju. Ukoliko je pokus jednostavniji, učenicima se mogu pripremiti samo skice ili slike postava koje se mogu staviti na prezentaciju. Potrebno je uzeti u obzir da možda neće svi učenici imati identične materijale, zbog toga je bitno komunicirati s učenicima te im unaprijed reći koji će im materijali biti potrebni za sat. Učenici će onda imati dovoljno vremena (nekoliko dana) za pribavljanje pribora, kako bi se što manje vremena gubilo tijekom sata. Nakon što su učenici izveli pokuse potrebno je razrednom raspravom zajedno proći kroz njihova opažanja, tako da svim učenicima bude jasno jesu li dobro izveli pokus. Također, tada će učenici imati priliku obrazložiti i argumentirati zašto misle da su njihova opažanja i zaključci uistinu ispravni čime još više potičemo istraživački duh sata. U slučaju da se dogodi da neki učenici nisu u mogućnosti pribaviti sve potrebne materijale za pokuse te stoga nisu u mogućnosti izvesti neki pokus samostalno, potrebno je pripremiti ili video pokusa ili simulaciju koju učenik može koristiti umjesto izvođenja istog.

Moguće je, osim pokusa koji učenici izvode za vrijeme sata, osmisliti pokuse i istraživanja koja bi učenici mogli provesti u slobodno vrijeme. Takvi pokusi daju učenicima priliku da primijene znanja naučena na satu kako bi došli do odgovora na zadani problem. Učenici ih mogu izvesti sami kod kuće jedino ako im unaprijed pripremimo i damo vježbu koja će ih voditi kroz pokus. Učenicima se ne bi trebalo reći što moraju napraviti na direktan način, nego bi ih se trebalo voditi služeći se pitanjima kojima povezujemo njihovo znanje sa sata, kako bi pokus izveli na pravi način. Takav oblik rada nikako se ne smije koristiti kao učenički uvod u neki problem, već kao primjena stečenih znanja. U sklopu rada osmišljena su dva takva pokusa koja se vežu uz održane sate. Nažalost, pošto su se sati održali krajem školske godine, kada učenici imaju mnogo ostalih školskih obveza, odlučeno je da ih je bolje ne opterećivati s dodatnim zadacima.

Očekivano je da učenicima treba više vremena kako bi samostalno izveli pokuse kod kuće za vrijeme nastave na daljinu, nego vrijeme potrebno da se pokusi izvedu u školi. Zbog toga je sat, na kojem se očekuje učeničko izvođenje pokusa, potrebno vremenski prilagoditi u odnosu na sat u školi. Kod prilagodbe sata važno je zadržati pravilno oblikovanje sata s uvodnim, središnjim i završnim dijelom sata.

Kada smo se odlučili u nastavi na daljinu koristiti videosnimke pokusa, potrebno je odabrati video primjeren za korištenje u nastavi. Videozapis mora biti jasan te pokus treba biti vidljiv. Ukoliko nema videozapisa s kojim smo zadovoljni, moguće je i samostalno snimiti video pokusa koji onda pokazujemo učenicima. Tada je potrebno imati na umu sva pravila za izvođenje pokusa te ih primijeniti na videosnimku [4]. Kada bismo učenicima samo prikazali video koji bi učenici promatrali, to ne bi aktiviralo kognitivno razmišljanje učenika, te bi to bilo jednako izvođenju pokusa u razredu bez komunikacije s učenicima. Prije puštanja videozapisa potrebno je opisati postav kojim se izvodi pokus na snimci te što će se napraviti, ali kao i kod pokusa u razredu nikako se ne smije učenicima reći što će se dogoditi i što trebaju vidjeti. Potrebno je unaprijed pregledati video kako bismo mogli ocijeniti njegovu prikladnost, te odlučiti želimo li ga pokazati učenicima cijelog ili želimo prikazati samo neke dijelove. Kada učenici promatraju videozapis, on treba biti bez zvuka te je na nastavnicima da postavljaju pitanja i vode učenike kroz pokus kao da se on izvodi u školi. Poželjno je prikazati videozapis nekoliko puta kako bi svi učenici mogli dobro opaziti željenu pojavu. Nakon prikazivanja snimke potrebno je pitati učenike što su opazili te kako bi objasnili pojave, ukoliko je to moguće.

Određene pokuse koje bismo radili u školi možemo zamijeniti i s računalnim simulacijama. Njih ćemo često koristiti i u razredu pa ih trebamo i u nastavi na daljinu koristiti na najbolji način. Nastavnik može izvoditi simulaciju, a učenici je promatraju ili se može dati učenicima da, koristeći simulaciju samostalno ili u grupama, istraže odgovor na postavljeni problem. U tom slučaju učenicima bi trebalo sastaviti kratke radne materijale na kojima se nalaze određena pitanja koja će voditi učenike k odgovoru, ali se na njima ne smije nalaziti odgovor na traženo pitanje. Nakon što su svi učenici imali priliku koristeći simulaciju formirati svoja opažanja te odgovoriti na pitanja na listiću, potrebno je razrednom raspravom diskutirati o njihovim opažanjima, usuglasiti ih te zajednički doći do zaključka. U kontekstu ovog rada, simulacije su izvedene frontalno. . Kao što je i slučaj s video pokusima, simulaciju je poželjno izvoditi nekoliko puta dok svi učenici ne opaze i/ili

istraže željenu pojavu. Dok se simulacija izvodi, potrebno je postavljati učenicima pitanja kako bi se potaknula interakcija.

U završnom se dijelu sata učenicima većinom postavlja nekoliko konceptualnih pitanja s višestrukim odgovorima, na koja oni odgovaraju uz pomoć kartica. U školi ćemo najčešće projicirati pitanje i ponuđene odgovore, a učenici će imati kartice koje će istovremeno dignuti kako bi dali odgovor na pitanje. Zatim, učenicima se može reći da rasprave s najbližim kolegama o svojim odgovorima i zatim ponovimo proces. To je jedan aspekt koji se tijekom prelaska na nastavu na daljinu izveo na pogrešan način te se izgubila jedna od glavnih ideja konceptualnih pitanja. Do sada su konceptualna pitanja korištena tako da nastavnik stavi pitanje i ponuđene odgovore na prezentaciju te učenici iznose svoje odgovore u internetski razgovor. Takav način primjene konceptualnih pitanja nije iznimno koristan za većinu učenika jer velika većina njih tada ne mora samostalno doći do odgovora, već mogu čekati da nekoliko učenika odgovori na pitanje te zatim i oni ponude isti odgovor. To bi bilo kao da na satu svaki učenik digne svoju karticu kada želi, a ne svi istovremeno. U razredu se traži od učenika da istovremeno podignu kartice baš kako bi svi učenici probali samostalno prvi puta odgovoriti na pitanje, a ne samo dignuti istu karticu kao i njihovi kolege u razredu. Stoga bi bilo puno bolje prilikom postavljanja konceptualnih pitanja s višestrukim odgovorom, upisati pitanja u određene internetske programe preko kojih učenici odgovaraju ne znajući što su odgovorili njihovi kolege (npr. Kahoot [8], Wooclap [9]). Pomoću tih programa učenici se mogu jednostavno prijaviti preko mobitela, računala ili tableta i kada mi odlučimo postaviti pitanje oni mogu odabrati željeni odgovor. Tada su učenici anonimni, što znači da nećemo znati koji učenik je ponudio koji odgovor, ali ćemo dobiti informaciju koliko učenika je odabralo određeni odgovor. Nakon što su učenici odgovorili na pitanje, potrebno je tražiti od njih objašnjenja zašto su se odlučili za određeni odgovor te im dati priliku da međusobnom raspravom dođu do zaključka koji je odgovor točan. Na taj bi se način više učenika aktivno uključilo u sat, a zbog toga što su odgovori anonimni mogli bi ponuditi svoj odgovor bez straha od reakcije nastavnika ili kolega. Za vrijeme nastavnih sati koji su održani na daljinu, u jednome razredu korišten je takav oblik odgovaranja na konceptualna pitanja, dok je drugi razred samo pisao svoje odgovore u internetski razgovor. U razredu u kojem učenici nisu mogli vidjeti odgovore svojih kolega dogodilo se veće razilaženje od jednog odgovora (72% učenika odabralo je isti odgovor), nego u razredu u kojem su svi učenici pisali odgovore u internetski razgovor (91% učenika odabralo je isti odgovor). Naravno, na



temelju jednog razreda to ništa značajno ne govori jer se radilo o različitim razredima u različitim školama.

Tijekom cijelog ovog poglavlja može se uočiti jedna pretpostavka kojom se u ovom radu vodilo, a to je da svi učenici imaju pristup resursima pomoću kojih mogu adekvatno pratiti nastavu, ponajviše kamere i mikrofone. Iako iskustvo nalaže da će većina učenika imati sve što je potrebno, posebno u Gradu Zagrebu gdje je promatrana i održana nastava na daljinu, to zasigurno nije istina za sve učenike. U takvim situacijama ne smijemo zaboraviti da je potrebno uključiti cijeli razred u nastavu i ne dopustiti da zbog toga određeni učenik ispašta. Mogu se napraviti određene prilagodbe koje će većinom, nauštrb malo više vremena, omogućiti svim učenicima da sudjeluju na satu. Učenici koji nemaju pristup mikrofONU mogu pisati u internetski razgovor, dok učenici bez kamere mogu prikazati skice i druge stvari pomoću alata kojim se može pisati po ekranu tako da svi sudionici videopoziva mogu vidjeti željeni prikaz.

#### **4 Održani sati**

Prilagodbe za održane nastavne sate rađene su u nekoliko koraka. Općenito, prilagodba je počela tako da je prvo osmišljen sat za nastavu u školi. Nakon toga, odabrani su elementi koje bi bilo potrebno promijeniti za nastavu na daljinu, kao što su pokusi i konceptualna pitanja. Osmišljen je način prilagodbe za svaki element, te su svi oni isprobani nekoliko puta, ukoliko se radilo o učeničkom pokusu ili simulaciji. Ako je bilo potrebe za time, osmišljeni su i sastavljeni radni materijali za učenike koji su ih vodili tijekom pokusa. Na kraju, promatran je sat u cjelini i predviđeno je vrijeme za njega, te je odlučeno što je bilo potrebno izbaciti kako sat ne bi bio predugačak (npr. dio konceptualnih pitanja s višestrukim odgovorom, mala modifikacija uvodnog problema itd.).

U svrhu izrade diplomskog rada, održane su dvije nastavne jedinice. Jedna u osnovnoj školi, a druga u srednjoj školi. Svaka nastavna jedinica održana je na dva načina, s jednim razredom održana je kontaktna nastava u školi. S drugim razredom ista je nastavna jedinica održana u „*online*“ obliku pomoću aplikacije Zoom. U osnovnoj školi održan je sat u sedmim razredima o modelu čestične građe tvari (Pod odgojno-obrazovnim ishodom FIZ

OŠ A.7.7. - Objašnjava agregacijska stanja i svojstva tvari na temelju njihove čestične građe prema kurikulumu iz fizike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj [10]). U srednjoj školi održan je sat na temu konvergentne leće (pod odgojno-obrazovnim ishodom FIZ SŠ D.3.7. - Primjenjuje zakone geometrijske optike [10]) u trećem razredu jezične gimnazije.

Nekoliko dana prije nego što je trebao biti održan „*online*“ sat, učenici su dobili popis pribora koji su unaprijed trebali pripremiti za nastavnu jedinicu te ih se zamolilo da obavijeste ukoliko im nešto s popisa nije dostupno.

#### **4.1 Model čestične građe tvari**

##### **4.1.1 Model čestične građe tvari; sat održan uživo**

### NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE

#### PREDMETNI ISHODI

*FIZ OŠ A.7.7-* Objašnjava agregacijska stanja i svojstva tvari na temelju njihove čestične građe.

