

# Igračke u istraživački usmjerenj nastavi fizike

---

Kopić, Eva

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:217:997905>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-14**



Repository / Repozitorij:

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



# Igračke u istraživački usmjerenj nastavi fizike

---

Kopić, Eva

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:217:997905>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-20**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO–MATEMATIČKI FAKULTET**  
**MATEMATIČKI ODSJEK**

Eva Kopic

**IGRAČKE U ISTRAŽIVAČKI**  
**USMJERENOJ NASTAVI FIZIKE**

Diplomski rad

Voditelj rada:  
izv. prof. dr. sc. Mario Bas-  
letić

Zagreb, veljača, 2021.

Ovaj diplomski rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ pred ispitnim povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_, predsjednik
2. \_\_\_\_\_, član
3. \_\_\_\_\_, član

Povjerenstvo je rad ocijenilo ocjenom \_\_\_\_\_.

Potpisi članova povjerenstva:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

*Htjela bih zahvaliti Osnovnoj školi J. J. Strossmayer u Zagrebu, Osnovnoj školi Gorjani i Osnovnoj školi Dobriše Cesarić u Osijeku, te Drugoj gimnaziji Osijek, njihovim ravnateljima i nastavnicima što su mi omogućili izvedbu nastavnih sati potrebnih za izradu diplomskog rada.*

*Htjela bih zahvaliti mom mentoru, izv. prof. dr. sc. Mariju Basletiću, na pomoći oko izrade diplomskog rada, te profesorici pred. dr. sc. Katarini Jeličić na svim savjetima, pomoći i podršci koju mi je pružila u završnim godinama studiranja i kroz cijeli period izrade diplomskog rada.*

# Sadržaj

<b>Sadržaj</b>	<b>iv</b>
<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>1 Istraživački usmjerena nastava</b>	<b>3</b>
1.1 Istraživački usmjerena nastava fizike . . . . .	3
1.2 Konstruktivistički model učenja . . . . .	6
1.3 Usporedba interaktivne nastave i tradicionalne istraživačko-pokazivačke nastave . . . . .	7
<b>2 Primjeri igračaka za upotrebu u istraživački usmjerenoj nastavi fizike</b>	<b>11</b>
2.1 Klaun u kutiji . . . . .	12
2.2 Autić na spustu . . . . .	14
2.3 Slink . . . . .	17
<b>3 Pripreme za provedene sate</b>	<b>21</b>
3.1 1. Pretvorba energije - 7. razred . . . . .	21
3.2 2. Zakon očuvanja mehaničke energije - 1. srednje . . . . .	35
3.3 3. Slink - 8. razred . . . . .	53
<b>4 Rezultati izlaznih kartica</b>	<b>61</b>
4.1 Rezultati <i>Pretvorbe energije</i> . . . . .	62
4.2 Rezultati <i>Zakon očuvanja mehaničke energije</i> . . . . .	64
4.3 Rezultati <i>Uvođenje valova</i> . . . . .	66
<b>5 Zaključak</b>	<b>69</b>
<b>Bibliografija</b>	<b>71</b>

# Uvod

Gotovo u svakoj igrački krije se fizikalna pojava ili zakonitost. Djeca kroz igru, na nesvjestan način, upoznaju fizikalnu pojavu i zakonitost. Tu pojavu kasnije na nastavi fizike uočavaju, prepoznaju i povezuju s fizikalnim objašnjenjem uz vrlo česti "aha" efekt.

U ovom će se diplomskom radu igračke upotrijebiti u istraživački usmjerenoj nastavi fizike. Korištenjem vrlo poznatih igračaka, kroz razne demonstracijske i učeničke pokuse, učenicima će se pokazati fizikalne pojave i pokušati stvoriti "aha" efekt.

Cilj je diplomskog rada osmisliti i pripremiti istraživački usmjerene nastavne sate fizike koristeći igračke u opservacijskim, istraživačkim i aplikacijskim pokusima te testirati tako osmišljene sate u školi.