- Opisuje model čestične građe tvari.
- Objašnjava agregacijska stanja modelom čestične građe tvari
- Povezuje agregacijska stanja i svojstva tvari s međudjelovanjem čestica i njihovim gibanjem.

*FIZ OŠ C.8.10* – Istražuje fizičke pojave

- Istražuje pojavu pomoću demonstracijskog pokusa
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.

#### MEĐUPREDMETNI ISHODI

Osr B.3.2 Razvija komunikacijske kompetencije i uvažava odnose s drugima

Osr B.3.4. Suradnički uči i radi u timu

Uku A.3.2 Primjena strategija učenja i rješavanje problema

Uku A.3.4 Kritičko mišljenje

Uku B.3.2 Praćenje

Uku C.3.3 Interes

Uku D.3.2 Suradnja s drugima

### VRSTA NASTAVE: ISTRAŽIVAČKI USMJERENA NASTAVA

#### NASTAVNE METODE

1. Demonstracija pokusa
2. Metoda razgovora - razredna rasprava
3. Konceptualna pitanja s karticama
4. Metoda pisanja /crtanja

#### OBLICI RADA

1. Frontalni
2. Individualni

#### KORELACIJA S DRUGIM PREDMETIMA

Kemija- Atomi i molekule

Biologija- Stanica

#### LITERATURA

*Fizika oko nas 7* [11]

*Fizika 7* [12]

*edutorij.e-škole - Čestična građa tvari i agregacijska stanja* [13]

Predmetni kurikulum [10]

#### NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA

Kutija, čaša, voda, šećer, alkohol, epruveta, menzura, riža, grah, tinta

1) *Uvodni dio*

*UVODNI PROBLEM: Kako možemo zaključivati o nečemu što ne vidimo?*

*UVODNI POKUS (frontalno): Crna kutija* - Učenicima se pokazuje zatvorena kutija u kojoj se nalazi jedan predmet. Učenici iznose ideje kako bi bez otvaranja kutije otkrili što se u njoj nalazi.

Za raspravu učenicima se postavljaju pitanja:

*„Kako možemo otkriti nalazi li se u kutiji jedan ili više predmeta?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka kako je potrebno protresti kutiju i kako prema zvuku možemo odrediti nalazi li se samo jedan predmet u kutiji ili više njih.

*„Možete li saznati kojeg je oblika i veličine predmet?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da ne možemo saznati točan oblik predmeta, ali možemo nešto reći o njegovoj veličini ako protresemo kutiju.

*„Možemo li saznati je li predmet slobodan u kutiji?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se može odrediti je li predmet slobodan u kutiji tako da protresemo kutiju.

Učenici iznose svoje ideje kako bi našli odgovore na gornja pitanja. Nakon izvođenja pokusa i razredne rasprave s učenicima dolazimo do zaključka da smo u uvodnom pokusu mogli doći do zaključka o nečemu što ne možemo direktno vidjeti.

To se povezuje s načinom kako su fizičari tokom povijesti probali odrediti dokle možemo dijeliti tvar.

*Dokle možemo dijeliti tvar?*

*DEMONSTRACIJSKI POKUS: Otapanje kocke šećera u vodi* – Kocku šećera dijelimo na pola nekoliko puta sve dok ne dobijemo manje komadiće šećera. Zatim te komadiće šećera stavimo u vodu i miješamo dok se ne rastopi.

Frontalno se izvodi pokus, prije izvođenja se učenike pita:

*„Bih li mogao kocku šećera podijeliti na pola?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da kocku šećera možemo prepoloviti.

Nakon što je kocka šećera prepolovljena, te se postavlja pitanje:

*„Mogu li podijeliti još jednom komadiće na pola?“*

- Želimo da učenici zaključče da nove kocke možemo još jednom prepoloviti.

Nakon što učenici iznesu svoja mišljenja kockica se prepolovi još na pola.

*„Možemo li zauvijek dijeliti šećer na pola?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka kako ne možemo zauvijek dijeliti šećer na pola.

Učenici iznose svoja predviđanja, te raspravljamo o njima. S učenicima nastojimo doći do zaključka da postoji granica nakon koje se tvar ne može više dijeliti. Budući da su se na kemiji već susreli s pojmom atoma, očekuje se da će neki učenici i to pružiti kao odgovor.

Nakon toga, izvodi se drugi dio pokusa tako da usipamo usitnjeni šećer u vodu te ju miješamo dok šećer više nije vidljiv. Zatim se učenike pita::

*„Što se sa šećerom dogodilo, je li on nestao?“*

- Želimo da učenici zaključče da šećer nije nestao, nego da se rastopio u vodi.

Učenici opisuju u svoje bilježnice demonstracijske pokuse te zapažanja i zaključke iz pokusa. Nekoliko učenika čita svoje odgovore i dolazimo do zaključka da se tvar sastoji od atoma koji su jako sitni i oku nevidljivi te se to saznanje zapisuje na ploču.

Učenicima se prikazuje simulacija [14] na kojoj se mogu uočiti odnosi veličine atoma, molekula itd. Komentiramo s učenicima odnose njihovih veličina. (atomi  $\sim 10^{-10}$  m, stanice  $\sim 10^{-5}$  m)

Zajedno s učenicima dolazimo do naslova sata, te ga se zapisuje na ploču.

2) *Središnji dio*

Učenicima se postavlja pitanje te ga zapisuju u bilježnice.

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 1- Postoji li međuprostor između čestica?*

*ISTRAŽIVAČKI POKUS: Miješanje alkohola i vode* – U epruvetu prvo stavljamo vodu pa etilni alkohol (96%), na epruveti označavamo ukupnu razinu smjese, prstom začepimo epruvetu te ju okrećemo kako bi se alkohol i voda promiješali. Radi bolje uočljivosti, voda se može obojati prije ulijevanja u epruvetu kako bi bilo vidljivo da su se voda i alkohol uistinu promiješali.

Prije izvođenja pokusa učenicima se postavlja pitanje postoji li međuprostor između čestica. Nakon toga izvodimo pokus, te obilazeći razred učenicima pokazujemo epruvetu.

Učenici opisuju pokus i zapisuju svoja zapažanja u bilježnice. Nekoliko učenika čita svoja zapažanja.

*„Kako to da smo miješanjem tekućina dobili manji ukupan volumen?“*

Učenici iznose svoje ideje te se raspravlja o njima. Kako bi učenicima bilo lakše vizualizirati situaciju i doći do zaključka, izvodi se sljedeći istraživački pokus.

*ISTRAŽIVAČKI POKUS (frontalno): Miješanje sačme različitog volumena* – Na dno prazne menzure stavljamo sačmu manjeg volumena i na nju sačmu većeg volumena tako da djelomično popune menzuru. Zatim miješamo, tj. protresemo menzuru tako da se sva sačma izmiješa. Nakon miješanja ukupan volumen je manji.

Učenici opisuju pokus i svoja zapažanja u bilježnice. Nekoliko učenika čita svoja zapažanja. S učenicima želimo doći do zaključka da je manja sačma popunila dio međuprostora između veće sačme.

Nakon toga komentiramo s učenicima sličnosti i razlike dvaju pokusa, te dolazimo do zaključka da nam u pokusu manja sačma predstavlja vodu, a veća sačma alkohol. Zatim se učenicima postavlja pitanje:

*„Što onda na temelju ovoga pokusa možete zaključiti o miješanju alkohola i vode?“*

-Želimo da učenici dođu do zaključka da miješanjem alkohola i vode čestice vode ulaze u međuprostor čestica alkohola zbog čega se ukupan volumen smanji.

Učenici samostalno odgovaraju u bilježnice na istraživačko pitanje te pišu kako su došli do tog zaključka, a nekoliko učenika čita svoje odgovore te se na kraju raspravlja o njima.

Zatim komentiramo s učenicima da se kod miješanja sačme u međuprostoru nalazi zrak, dok se kod miješanja alkohola i vode, u međuprostoru ne nalazi ništa tj. to je prazan prostor. Nastavnik na ploču dodaje otkriće, tj. postojanje praznog prostora između atoma. Učenicima se postavlja pitanje:

*Što za vas znači prazan prostor?*

Raspravimo s učenicima ideju praznog prostora i eventualnih poteškoća s razumijevanjem ideje praznog prostora. Učenici često zamišljaju prazan prostor kao prostor ispunjen zrakom što je potrebno kroz razgovor s njima provjeriti.

*„Što mislite, kako su čestice posložene u drugim agregatnim stanjima?“*

- Raspravom s učenicima navodimo ih na zaključak da uvijek postoji međuprostor između atoma te da su atomi kod krutih tijela međusobno bliže, a da su kod plinova i tekućina međusobno udaljeniji.

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 2-Kako se gibaju čestice tvari?*

Prije izvođenja pokusa pitamo učenike misle li gibaju li se čestice u tvari ili ne.

*ISTRAŽIVAČKI POKUS(frontalno): Kap tinte u vodi – Kap tinte kapnemo u hladnu vodu te učenici promatraju kako se kap tinte širi u vodi.*

Nakon izvođenja učenici opisuju što su vidjeli u pokusu te opis zapisuju u bilježnice. Učenicima se može postaviti pitanje :

*„Zašto se tinta promiješala u vodi?“*

Razrednom raspravom učenici iznose ideje te se raspravlja o njima. Potpitanjima navodimo učenike na zaključak da se tinta promiješala jer su se čestice vode gibale iako se voda u cjelini ne giba. Učenici samostalno pišu zaključke nakon rasprave, nekoliko učenika čita svoje odgovore i dolazimo do zaključka:

- Želimo da učenici dođu do zaključka da se molekule vode gibaju i međudjeluju s molekulama tinte zbog čega se tinta širi u vodi

Na ploču dodajemo i naš novi zaključak. Zatim se učenicima postavlja pitanje:

*„Kako se gibaju čestice vode, nasumično ili usmjereno?“*

Postavljamo potpitanja o tome kako se tinta širila, u jednome smjeru ili nasumično, te što iz toga možemo zaključiti o gibanju čestica vode. Učenici zaključuju da se čestice gibaju nasumično te samostalno taj zaključak pišu u bilježnice. Nekoliko učenika čita svoje odgovore, zatim raspravljamo o njihovim odgovorima te se taj zaključak dodaje na ploču.

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 3: Što se događa s česticama pri zagrijavanju tvari?*

Prije izvođenja pokusa pitamo učenike što misle da će se dogoditi te hoće li se tinta jednako brzo raširiti u obje čaše.

*ISTRAŽIVAČKI POKUS (frontalno): Kap tinte u toploj i hladnoj vodi-* U jednu staklenu čašu ulijemo toplu, a u drugu hladnu vodu. Kapnemo kap tinte istovremeno u obje čaše i promatramo što se događa s tintom u obje čaše.

Nakon izvođenja pokusa pitamo učenike što su opazili. Učenici u bilježnice opisuju pokus, te zapisuju svoja zapažanja. Zatim se učenike pita:

*„Kako se moraju gibati čestice vode u toploj vodi, ako se tamo tinta prije raširila?“*

Učenici iznose svoje ideje i raspravljamo o njima. Nakon rasprave učenici samostalno odgovaraju na istraživačko pitanje u svoje bilježnice, nekoliko učenika čita svoje odgovore.

- Želimo da učenici dođu do zaključka kako se čestice moraju gibati brže u toploj vodi

Nakon što su učenici napisali zaključak u svoje bilježnice dodajemo ga na ploču ostalim zaključcima s današnjeg sata.



Ponavljamo s učenicima sva saznanja koja smo otkrili na satu te nastojimo, zajedno s njima, to povezati u cjeloviti opis građe tvari. Učenici samostalno zapisuju što su naučili o tome kako je građeno sve oko nas, nekoliko učenika čita svoje odgovore.

Kroz raspravu provjeravamo postoje li poteškoće kod učenika koje su već prethodno dokumentirane. Očekivane učeničke poteškoće jesu mišljenje da ne postoji prazan prostor u tijelima, nego da je sav prostor u tijelima ispunjen materijom. Također, neki učenici smatraju da čestice nisu stalno u gibanju [4].

### 3) *Završni dio*

Konceptualna pitanja:

1) Marko u dvije jednake čaše s vodom ulijeva malo sirupa kako bi napravio sok. U jednoj čaši nalazi se hladna voda, a u drugoj topla voda. U kojoj čaši će se brže samostalno izmiješati sirup i voda?

A) U čaši s hladnom vodom

B) U čaši s toplom vodom

C) U obje čaše će se istovremeno izmiješati.

- *odgovor B je točan odgovor.*

#### 4.1.2 *Izvršene prilagodbe za online sat*

Demonstracijski pokus otapanja šećera u vodi u uvodnom dijelu sata djelomično je modificiran kako bi ga učenici mogli što efikasnije izvesti kod kuće. Prvi dio pokusa, u kojem s učenicima raspravljamo o tome koliko puta možemo prepoloviti danu kocku šećera temelji se više na razrednoj raspravi i zaključivanju pa je zbog toga odlučeno taj dio pokusa ostaviti kao frontalni pokus, tj. taj dio pokusa izvodi se ispred kamere. Također, očekivalo se da će mali broj učenika kod kuće imati kocke šećera, ali da će imati kristalni šećer stoga je dio pokusa u kojem je šećer potrebno otopiti u vodi zadan kao učenički pokus. Time učenici imaju priliku samostalno opaziti da se uistinu šećer otopio, ali da nije nestao jer je voda postala slatka.

Istraživački pokus *kap tinte u toploj i hladnoj vodi* učenici su samostalno izvodili tako da umjesto tinte u čaše s toplom i hladnom vodom stave po jednu vrećicu istog čaja te promatraju što će se dogoditi. Takvom prilagodbom učenici mogu izvesti pokus koristeći materijale koji su im lako dostupni.

Pokus miješanja sačme učenici su u nastavi na daljinu izveli kod kuće tako da su u čaši promiješali grah i rižu. Učenicima je napomenuto da ne trebaju kupovati točno te materijale u svrhu izvedbe pokusa, nego da se mogu poslužiti i sličnim materijalima koje već imaju kod kuće kao što su leća, slaninak itd. Zbog toga što se očekivalo da neće svi učenici imati grah i rižu, na satu prije izvođenja pokusa s učenicima se raspravilo o pokusu te su učenici dobili upute kako ga izvesti pravilno (žitarice manjeg volumena stavljaju se na dno pa se na njih stavlja žitarica većeg volumena).

Određeni pokusi koji su izvedeni u razredu, u nastavi na daljinu izvedeni su u obliku videosnimaka. Pokus miješanja alkohola i vode snimljen je u školi, dok je za pokus *kap tinte u vodi* korištena snimka pokusa s interneta [9]. U razredu i „*online*“ nastavi korištena je simulacija [10] kako bismo prikazali odnose veličina molekula, stranica itd.

#### **4.1.3 Model čestične građe tvari u online obliku**

### NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE

#### PREDMETNI ISHODI

*FIZ OŠ A.7.7-* Objašnjava agregacijska stanja i svojstva tvari na temelju njihove čestične građe.

- Opisuje model čestične građe tvari.
- Objašnjava agregacijska stanja modelom čestične građe tvari
- Povezuje agregacijska stanja i svojstva tvari s međudjelovanjem čestica i njihovim gibanjem.

*FIZ OŠ C.8.10* – Istražuje fizičke pojave

- Istražuje pojavu izvodeći učenički pokus

- Istražuje pojavu pomoću demonstracijskog pokusa
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.

### MEĐUPREDMETNI ISHODI

Osr B.3.2 Razvija komunikacijske kompetencije i uvažava odnose s drugima

Osr B.3.4. Suradnički uči i radi u timu

Uku A.3.2 Primjena strategija učenja i rješavanje problema

Uku A.3.4 Kritičko mišljenje

Uku B.3.2 Praćenje

Uku C.3.3 Interes

Uku D.3.2 Suradnja s drugima

### VRSTA NASTAVE: ISTRAŽIVAČKI USMJERENA NASTAVA

#### NASTAVNE METODE

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

#### OBLICI RADA

1. Frontalni
2. Individualni

#### KORELACIJA S DRUGIM PREDMETIMA

Kemija- Atomi i molekule

Biologija- Stanica

## LITERATURA

Fizika oko nas 7 [11]

Fizika 7 [12]

edutorij.e-škole - Čestična građa tvari i agregacijska stanja [13]

Predmetni kurikulum [10]

## NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA:

Kutija, čaša, voda, šećer, riža, grah, čaj u vrećici

### 1) *Uvodni dio*

*UVODNI PROBLEM: Kako možemo zaključivati o nečemu što ne vidimo?*

*UVODNI POKUS: Crna kutija* - Učenicima na kameri pokazujemo zatvorenu kutiju u kojoj se nalazi jedan predmet. Učenici iznose ideje kako bi bez otvaranja kutije otkrili što se u njoj nalazi. Za raspravu postavljamo učenicima pitanja:

*„Kako možemo otkriti nalazi li se u kutiji jedan ili više predmeta?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka kako je potrebno protresti kutiju i kako prema zvuku možemo odrediti nalazi li se samo jedan predmet u kutiji ili više njih.

*„Možete li saznati kojeg je oblika i veličine predmet?“*

- Želimo navesti učenike do zaključka da ne možemo saznati točan oblik predmeta, ali možemo nešto reći o njegovoj veličini ako protresemo kutiju.

*„Možemo li saznati je li predmet slobodan u kutiji?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se može odrediti je li predmet slobodan u kutiji tako da protresemo kutiju.

Učenici iznose svoje ideje kako bi pronašli odgovore na gornja pitanja. Pokus izvodimo tako da na kameri, pored mikrofona, protresemo kutiju. Nakon izvođenja pokusa i razredne

rasprave s učenicima dolazimo do zaključka da smo u uvodnom pokusu mogli doći do zaključka o nečemu što ne možemo direktno vidjeti.

To povezujemo s načinom kako su fizičari tijekom povijesti probali odrediti dokle možemo dijeliti tvar.

*Dokle možemo dijeliti tvar?*

*DEMONSTRACIJSKI POKUS: Otapanje kocke šećera u vodi* – Kocku šećera dijelimo na pola više puta sve dok ne dobijemo male komadiće šećera. Učenici sipaju kristalni šećer u vodu.

Na kameri učenicima pokazujemo kocku šećera.

*„Bih li mogao kocku šećera podijeliti na pola?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da kocku šećera možemo prepoloviti.

Nakon što je kocka šećera podijeljena na pola.

*„Mogu li podijeliti još jednom komadiće na pola?“*

- Želimo da učenici zaključče da možemo nove kocke još jednom prepoloviti.

Nakon što učenici iznesu svoja mišljenja prepolovimo kockicu još na pola.

*„Možemo li zauvijek dijeliti šećer na pola?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka kako ne možemo zauvijek dijeliti šećer na pola.

Učenici iznose svoja predviđanja te raspravljamo o njima. S učenicima nastojimo doći do zaključka da postoji neka granica, nakon koje se tvar ne može više dijeliti. Budući da su se na kemiji već susreli s pojmom atoma očekuje se da će neki učenici i to pružiti kao odgovor.

Drugi dio pokusa izvode učenici kod kuće tako da usipaju šećer u vodu te ju miješaju dok šećer više nije vidljiv. Zatim se učenicima postavlja pitanje:

*„Što se sa šećerom dogodilo, je li on nestao?“*

- Želimo da učenici zaključče da šećer nije nestao, nego da se rastopio u vodi.

„Kako znamo da je šećer i dalje u vodi?“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da znamo da je šećer u vodi jer je voda postala slatka.

Učenici iznose svoje ideje, te potpitanjima učenike navodimo kako bi došli do željenog zaključka, tj. da su čestice oku nevidljive i jako sitne.

Učenici opisuju u svoje bilježnice demonstracijske pokuse, kao i zapažanja i zaključke iz pokusa. Nekoliko učenika čita svoje odgovore i dolazimo do zaključka da se tvar sastoji od atoma koji su jako sitni i oku nevidljivi. To se zapisuje kao prvo saznanje na prezentaciji.

Učenicima prikazujemo simulaciju [14] na kojoj se mogu uočiti odnosi veličine atoma, molekula itd. Komentiramo s učenicima odnose njihovih veličina. (atomi  $\sim 10^{-10}$  m, stanice  $\sim 10^{-5}$  m)

Zajedno s učenicima dolazimo do naslova sata, učenici ga zapisuju u bilježnice i na prezentaciju se dodaje naslov.

## 2) *Središnji dio*

Učenicima se postavlja istraživačko pitanje koje se nalazi na prezentaciji, te ga učenici zapisuju u bilježnice.

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 1- Postoji li međuprostor između čestica?*

Prije izvođenja pokusa pitamo učenike misle li da postoji međuprostor između čestica.

*ISTRAŽIVAČKI POKUS: Miješanje alkohola i vode* – U epruvetu prvo stavljamo vodu pa etilni alkohol (96%). Na epruveti označavamo ukupnu razinu smjese, zatim prstom začepimo epruvetu te ju okrećemo kako bi se alkohol i voda promiješali. Radi bolje uočljivosti, voda se može obojati prije ulijevanja u epruvetu kako bi bilo vidljivo da su se voda i alkohol uistinu promiješali.

Prikazujemo snimljeni video pokusa.

Učenici opisuju pokus i zapisuju svoja zapažanja u bilježnice. Nekoliko učenika čita svoja zapažanja. Nakon toga se učenike pita:

„Kako to da smo miješanjem tekućina dobili manji ukupan volumen?“

Učenici iznose svoje ideje i raspravljamo o njima. Učenici zatim samostalno izvode pokus kod kuće. Prije izvođenja pokusa daju im se upute za izvođenje.

*ISTRAŽIVAČKI POKUS: Miješanje graha i riže* – Učenici u posudu stavljaju sloj riže i na njega sloj graha. Zatim miješaju, tj. protresu, posudu tako da se grah i riža promiješaju. Nakon miješanja ukupan volumen je manji.



Slika 1: Pokus mješanja graha i riže. Početak pokusa (lijevo) i kraj pokusa (desno)

Učenici opisuju pokus i svoja zapažanja u bilježnice. Nekoliko učenika čita svoja zapažanja. S učenicima želimo doći do zaključka da je nakon miješanja riža, koja je manja, popunila dio međuprostora između graha.

Komentiramo s učenicima sličnosti i razlike kod ta dva pokusa, te dolazimo s učenicima do zaključka da nam u pokusu riža predstavlja vodu, a grah alkohol. Zatim se učenike pita:

„Što onda na temelju ovoga pokusa možete zaključiti o miješanju alkohola i vode?“

Želimo da učenici dođu do zaključka da miješanjem alkohola i vode, čestice vode ulaze u međuprostor čestica alkohola zbog čega se ukupan volumen smanji. Nadalje, komentiramo s učenicima da se kod miješanja graha i riže u međuprostoru nalazi zrak, dok je kod miješanja alkohola i vode međuprostor prazan.

Učenici samostalno u bilježnice odgovaraju na istraživačko pitanje te pišu kako smo došli do tog zaključka, nakon toga nekoliko učenika čita svoje odgovore te raspravljamo o njima.

*„Što za vas znači prazan prostor?“*

Raspravimo s učenicima ideju praznog prostora i eventualnih poteškoća s razumijevanjem ideje praznog prostora. Učenici često zamišljaju prazan prostor kao prostor ispunjen zrakom što je potrebno kroz razgovor s njima provjeriti.