# Poglavlje 1

## Istraživački usmjerena nastava

### 1.1 Istraživački usmjerena nastava fizike

Cilj je učenja fizike u školama razvoj sposobnosti znanstvenog razmišljanja i zaključivanja te upoznavanje učenika s načinom stjecanja novih znanja i spoznaja u području prirodnih znanosti. Tako bi učenici trebali učiti o znanstvenim metodama, a ne samo o znanstvenim rezultatima. Fizika je istraživačka disciplina, stoga je važno da i nastava fizike također bude istraživački usmjerena. [7], [12]

Istraživački je usmjerena nastava fizike vrsta nastave kojom se nastoji postupno izgraditi učeničko konceptualno razumijevanje fizikalnih sadržaja, razviti sposobnost znanstvenog razmišljanja i zaključivanja, te eksperimentalnih vještina. Učenici vlastitom aktivnošću i istraživanjem dolaze do novih spoznaja, razvijajući pritom različite kompetencije. [7], [12]

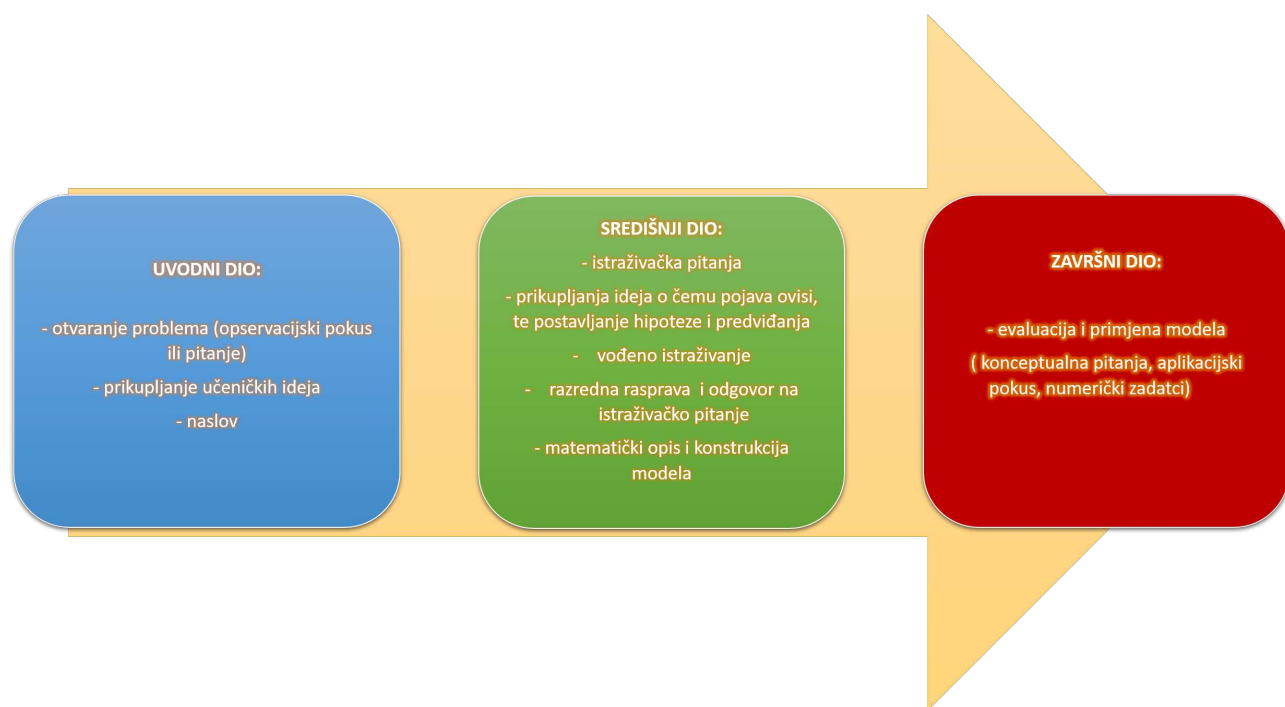
Da bi učenici dobili uvid u istraživački karakter fizike, treba se promijeniti tip nastave. Nastava ne smije više biti isključivo tradicionalna predavačko - pokazivačka, nego se ona treba sastojati od niz dobro strukturiranih, vođenih i usmjeravanih učeničkih istraživanja. Istraživanje najčešće ima za cilj otkriti pravilnosti karakteristične za pojavu koja se proučava i izgraditi model koji je može opisati. U istraživanju učenici postavljaju i testiraju vlastite hipoteze, daju predviđanja, grade modele, provode kontrolu varijabli, samostalno opisuju, organiziraju i usustavljaju opažanja i rezultate mjerenja, te ih predstavljaju ostatku razreda. [7], [12]

Samom promjenom tipa nastave, dolazi do i promjene oblika nastavnog sata. U istraživački se usmjerenoj nastavi fizike nastavni sat sastoji od tri dijela: uvodni dio, središnji dio te završni dio. [7], [12]