*„Što mislite, kako su čestice posložene u drugim agregatnim stanjima?“*

Raspravom s učenicima želimo da učenici dođu do zaključka da uvijek postoji međuprostor između atoma, te da su atomi kod krutih tijela međusobno bliže, a kod plinova i tekućina međusobno udaljeniji.

Nakon toga na prezentaciju se dodaje naše otkriće, da postoji prazan prostor između atoma.

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 2-Kako se gibaju čestice tvari?*

Prije izvođenja pokusa pitamo učenike što misle, gibaju li se čestice u tvari ili ne.

*ISTRAŽIVAČKI POKUS: Kap tinte u vodi* – Kap tinte kapnemo u hladnu vodu te učenici promatraju kako se kap tinte širi u vodi.

Na prezentaciji prikazujemo video pokusa kapanja tinte u vodu. Nakon prikazivanja videa učenici opisuju što su vidjeli u pokusu. Pitamo učenike:

*„Zašto se tinta promiješala u vodi?“*

Razrednom raspravom učenici iznose svoje ideje te raspravljamo o njima. Potpitanjima navodimo učenike na zaključak da se tinta promiješala jer su se čestice vode gibale iako se voda u cjelini ne giba. Učenici samostalno pišu svoje zaključke nakon rasprave, nekoliko



učenika čita svoje odgovore i dolazimo do zaključka da se molekule vode gibaju i međudjeluju s molekulama tinte zbog čega se tinta širi u vodi.

Nakon toga na prezentaciju dodajemo novi zaključak svim prijašnjim zaključcima te učenike pitamo:

*„Kako se gibaju čestice vode, nasumično ili usmjereno?“*

Postavljamo potpitanja o tome kako se tinta širila, u jednome smjeru ili nasumično, te što iz toga možemo zaključiti o gibanju čestica vode. Učenici zaključuju da se čestice gibaju nasumično, te samostalno taj zaključak pišu u bilježnice. Nekoliko učenika čita svoje odgovore, raspravljamo o njihovim odgovorima te se taj zaključak stavlja na prezentaciju.

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 3: Što se događa s česticama pri zagrijavanju tvari?*

Prije izvođenja trebalo bi pitati učenike što misle da će se dogoditi nakon pokusa te hoće li se čaj jednako brzo promiješati u obje čaše.

*ISTRAŽIVAČKI POKUS: Čaj u toploj i hladnoj vodi-* Jednu čašu napunimo s vrućom, a drugu s hladnom vodom. U istom trenutku uronimo vrećicu čaja u obje čaše, te promatramo što se događa.



Slika 2: Pokus "čaj u toploj i hladnoj vodi". Čaša s hladnom vodom je lijevo, a s toplom desno.

Učenici samostalno izvode pokus, kao što je opisano iznad. Nakon što su ga izveli, pitamo učenike što su opazili te nekoliko učenika iznosi svoja opažanja. Učenici u bilježnice opisuju pokus te zapisuju svoja zapažanja. Zatim se učenicima može postaviti pitanje.

„Kako se moraju gibati čestice vode u toploj vodi, ako se tamo čaj prije promješao?“

- Želimo dovesti učenike da dođu do zaključka kako se čestice moraju gibati brže u toploj vodi.

Učenici iznose svoje ideje i raspravljamo o njima. Nakon rasprave učenici samostalno odgovaraju na istraživačko pitanje u svoje bilježnice, nekoliko učenika čita svoje odgovore te dolazimo do zaključka da se čestice gibaju brže u toploj vodi. Nakon što su učenici napisali zaključak u svoje bilježnice, nastavnik ga dodaje na prezentaciju ostalim zaključcima sa sata.

Zatim se s učenicima ponavljaju sva saznanja koja su se otkrila na satu, te se sve nastoji povezati u cjeloviti opis građe tvari. Učenici samostalno zapisuju što su naučili o tome kako je građeno sve oko nas te nekoliko učenika čita svoje odgovore. Raspravom provjeravamo postoje li poteškoće kod učenika koje su već prethodno dokumentirane. Očekivane učeničke poteškoće jesu mišljenja da ne postoji prazan prostor u tijela, nego da je sav prostor u njima ispunjen materijom. Također, neki učenici smatraju da čestice nisu stalno u gibanju[4].

### 3) Završni dio

Konceptualna pitanja:

1) Marko u dvije jednake čaše s vodom ulijeva malo sirupa kako bi napravio sok. U jednoj čaši nalazi se hladna voda, a u drugoj topla voda. U kojoj čaši će se brže samostalno izmiješati sirup i voda?

- A) U čaši s hladnom vodom
- B) U čaši s toplom vodom
- C) U obje čaše će se istovremeno izmiješati.

- odgovor B je točan odgovor.

## 4.2 Konvergentne leće

Zbog situacije s epidemiološkim mjerama te različitim načinom rasporeda nastave, sat u školi je planiran za vrijeme od otprilike 60 minuta, u odnosu na 45 minuta koliko inače traje školski sat.

### 4.2.1 Konvergentne leće; sat održan uživo

#### NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE

##### PREDMETNI ISHODI

FIZ SŠ D.3.7. – Primjenjuje zakone geometrijske optike

- Konstruira sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u leći.
- Crta i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u sabirnoj leći.
- Određuje i objašnjava karakteristike slika nastalih na sabirnoj leći
- Konstruira karakteristične zrake sabirne leće

FIZ SŠ.D.3.9.

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.

##### MEDUPREDMETNI ISHODI

Osr B.3.2 Razvija komunikacijske kompetencije i uvažava odnose s drugima

Osr B.3.4. Suradnički uči i radi u timu

Uku A.3.2 Primjena strategija učenja i rješavanje problema

Uku A.3.4 Kritičko mišljenje

Uku B.3.2 Praćenje

Uku C.3.3 Interes

Uku D.3.2 Suradnja s drugima

### VRSTA NASTAVE: ISTRAŽIVAČKI USMJERENA NASTAVA

#### NASTAVNE METODE

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

#### OBLICI RADA

1. Frontalni
2. Individualni

#### KORELACIJA S DRUGIM PREDMETIMA

Biologija- Dijelovi oka

#### NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA

Povećalo, ravnalo, svijeća, upaljač, list papira

#### LITERATURA

- kurikulum iz fizike [10]
- *edutorij.e-skole* [15]
- *Fizika oko nas 3* [16]

1) *Uvodni dio*

*UVODNI PROBLEM: Kako vidimo?*

Na početku sata postavljamo učenicima pitanje što oni znaju o tome kako vidimo i kako naše oko stvara sliku. Pomoću rasprave nastojimo učenike navesti da važnu ulogu kod stvaranja slike ima leća.

Pitamo učenike gdje su se još u životu susreli s lećama.

Učenicima objašnjavamo da ćemo razlikovati dvije vrste leća, te uvodimo simbole za konvergentnu leću i divergentnu leću. Definiramo tjeme leće i optičku os leće.

Na ploču se zapisuju simboli, i prikazuje optička os leće.

*OPSERVACIJSKI POKUS: Gledanje kroz povećalo-* Zamračimo učionicu te upalimo malu svijeću. Ispred svijeće (tako da se nalazi na većoj udaljenosti od fokusa povećala) stavimo povećalo, te s druge strane povećala stavimo bijeli list papira. Papir odmičemo od povećala sve dok se ne formira obrnuta realna slika plamena na papiru. Zatim pomičemo papir još naprijed i nazad kako bi učenici mogli primijetiti što se tada događa sa slikom. Pomičemo svijeću na drugi položaj koji je više udaljen od povećala dok papir na kojem je prethodno stvorena slika držimo na istom položaju. Zatim pomičemo i taj papir dok na njemu ne dobijemo oštru sliku.

Učenici opisuju što su uočili u pokusu, te ukoliko je potrebno postavljaju se potpitanja poput:

*„Jeste li uvijek vidjeli sliku na papiru?“*

- Želimo navesti učenike da opaze kako sliku nije bilo moguće uvijek vidjeti na papiru

*„Je li ta slika uspravna ili obrnuta?“*

- Želimo navesti učenike na zaključak da je slika uvijek bila obrnuta.

*„Kakva je bila veličina slike tijekom pokusa u odnosu na predmet (plamen)?“*

- Želimo navesti učenike da primijete kako slika plamena nije bila iste veličine kao i plamen svijeće

Cilj je doći do zaključka da se slika na zastoru neće stvoriti uvijek, da nije uvijek jednake veličine kao i predmet te da je slika na zastoru uvijek bila obrnuta. Nakon tog zaključka na ploču zapisujemo naslov jedinice.

## 2) Središnji dio

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 1: Kako nastaje slika pomoću konvergentne leće?*

ISTRAŽIVAČKI POKUS: Leću obasjamo zrakama paralelnima s optičkom osi, zatim istu stvar ponovimo i s druge strane leće, kako bismo pokazali da se paralelne zrake sabiru u jednu točku s obje strane leće. Zatim stavimo jednu zraku da prolazi kroz fokus leće i uočavamo da se lomi paralelno s optičkom osi. Na kraju, tjeme leće obasjamo jednom zrakom te uočavamo da se ona ne lomi.

Zapisujemo istraživačko pitanje na ploči, te ga učenici zapisuju u bilježnice. Učenicima prikazujemo video [17] loma paralelnih zraka svjetlosti na leći.

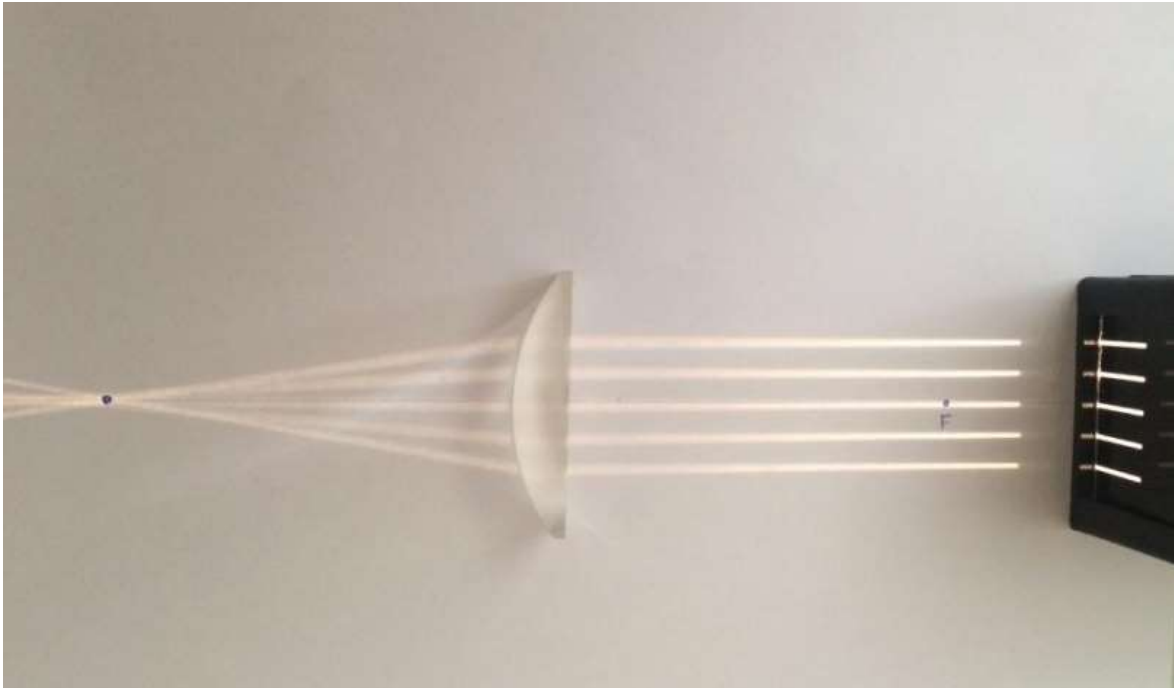
„Što uočavate, kako se lome paralelne zrake?“

- Želimo navesti učenike na zaključak kako se sve paralelne zrake lome u jednu točku.



Slika 3: Lom paralelnih zraka svjetlosti kroz konvergentnu leću. Preuzeto iz [18].

Učenicima definiramo fokus leće i središte zakrivljenosti leće. Zatim učenicima prikazujemo slike ( Slika 3 i Slika 4 ) s lomom paralelnih zraka s obje strane konvergentne leće [18].



Slika 4: Lom paralelnih zraka svjetlosti s druge strane konvergentne leće. Preuzeto iz [18].

*„Kako su se lomile paralelne zrake kada smo obasjali leću s druge strane?“*

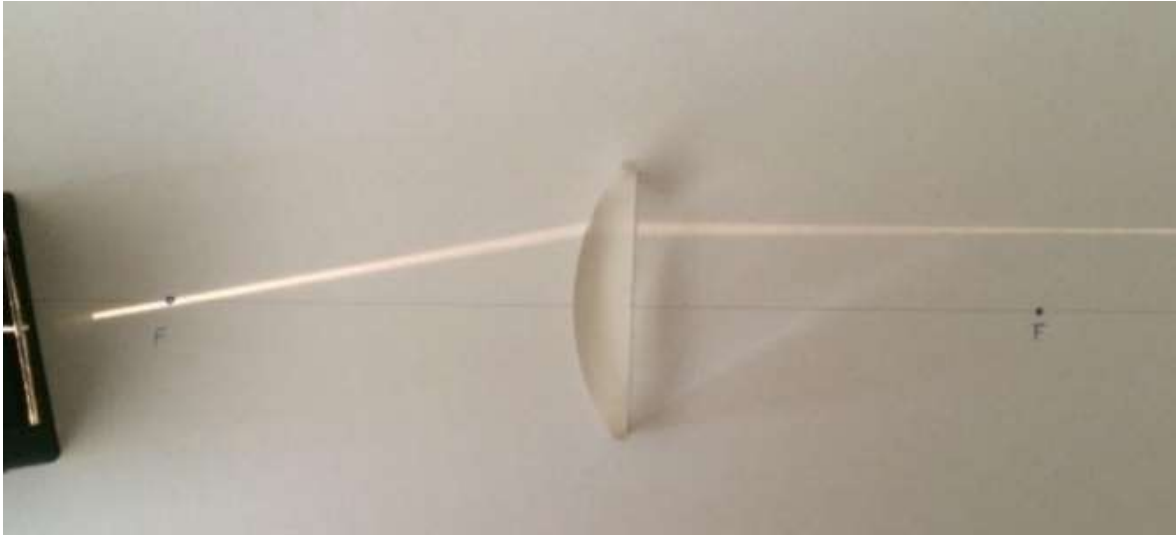
- Želimo navesti učenike da opaze kako se tada sve paralelne lome u fokus leće.

*„Koliko su udaljene te dvije točke od središta leće?“*

Na slici na kojoj su označena oba fokusa mjerimo udaljenosti od središta leće, te učenici dolaze do zaključka:

- Želimo dovesti učenike do zaključka da su te točke (oba fokusa) jednako udaljene od središta leće.

Učenici samostalno rade skicu leće s pripadajućim fokusima. Na skicu dodaju jednu zraku koja ide paralelno s optičkom osi i lomi se kroz fokus. Jedan učenik na ploči skicira navedenu zraku svjetlosti. Pokazujemo sliku loma zrake koja prolazi fokusom leće prije loma na leći.

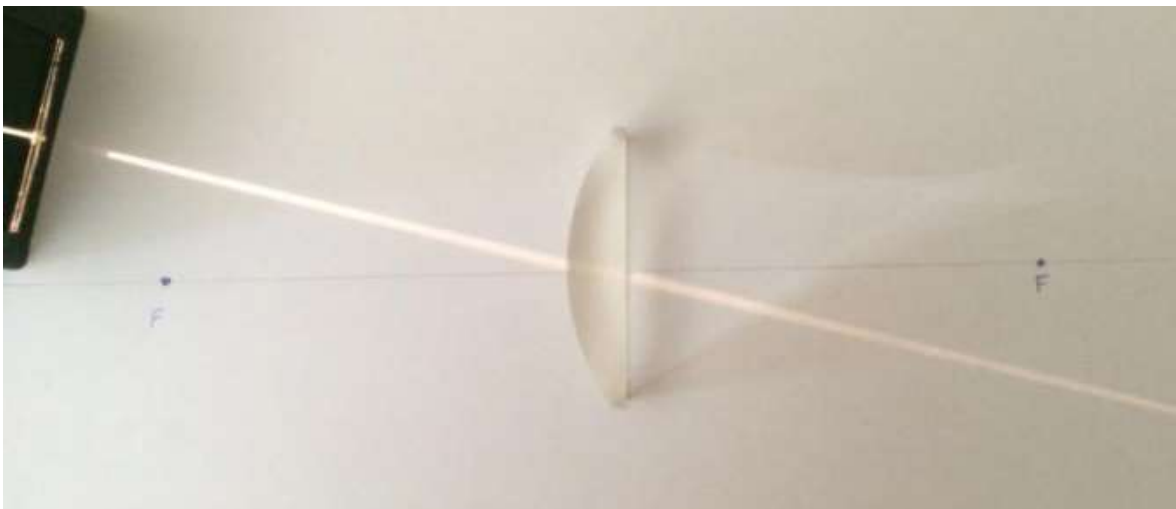


Slika 5: Lom zrake svjetlosti koja prolazi fokusom leće. Preuzeto iz [18].

„Kako se lome zrake koje prolaze fokusom leće?“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se zrake koje prolaze fokusom leće lome paralelno s optičkom osi.

Učenici samostalno u svoje skice dodaju i tu zraku te zatim jedan učenik dodaje zraku skici na ploči. Učenicima se nadalje pokazuje slika loma zrake koja prolazi tjemenom leće.



Slika 6: Lom zrake svjetlosti koja prolazi tjemenom leće. Preuzeto iz [18].

„Kako se lomi zraka koja prolazi tjemenom leće?“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se zraka koja prolazi tjemenom leće ne lomi.



Učenici dodaju i tu zraku na skicu u svoje bilježnice, dok jedan učenik zraku dodaje na ploču.

„*Primjećujete li što se događa sa sve tri zrake na skici?*“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se sve tri zrake sijeku u istoj točki.

„*Što mislite da se onda nalazi na tom mjestu?*“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se na tom mjestu nalazi slika predmeta.

Na kraju, kako bi se naglasilo da to nisu jedine zrake koje postoje, učenicima se može postaviti pitanje:

„*Jesu li to jedine zrake svjetlosti koje dolaze od nekog predmeta?*“

- Želimo dovesti učenike do zaključka kako više zraka svjetlosti dolazi od nekog predmeta, a ne samo tri prikazane zrake.

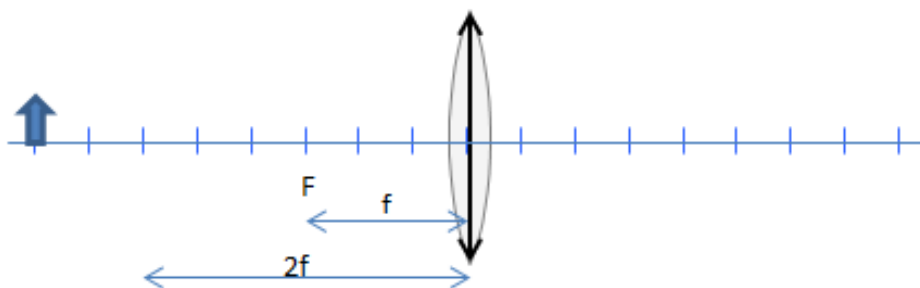
S učenicima želimo doći do zaključka da postoji mnogo više zraka koje prolaze lećom, ali zbog jednostavnosti, na skicama prikazujemo i određujemo samo navedene 3 *karakteristične zrake* koje su dovoljne za konstrukciju slike. U svrhu toga im prikazujemo simulaciju [19] na kojoj se može vidjeti lom više zraka na leći.

Učenici za kraj odgovaraju na prvo istraživačko pitanje te zapisuju svoje odgovore u bilježnicu. Nekoliko učenika čita odgovore te se zajedno dolazi do potpunog odgovora na istraživačko pitanje.

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 2: Kako udaljenost predmeta od leće utječe na karakter slike?*

*ISTRAŽIVAČKI POKUS (frontalno)* - Koristeći simulaciju istražujemo kako udaljenost predmeta od leće utječe na karakter slike tako da pomičemo predmet s udaljenosti veće od  $2f$  leće prema leći, te promatramo kakva se slika stvara. Učenici u bilježnice skiciraju situacije :

- A.  $a > 2f$       B.  $a = 2f$       C.  $f < a < 2f$       D.  $a = f$       E.  $a < f$       F.  $a \rightarrow \infty$



Slika 7: Skica predmeta ispred konvergentne leće.

Tijekom izvođenja simulacije učenicima postavljamo pitanja:

*„Jesu li predmet i slika uvijek jednako udaljeni od leće?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da predmet i slika nisu uvijek jednako udaljeni od leće.

*„Kada su predmet i slika jednako udaljeni od leće?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da su predmet i slika jednako udaljeni od leće samo kada se predmet nalazi u središtu zakrivljenosti leće.

*„Jesu li predmet i slika u nekom slučaju jednake visine?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da su predmet i slika jednake visine kada se predmet nalazi u središtu zakrivljenosti leće.

*„S koje strane leće se nalazi slika predmeta tijekom pomicanja?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se slika formira s druge strane leće kada se predmet nalazi na udaljenosti većoj od udaljenosti fokusa, a kada se predmet nalazi na udaljenosti manjoj od fokusa leće slika je s iste strane leće kao i predmet.

Nakon ovog pitanja s učenicima ponavljamo pojam realne i virtualne slike, te pitamo učenike kada je slika realna, a kada virtualna. Podsjećamo ih na uvodni pokus i sliku koju su vidjeli na svome papiru čime ih želimo dovesti do zaključka da je slika realna kada se

zrake sijeku u istoj točki i pritom se slika može uhvatiti na zastoru, a ako se produžeci virtualnih zraka sijeku u nekoj točki, onda tamo nastaje virtualna slika.

*„Gdje se mora nalaziti predmet da bi njegova slika bila realna?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se predmet mora nalaziti iza fokusa leće kako bi njegova slika bila realna.

*„Možete li uvijek dobiti sliku predmeta na zastoru, ili se slika nekada ne stvara na zastoru?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da sliku predmeta nećemo moći uhvatiti na zastoru kada se predmet nalazi u fokusu leće ili ispred fokusa leće. Kada se predmet nalazi u fokusu leće tada se ne stvara njegova slika. Kada se predmet nalazi ispred fokusa leće njegova je slika virtualna pa ju nećemo moći uhvatiti na zastoru.

Interaktivnom raspravom s učenicima želimo doći do skice za slučaj kada se predmet nalazi u beskonačnosti.

Postavljajući pitanja poput:

*„U kakvom su odnosu dvije zrake svjetlosti koje dolaze iz jako udaljenog izvora?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da bi zrake tada bile paralelne.

*„Koje karakteristične zrake bismo onda mogli promatrati i skicirati?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da mogu promatrati zraku koja ide kroz fokus leće i prolaskom kroz leću lomi se paralelno s optičkom osi te zraku koja ide kroz tjeme leće.

Nakon skiciranja slike na ploči učenici samostalno opisuju sliku predmeta u bilježnice, nekoliko učenika čita svoje odgovore. S učenicima dolazimo do zaključka da je:

Slika predmeta u beskonačnosti kada se predmet nalazi u fokusu leće.

Slika predmeta može biti realna ili virtualna, uvećana ili umanjena i uspravna ili obrnuta.

*„Što se dogodilo s položajem slike predmeta kada smo pomaknuli predmet?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se pomicanjem predmeta pomaknula i slika predmeta.

Razgovorom s učenicima uvodimo formulu za leće  $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

„Što nam ta formula onda govori?“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da nam formula govori gdje će biti položaj slike predmeta kada predmet stavimo ispred leće.

Provjeravamo formulu za specifičnu situaciju ( $a=2f$ ).

„Jeste li ikada do sada čuli za pojam dioptrije? Što vam to predstavlja?“

Učenici iznose svoja iskustva iz života te svoje ideje. Zatim uvodimo formulu za jakost leće (dioptriju)  $j=1/f$

Zapisujemo formule na ploču, a učenici ih zapisuju u bilježnice.

„Kako bismo mogli odrediti povećanje nekog predmeta?“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da povećanje predmeta možemo odrediti kao odnos visine slike predmeta i visine samog predmeta.

s učenicima dolazimo do formule za povećanje:

$m = -\frac{y'}{y}$  te raspravljamo s njima o predznacima pojedinih veličina.

### 3) Završni dio

Pomoću simulacije [20] i videozapisa [21] raspravljamo s učenicima kako se formira slika u ljudskom oku.

„Što mislite kako se onda formira slika u našem oku?“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se zrake koje dolaze u oko sijeku tako da se stvara slika na mrežnici.

S učenicima želimo doći do odgovora da su predmeti koji mi gledamo „u beskonačnosti“ pa se formira slika u fokusu naše leće, tj. na mrežnici.

*„Što mislite da se onda događa kod kratkovidnosti i dalekovidnosti?“*

Pokazujemo video [21] i navodimo učenike na zaključak da se tada leća izoblikuje, te se fokus više ne nalazi na mrežnici.

*APLIKACIJSKI POKUS: Određivanje jakosti povećala* – Koristeći neki udaljeni predmet (npr. susjednu zgradu, ormar u sobi, drvo) učenici određuju jakost povećala. Postupak je takav da prvo stavimo povećalo na početak ravnala, uzmemo nešto što će nam služiti kao zastor (npr. list papira) te ga udaljavamo od leće sve dok ne dobijemo sliku odabranog predmeta na papiru. Zatim očitamo udaljenost slike od leće. Budući da znamo da se slika formira u fokusu kada nam je predmet jako daleko, time smo odredili fokus leće. Pomoću tog saznanja iz formule  $j=1/f$  odredimo jakost povećala.

Pokus izvodimo interaktivno, tako da učenici u skupinama od njih četvero rasprave o načinu provođenja pokusa. Obilazimo učenike, provjeravamo njihova razmišljanja te pomažemo potpitanjima. Ukoliko većina grupa ima problem na nekom dijelu razrednom raspravom raspravimo o njemu. Kako bismo pomogli učenicima postavljaju se pitanja poput:

*„Što moramo izmjeriti kako bismo odredili jakost povećala?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da moramo izmjeriti koliki je fokus našeg povećala.

*„Gdje se nalazi predmet kojeg promatramo?“ – „Gdje možemo aproksimirati da se nalazi predmet?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka kako možemo aproksimirati da se predmet nalazi u beskonačnosti jer je jako daleko od povećala.

*„Gdje će se onda stvarati slika predmeta?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se slika predmeta stvara u fokusu povećala.

*„Kako ćemo onda odrediti gdje se nalazi fokus?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da ćemo odabrati neki predmet u daljini te ćemo tražiti pomoću papira gdje je njegova slika oštra. Na tom mjestu je fokus povećala.

„Kakva mora biti slika predmeta?“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da slika predmeta mora biti umanjena i obrnuta.

Učenici u bilježnice opisuju pokus. Zatim grupe izvode pokus, obrađuju mjerenje te nakon što su sve grupe završile s razrednom raspravom komentiramo izvođenje pokusa, te njihove rezultate.

Učenici odgovaraju na projicirano konceptualno pitanje pomoću kartica.

Konceptualna pitanja:

1) Predmet se nalazi 15 cm ispred sabirne leće. S druge strane leće nalazi se zastor kojeg počinjemo udaljavati od leće. Na zastoru se nikada se formira slika, koliko iznosi žarišna duljina leće?

- A) Manje od 15 cm
  - B) Točno 15 cm
  - C) Više od 15 cm
  - D) Točno 30 cm
  - E) Ne možemo odrediti
- C i B su točni odgovori

#### **4.2.2 Izvršene prilagodbe za online sat**

U razredu se opservacijski pokus izvodi s povećalom i upaljenom svijećom. Postav se stavljen tako da je vidljiv svim učenicima te učenici promatraju kada i kakva se slika stvara na zastoru. Iako bi učenici mogli isti takav pokus izvesti i kod kuće, radi sigurnosti, za pokus kod kuće svijeća je zamijenjena sa slovom L izrezanim iz papira koje se nalazi ispred bljeskalice mobitela. Kako bi učenicima bilo lakše pravilno izvesti pokus, postav se uslikao i stavio na prezentaciju.

Budući da se predviđalo da će učenicima trebati više vremena kako bi sami izveli opservacijski pokus, nego što bi za to bilo potrebno u školi, zaključili smo da neće biti

dovoljno vremena za kvalitetnu izvedbu aplikacijskog pokusa određivanja jakosti povećala. Zbog toga na nastavi na daljinu taj pokus nije izveden za vrijeme sata.

Videomaterijali korišteni za izvođenje nastave preuzeti su s internetske stranice Youtube [17], [21]. Simulacije korištene na nastavi mogu se naći na stranicama Sveučilišta u Bostonu [19] i portala oPhysics [20]. Slike korištene u nastavi preuzete su iz izvora [18].

#### **4.2.3 Konvergentne leće u online obliku**

### NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE

#### PREDMETNI ISHODI

FIZ SŠ D.3.7. – Primjenjuje zakone geometrijske optike

- Konstruira sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u leći.
- Crta i opisuje sliku predmeta nastalu lomom svjetlosti u sabirnoj leći.
- Određuje i objašnjava karakteristike slika nastalih na sabirnoj leći
- Konstruira karakteristične zrake sabirne leće

FIZ SŠ.D.3.9.

- Istražuje prirodne pojave.
- Istražuje pojavu s pomoću demonstracijskog pokusa
- Istražuje pojavu s pomoću računalne simulacije.

#### MEDUPREDMETNI ISHODI

Osr B.3.2 Razvija komunikacijske kompetencije i uvažava odnose s drugima

Osr B.3.4. Suradnički uči i radi u timu

Uku A.3.2 Primjena strategija učenja i rješavanje problema

Uku A.3.4 Kritičko mišljenje

Uku B.3.2 Praćenje

Uku C.3.3 Interes

Uku D.3.2 Suradnja s drugima

### VRSTA NASTAVE: ISTRAŽIVAČKI USMJERENA NASTAVA

#### NASTAVNE METODE

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

#### OBLICI RADA

1. Frontalni
2. Individualni

### KORELACIJA S DRUGIM PREDMETIMA

Biologija- Dijelovi oka

#### LITERATURA

- kurikulum iz fizike [10]
- *edutorij.e-skole* [15]
- *Fizika oko nas 3* [16]

### NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA

Povećalo, ravnalo, izrezano slovo L iz papira, list papira, mobitel

- 1) Uvodni dio

*Uvodni problem: Kako vidimo?*



Učenike pitamo što oni znaju o tome kako vidimo i kako naše oko stvara sliku. Pomoću rasprave nastojimo učenike navesti da važnu ulogu kod stvaranja slike ima leća.

Zatim učenike pitamo gdje su se još u životu susreli s lećama te im objašnjavamo da ćemo razlikovati dvije vrste leća, te uvodimo simbole za konvergentnu leću i divergentnu leću. Definiramo tjeme leće i optičku os leće.

*OPSERVACIJSKI POKUS: Gledanje kroz povećalo-* Pokus započinjemo tako da na papiru izrežemo slovo L, izrezano slovo stavimo ispred izvora svjetlosti (bljeskalicu mobitela) te učvrstimo selotejpom slovo na bljeskalicu. Na drugu stranu papira stavimo povećalo te s druge strane povećala jedan bijeli papir. Taj papir pomičemo i promatramo kada se i kakva slika stvara na njemu.

Opisujemo učenicima kako trebaju izvesti pokus, te ga oni sami kod kuće izvode. Za lakše izvođenje pokusa učenici dobivaju sliku postava.



Slika 8: Mjerni postav s povećalom, mobitelom i papirom

Nakon što su izveli pokus pitamo učenike što su opazili, te postavljamo potpitanja poput:

*„Jeste li uvijek vidjeli sliku na papiru?“*

- Želimo navesti učenike da opaze kako sliku nije bilo moguće uvijek vidjeti na papiru.

*„Je li ta slika uspravna ili obrnuta?“*

Želimo navesti učenike na zaključak kako je slika uvijek bila obrnuta. Cilj je s učenicima doći do zaključka da se neće uvijek stvoriti slika na zastoru, da slika nije uvijek jednake veličine kao i predmet te da je slika na zastoru uvijek obrnuta. Nakon toga, na prezentaciju dodajemo naziv nastavne jedinice.

## 2) *Središnji dio*

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 1: Kako nastaje slika pomoću konvergentne leće ?*

*ISTRAŽIVAČKI POKUS:* Leću obasjamo zrakama paralelnima s optičkom osi, zatim isto ponovimo i s druge strane leće, kako bismo pokazali da se paralelne zrake sabiru u jednu točku s obje strane leće. Zatim stavimo jednu zraku da prolazi kroz fokus leće i uočavamo da se lomi paralelno s optičkom osi. Na kraju, tjeme leće obasjamo jednom zrakom te uočavamo da se ona ne lomi.

Učenicima se prvo pokazuje video [17] sa zrakama paralelnima s optičkom osi.

*„Što uočavate, kako se lome paralelne zrake?“*

- Želimo navesti učenike do zaključka kako se sve paralelne zrake lome u jednu točku.

Učenicima definiramo fokus leće i središte zakrivljenosti leće. Zatim prikazujemo slike loma paralelnih zraka s obje strane konvergentne leće (Slika 3 i Slika 4) te postavljamo pitanje:

*„Kako su se lomile zrake kada smo obasjali leću s druge strane?“*

- Želimo navesti učenike da opaze kako se tada sve paralelne zrake lome u fokus leće.

*„Koliko su udaljene te dvije točke od središta leće?“*

Na slici na kojoj su označena oba fokusa mjerimo udaljenosti od središta leće

- Želimo dovesti učenike do zaključka da su te točke (oba fokusa) jednako udaljene od središta leće.

Učenici samostalno rade skicu leće s fokusima i središtem zakrivljenosti. Na skicu dodaju jednu zraku koja ide paralelno s optičkom osi i lomi se kroz fokus. Nekoliko učenika pokazuje svoje skice te na kraju na prezentaciji prikazujemo traženu skicu.

Pokazujemo sliku 5 loma zrake koja prolazi fokusom leće prije loma na leći.

*„Kako se lome zrake koje prolaze fokusom leće?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se zrake koje prolaze fokusom leće lome paralelno s optičkom osi.

Učenici samostalno u svoje skice dodaju i tu zraku, nekoliko učenika pokazuje svoje skice te nastavnik prikazuje skicu na prezentaciji. Učenicima se pokazuje slika 6 loma zrake koja prolazi tjemenom leće.

*„Kako se lomi zraka koja prolazi tjemenom leće?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se zraka koja prolazi tjemenom leće ne lomi.

Učenici dodaju i tu zraku na skicu u svoje bilježnice. Nakon što netko pokaže potpunu skicu i ona se prikazuje na prezentaciji. Učenicima se postavlja pitanje:

*„Primjećujete li što se događa sa sve tri zrake na skici?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se sve tri zrake sijeku u istoj točki.

*„Što mislite da se onda nalazi na tom položaju?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se na tom položaju nalazi slika predmeta.

Za kraj, kako bismo naglasili da to nisu jedine zrake koje postoje pitamo učenike:

*„Jesu li to sve zrake svjetlosti koje dolaze od nekog predmeta?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da beskonačno zraka svjetlosti dolazi od nekog predmeta, a ne samo te tri prikazane zrake.

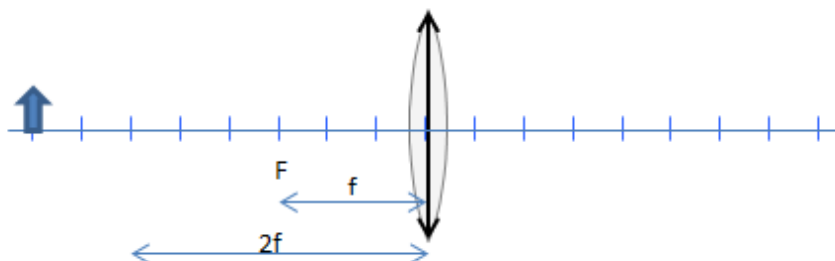
S učenicima želimo doći do zaključka da postoji mnogo više zraka koje prolaze lećom, ali zbog jednostavnosti, na skicama prikazujemo i određujemo samo te tri karakteristične zrake koje su dovoljne za konstrukciju slike. U svrhu toga učenicima prikazujemo simulaciju [19] na kojoj se može vidjeti lom više zraka na leći.

Učenici tada odgovaraju na prvo istraživačko pitanje te zapisuju svoje odgovore u bilježnicu. Nekoliko učenika čita odgovore te na kraju zajedno dolazimo do potpunog odgovora na istraživačko pitanje.

*ISTRAŽIVAČKO PITANJE 2: Kako udaljenost predmeta od leće utječe na karakter slike?*

*ISTRAŽIVAČKI POKUS:* Koristeći simulaciju učenici pomiču predmet s udaljenosti veće od  $2f$  leće prema leći, te promatraju kakva se slika stvara. U bilježnice skiciraju navedene situacije:

A.  $a > 2f$       B.  $a = 2f$       C.  $f < a < 2f$       D.  $a = f$       E.  $a < f$       F.  $a \rightarrow \infty$



Slika 9: Skica predmeta ispred konvergentne leće.

Učenici samostalno izvedu pokus za vrijeme izvođenja im se postavljaju pitanja:

*„Jesu li predmet i slika uvijek jednako udaljene od leće?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da predmet i slika nisu uvijek jednako udaljeni od leće.

*„Jesu li predmet i slika u nekom slučaju jednake visine?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da su predmet i slika jednake visine kada se predmet nalazi u središtu zakrivljenosti leće.

*„S koje strane leće se može nalaziti slika predmeta tijekom pomicanja?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se slika može nalaziti s obje strane leće.

Nakon ovog pitanja s učenicima ponavljamo pojam realne i virtualne slike, te pitamo učenike kada je slika realna, a kada virtualna. Podsjećamo ih na uvodni pokus i sliku koju su vidjeli na svome papiru, čime ih želimo dovesti do zaključka da je slika realna kada se zrake sijeku u istoj točki i pritom se sliku može uhvatiti na zastoru, a ako se produžeci virtualnih zraka sijeku u nekoj točki, onda tamo nastaje virtualna slika.

*„Gdje se mora nalaziti predmet da bi njegova slika bila realna?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se predmet mora nalaziti iza fokusa leće kako bi njegova slika bila realna.

*„Možete li uvijek dobiti sliku predmeta na zastoru, ili se slika nekada ne stvara na zastoru?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da sliku predmeta nećemo moći uhvatiti na zastoru kada se predmet nalazi u fokusu leće ili ispred fokusa leće. Kada se predmet nalazi u fokusu leće tada se ne stvara njegova slika. Dok se predmet nalazi ispred fokusa leće njegova slika je virtualna pa je nećemo moći uhvatiti na zastoru.

Nakon simulacije, učenici samostalno u bilježnice skiciraju slučaj kada se predmet nalazi u beskonačnosti. Nekoliko učenika pokazuje napravljene skice, te nakon rasprave dodajemo skice na prezentaciju. S učenicima dolazimo do zaključka da je:

*Slika predmeta u beskonačnosti kada se predmet nalazi u fokusu leće.*

*Slika predmeta može biti realna ili virtualna, uvećana ili umanjena i uspravna ili obrnuta.*

Učenici samostalno u bilježnice pored svake skice opisuju sliku predmeta, nekoliko učenika čita svoje zaključke te zajedno dolazimo do opisa svake slike.

*„Što se dogodilo s položajem slike predmeta kada smo pomaknuli predmet?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se pomicanjem predmeta pomaknula i slika predmeta.

Razrednom raspravom s učenicima uvodimo formulu za leće  $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$ .

*„Što nam ta formula onda govori?“*

- Želimo dovesti učenike do zaključka da nam formula govori gdje će biti položaj slike predmeta kada predmet stavimo ispred leće.

Provjeravamo formulu za specifičnu situaciju ( $a=2f$ ).

*„Jeste li ikada do sada čuli za pojam dioptrije? Što vam to predstavlja?“*

Učenici iznose svoja iskustva iz života te svoje ideje. Zatim uvodimo formulu za jakost leće (dioptriju)  $j=1/f$ .

Dodajemo formule na prezentaciju, a učenici ih zapisuju u bilježnice.

„Kako bismo mogli odrediti povećanje nekog predmeta?“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da povećanje predmeta možemo odrediti kao odnos visine slike predmeta i visine samog predmeta.

s učenicima dolazimo do formule za povećanje:

$m = -\frac{y'}{y}$  te raspravljamo s njima o predznacima pojedinih veličina.

### 3) Završni dio

Pomoću simulacije [20] i videozapisa [21] vraćamo se na uvodni problem i raspravljamo s učenicima kako se formira slika u ljudskom oku.

„Što mislite kako se onda formira slika u našem oku?“

- Želimo dovesti učenike do zaključka da se zrake koje dolaze u oko sijeku tako da se stvara slika na mrežnici.

S učenicima želimo doći do odgovora da su predmeti koji mi gledamo „u beskonačnosti“ pa se formira slika u fokusu naše leće, tj. na mrežnici.

„Što mislite da se onda događa kod kratkovidnosti i kod dalekovidnosti?“

Navodimo učenike na zaključak kako se tada leća preoblikuje, te se fokus više ne nalazi na mrežnici. Zbog toga ljudi s kratkovidnošću/dalekovidnošću predmete na određenim udaljenostima vide mutno. Povezujemo to sa slikom na papiru u opservacijskom pokusu kada smo papir malo pomaknuli iz fokusa..

### Konceptualno pitanje

1) Predmet se nalazi 15 cm ispred sabirne leće. S druge strane leće nalazi se zastor kojeg počinjemo udaljavati od leće. Na zastoru se nikada se formira slika, koliko iznosi žarišna duljina leće?

- A) Manje od 15 cm
- B) Točno 15 cm

C) Više od 15 cm

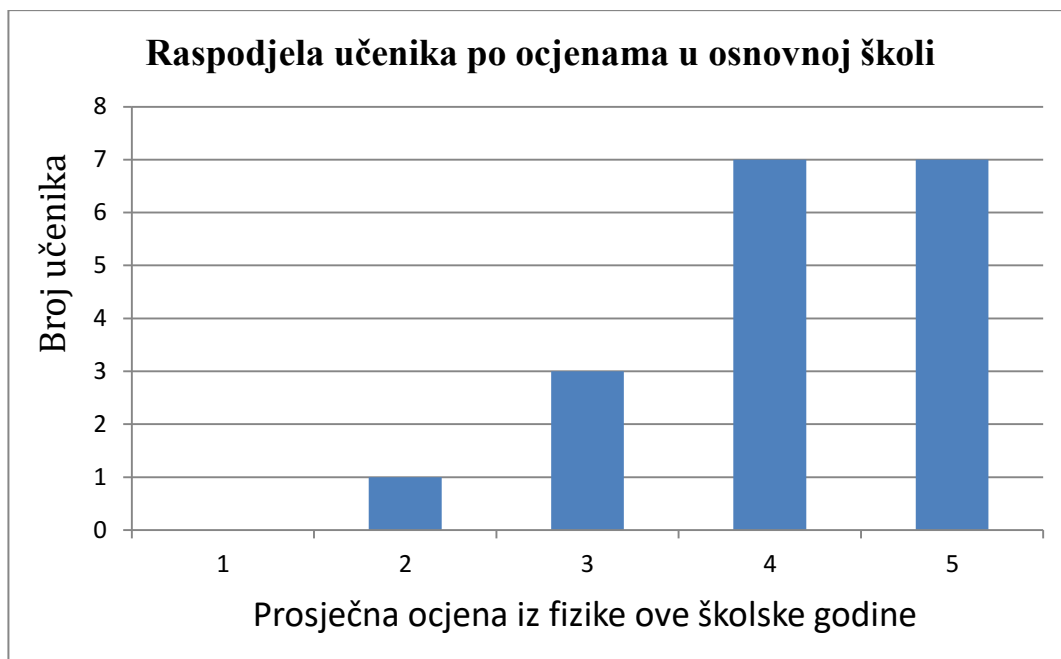
D) Točno 30 cm

E) Ne možemo odrediti

- C i B su točni odgovori

## 5 Osvrti i komentari

Na nastavi na daljinu sudjelovao je jedan sedmi razred osnovne škole s osamnaestero učenika i jedan treći razred jezične gimnazije s dvadeset i jednim učenikom. Nakon što je sat održan preko *Zooma*, učenici su dobili poveznicu na anketu koja je izrađena pomoću *Google forms* aplikacije [22]. Anketa je bila otvorenog tipa i odnosila se na održani sat i općenito takav oblik nastave te na usporedbu takve „*online*“ nastave fizike s drugim oblicima s kojima su se učenici susreli. Učenici su anonimno ispunjavali anketu preko svojih računala. Iako su ankete bile slične, napravljene su određene modifikacije za učenike srednjih škola u odnosu na učenike osnovnih škola zbog toga što su učenici u srednjim školama proveli gotovo cijelo drugo polugodište školske godine 2019./2020., i veći dio školske godine 2020./2021. u „*online*“ obliku nastave. Učenici sedmih razreda tek su školske godine 2020./2021. po prvi puta imali nastavu fizike te su proveli samo nekoliko tjedana u „*online*“ obliku nastave. Svih osamnaestero učenika osnovne škole te osamnaestero od 21 učenika srednje škole je odgovorilo na anketu. Pitanja koja su učenici dobili u anketi nalaze se u dodatku ovog rada. Raspodjela učenika koji su prisustvovali anketi po prosječnoj ocjeni iz fizike ove školske godine prikazana je grafički:



Graf 1: Raspodjela učenika po ocjenama iz fizike u osnovnoj školi



Graf 2: Raspodjela učenika po ocjenama iz fizike u srednjoj školi

### 5.1 *Komentari i osvrta učenika*

U anketi učenike se pitalo jesu li imali problema s izvođenjem pokusa kod kuće, te ukoliko su imali, zamolilo ih se da opišu probleme. Rezultati su pokazali da je 89%



učenika osnovne škole izjavilo je da je uspjelo izvesti sve pokuse na satu bez problema, dok je dvoje učenika izjavilo da je imalo problema pri izvođenju jednog pokusa. Kod oba učenika radilo se o tome da je zadnji pokus nije uspješno proveden (vrećica čaja u toploj i hladnoj vodi). Budući da su učenici i za vrijeme sata izjavili da „vrećica čaja nije pustila boju“, na satu je to razriješeno tako da su ta dva učenika mogla promatrati nastavnikov postav na kameri, te su također dobili poveznicu na video [23] koji prikazuje željeni efekt. U srednjoj školi 67% učenika izjavilo je kako nije imalo problema s izvođenjem pokusa kod kuće, dok 33 % učenika nije bilo u mogućnosti izvesti pokus kod kuće jer nije imalo potrebne materijale (povećalo).

Učenici oba razreda uspoređivali su održani sat u „*online*“ obliku s nastavom fizike u razredu, koliko su ti satovi slični, koji je oblik nastave teže ili lakše pratiti i zašto. U osnovnoj školi 56% učenika izjavilo je da im je takav oblik nastave na daljinu jednako lagan/težak za pratiti kao i nastavu u razredu. Većinom su to argumentirali činjenicom da je nastava interaktivna te da su razgovorom s nastavnikom i sa svojim kolegama uključeni u sat što im olakšava praćenje i razumijevanje. Trideset i devet posto učenika izjavilo je da im je lakše bilo pratiti nastavu u razredu, nego nastavu na daljinu. Ti učenici su bili složni oko toga da se lakše koncentriraju u školi nego kod kuće te da to rezultira boljim praćenjem nastave i usvajanjem gradiva. Jedan je učenik izjavio da mu je nastava na daljinu bila draža nego nastava u školi zbog toga što je imao prilike sam izvesti određene pokuse. Nekolicina učenika osnovne škole također je istaknula samostalno izvođenje pokusa kao pozitivnu stranu „*online*“ sata. To je bilo i za očekivati jer su to učenici sedmih razreda koji su se tek ove godine upoznali s fizikom, a pod trenutnim epidemiološkim mjerama nisu bili u mogućnosti izvesti niti jedan pokus na nastavi samostalno ili u grupama, nego su svi pokusi bili izvedeni frontalno. U srednjoj školi je 28% učenika izjavilo da im je bilo podjednako lagano/teško pratiti održani sat na daljinu kao i sat fizike u školi, dok je 72% učenika izjavilo da im je lakše pratiti nastavu u školi. Učenici su naveli da se lakše koncentriraju u školi što poboljšava njihovo razumijevanje gradiva. Kao i učenici osnovne škole, ističu da im je interaktivnost tijekom „*online*“ sata pomogla pri usvajanju gradiva.

Budući da su učenici u srednjoj školi dio nastave proveli „*online*“, pitalo ih se da usporede prijašnju nastavu fizike na daljinu s ovim „*online*“ satom. Istaknuli su kako su i do tada za vrijeme nastave na daljinu imali interaktivnu nastavu u kojoj su aktivno

sudjelovali tako da su odgovarali na nastavnikova pitanja i komunicirali su s kolegama. Kao jedinu značajnu promjenu naveli su samostalno izvođenje pokusa kod kuće. To su doživjeli kao pozitivnu promjenu te su naveli da im je sat zanimljiviji čim su mogli i oni sami sudjelovati izvođeci pokus.

## 5.2 *Osobni osvrt*

Kod nastave na daljinu bilo je potrebno mnogo više vremena kako bi se sat isplanirao i pripremio. Proces je uključivao isprobavanje i osmišljavanje nekoliko prilagodbi za pokuse te odabir najbolje opcije za učeničko samostalno izvođenje. Također, bilo je potrebno pronaći alternativne materijale u obliku videosnimaka pokusa ili simulacija ukoliko dio učenika ne bi bio u mogućnosti izvesti pokus. Sastavljanje prezentacija i ostalih materijala za nastavu na daljinu vremenski je zahtjevnije nego pripremanje za sat u školi.

Bez obzira na to koliko dobro isplaniramo sat, uvijek se može dogoditi mala devijacija od plana s obzirom na to kako učenici reagiraju te ukoliko im je potrebno nešto dodatno objasniti. U takvoj situaciji za vrijeme „*online*“ sata osobno sam teže uspio prenijeti učenicima željene ideje i prikazati nešto, nego što bih to uspio na nastavi. U razredu se u takvim situacijama možemo poslužiti pločom kako bismo bolje vizualizirali željenu situaciju dok su opcije za to djelomično limitirane za vrijeme nastave na daljinu. No, tome se može doskočiti spajanjem dodatnog tableta u „*online*“ sastanak koji bi se koristio samo kao ploča za pisanje.

Neverbalna komunikacija u razredu nikako se ne može prenijeti u „*online*“ svijet. Jednim pogledom po razredu možemo puno saznati, od toga koliko učenika želi aktivno sudjelovati u nastavi dizanjem ruku, do toga je li učenicima jasno postavljeno pitanje/problem ili nije. Nažalost, za vrijeme održavanja nastave na daljinu često nemamo te povratne informacije. Budući da ne možemo za vrijeme sata na daljinu stalno komunicirati sa svim učenicima, teže ćemo uočiti kada je potrebno pružiti pomoć učeniku ili ponovno proći određenim dijelom gradiva.

## 6 **Zaključak**

Tijekom održavanja nastave fizike na daljinu potrebno je napraviti određene prilagodbe kako bi održani sat bio zaista istraživački usmjeren. Kod nastave na daljinu

trebamo zadržati interakciju između nastavnika i učenika te učenika međusobno. Također, kako bi se učenike više zainteresiralo za nastavu, dobro je prilagoditi određene pokuse, kada je to moguće, kako bi ih učenici mogli izvesti samostalno kod kuće. Održana su dva sata na daljinu, jedan u osnovnoj školi i jedan u srednjoj školi, za vrijeme kojih su prilagodbe isprobane. Nakon „*online*“ sata učenici su ispunili ankete u kojima su uspoređivali održani sat na daljinu s kontaktnom nastavom i, kada je bilo moguće, s prethodnom nastavom na daljinu.

Kao što istraživanje [1] pokazuje, za vrijeme nastave na daljinu velika većina nastavnika uložila je jednako ili više vremena za pripremu nastavnog sata u odnosu na vrijeme prije pandemije. Prilikom pripreme za „*online*“ sat dobiven je isti dojam jer je trebalo uložiti mnogo truda i vremena za prilagodbu pokusa i prezentacija za nastavu na daljinu. Nažalost, i nakon ovih prilagodbi, konstrukcija pripreme za nastavni sat iziskivat će više vremena, ali će učenici više sudjelovati u nastavi čime će biti i više zainteresirani za nastavu.

Iako su učenici izjavili da im se više sviđa nastava u školi u odnosu na nastavu na daljinu, pozitivno su odgovorili na određene promjene koje su uvedene u nastavu. Prema rezultatima ankete održane nakon „*online*“ sata, samostalno izvođenje pokusa kod kuće ih je aktivnije uključilo u nastavu na daljinu te su tako bili više zainteresirani za nastavnu jedinicu. Stoga, kada je to moguće, potrebno je uključiti učenike u izvođenje pokusa kako u nastavi na daljinu tako i u nastavi u razredu.

## **Dodatak**

### ***A Anketa postavljena učenicima osnovne škole***

- 1) Koja Vam je prosječna ocjena iz fizike ove školske godine?
- 2) Jeste li imali problema s izvođenjem pokusa kod kuće? Ako jeste, ukratko opišite problem.
- 3) Jeste li razumjeli gradivo današnjeg sata? Je li ovakav oblik nastave utjecao na Vaše razumijevanje gradiva u odnosu na nastavu u školi?
- 4) Koliko teško Vam je bilo pratiti *online* sat u odnosu na sat u školi? Ukratko obrazložite Vaš odgovor.

## **B      Anketna postavljena učenicima srednje škole**

- 1) Koja Vam je prosječna ocjena iz fizike ove školske godine?
- 2) Jeste li imali problema s izvođenjem pokusa kod kuće? Ako jeste, ukratko opišite problem.
- 3) Jeste li razumjeli gradivo današnjeg sata? Je li ovakav oblik nastave utjecao na Vaše razumijevanje gradiva u odnosu na nastavu u školi?
- 4) Koliko teško Vam je bilo pratiti *online* sat u odnosu na sat u školi? Ukratko obrazložite Vaš odgovor.
- 5) Ukratko usporedite održani sat s prijašnjom nastavom na daljinu iz fizike. Što Vam je bilo bolje, a što lošije za vrijeme ovog sata?

## **Literatura**

- [1] Štibi, I. ; Čepič, M. ; Pavlin, J. Poučavanje fizike u osnovnim i srednjim školama u Hrvatskoj tijekom COVID-19 pandemije. XV. hrvatski simpozij o nastavi fizike (2021)
- [2] Čulibrk, T. ; Martinko, S. Online nastava fizike- stavovi učenika osnovnih škola. XV. hrvatski simpozij o nastavi fizike. (2021.)
- [3] Hake, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses// *American Journal of Physics*. Vol. 66, 1(1998), str. 64-74.
- [4] Planinić, M. Predavanja iz kolegija Metodika nastave fizike 1, Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet, 2020.
- [5] Piaget, J. To understand is to invent: The future of education. Grossman Publishers, 1973.
- [6] Leonard, W .J. Minds On Physics. Kendall/Hunt , 1999. str. B3-B5.
- [7] Vygotsky, L. S. Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes. Harvard University Press, 1978.
- [8] Kahoot [, <https://kahoot.com/>, 21.3.2021.
- [9] Wooclap,<https://www.wooclap.com/>, 23.6.2021.

- [10] Kurikulum nastavnog predmeta Fizika za osnovne škole i gimnazije (29.1.2019) ,*Narodne novine*, [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_01\\_10\\_210.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_10_210.html), 5.4.2021].
- [11] Paar, V.; Martinko, S.; Čulibrk, T. Fizika oko nas 7. Školska knjiga, 2020.
- [12] Zumbulka, B. K.; Brković, N.; Pećina, P. Fizika 7. Alfa, 2020
- [13] edutorij.e-skole.hr- 5.1 Čestična građa tvari i agregacijska stanja, [https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25073\\_Cesticna\\_grada\\_tvari\\_i\\_agregacijska\\_stanja.html](https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/9fa73ce9-74d3-4c51-9a14-c976650188a6/html/25073_Cesticna_grada_tvari_i_agregacijska_stanja.html), 18.4.2021.
- [14] Cell size and scale, *Learn.Genetics, University of Utah*, <https://learn.genetics.utah.edu/content/cells/scale/>, 6.5.2021.
- [15] edutorij.e-skole.hr- 4.3 Leće, <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/6b9de2eb-c6d7-412b-8afc-c0820325b64d/lece.html>, 26.4.2021.
- [16] Paar, V.; Hrlec, A.; Melita, S.; Karmena, V. Fizika oko nas 3. Školska knjiga, 2020.
- [17] Convex lens, parallel rays, *Youtube*, [https://www.youtube.com/watch?v=qUmvAcl1f\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=qUmvAcl1f_g), 23.4.2021
- [18] Lončar, M. Pokusi iz optike u ineraktivnoj nastavi fizike, Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet, 2016.
- [19] Duffy, A. Converging lens <http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Lenses.html>, 25.4.2021.
- [20] Optics of a human eye, *oPhysics*, <https://ophysics.com/l16.html>, 23.4.2021.
- [21] Image formation in the eye, *Youtube*, <https://www.youtube.com/watch?v=8bQ9dRdH0Gs>, 23.4.2021.
- [22] Google Obrasci, *Google*, <https://docs.google.com/forms/u/0/> 15.5.2021.
- [23] Demonstration- Hot & Cold Diffusion, *Youtube*, [https://www.youtube.com/watch?v=GXGfS0XA\\_Hg](https://www.youtube.com/watch?v=GXGfS0XA_Hg), 25.4.2021.
- [24] Diffusion of fountain pen ink in water at 22 degree Celcius, *Youtube*, <https://www.youtube.com/watch?v=jNwok9VdOvM>, 23.4.2021.