U uvodnom se dijelu sata prikazuje, odnosno uvodi, novi koncept ili fizikalna pojava kroz uvodni problem. Učenicima se demonstrira nova pojava, nakon koje slijedi prikupljanje učeničkih ideja i postojeća znanja. Pokus kojim se uvodi nova pojava naziva se opservacijski pokus. Nakon izvedenog pokusa i provedne rasprave u kojoj su učenici samostalno iskazali vlastita opažanja i iznijeli ideje o pojavi, slijedi imenovanje nove pojave - naslov. Pisanjem naslova završava uvodni dio sata. [7], [12]

Središnji je dio nastavnog sata istraživačkog karaktera. Učenicima se postavlja istraživačko pitanje (pitanje koje je vezano uz pojavu koju smo demonstrirali u uvodnom dijelu sata), na koje želimo dobiti odgovor pomoću eksperimentalnog istraživanja (pokusa). Nakon postavljanja istraživačkog pitanja slijedi razredna rasprava o relevantnim varijablama potrebnim za provođenje pokusa te postavljanje hipoteze i osmišljavanje pokusa uz nastavnikovu pomoć. Svrha je istraživačkog pokusa istražiti međuovisnost veličina u danom istraživačkom pitanju. Prije samog izvođenja pokusa, vrlo je bitno da učenici iskažu svoje predviđanje koje potom testiraju eksperimentom i zaključuju o ispravnosti predviđanja. Istraživanje završava raspravom o provedenom pokusu, uočenim pojavama, te (ne)poklapanju viđenog s prethodno postavljenim učeničkim predviđanjima. Unutar rasprave učenici daju odgovor na istraživačko pitanje primjenom uočenih rezultata pokusa. Potom slijedi konstrukcija matematičkog modela nove pojave, čime završava središnji dio sata. [7], [12]

U završnom se dijelu sata kroz niz konceptualnih pitanja i/ili aplikacijskog pokusa provjerava učeničko razumijevanje nove pojave primjenom novostečenog znanja. Za sami kraj nastavnog sata, rješavaju se numerički zadatci, ukoliko je prikladno.[7], [12]



Slika 1. Shematski prikaz istraživački usmjerene nastave

Pokus u istraživački usmjerenoj nastavi ima jako veliku važnost. Pomoću pokusa učenicima se pruža stjecanj direktnog iskustva o fizikalnim pojavam. Stoga se istraživanja izvode najčešće pomoću pokusa. Ali se pokus koristi i za prikaz koncepta ili demonstraciju fizikalne pojave ili za provjeru naučenog fizikalnog zakona. [6]

## 1.2 Konstruktivistički model učenja

Istraživački je usmjerena nastave jedan od oblika konstruktivističkog modela učenja. Konstruktivistički je model učenja model prema kojem učenik gradi (konstruira) svoje znanje pomoću već postojećeg prijašnjeg znanja dodavanjem novih informacija. Konstruktivistički se model temelji na tome da učenik kroz komunikaciju s nastavnikom dolazi do novih informacija. Unutar komunikacije dolazi do povezivanja učenikovog predznanja s novim informacijama te se kroz aktivan učenikov angažman povezuje već postojeće znanje s dobivenim novim informacija i stvara učenikovo znanje. [9]



Slika 2. Shematski prikaz konstruktivističkog modela učenja

Stoga učenje uvijek treba biti aktivan proces. Da bi se to u nastavi postiglo, treba se osigurati i održavati visok stupanj učeničke intelektualne aktivnosti tijekom nastave. Uz to, potrebno je poznavati i uzeti u obzir učenikove postojeće ideje i znanja jer će oni izravno utjecati na kvalitetu i točnost njegovih mentalnih modela koji će se formirati u tom procesu. Poznavanje učeničkog predznanja vrlo je važno, jer se neke učenikove intuitivne ideje o fizikalnim pojavama neće podudarati sa stvarnim fizikalnim idejama, stoga će se trebati modificirati i restrukturirati postojeće učenikove ideje. [4], [9]

## 1.3 Usporedba interaktivne nastave i tradicionalne istraživačko-pokazivačke nastave

Tradicionalna je nastava usmjerena na nastavnika. Karakterizira ju pasivnost učenika, te pogled na učenika kao objekt odgojno obrazovnog djelovanja. U tradicionalnoj nastavi učenici pasivno slušaju predavanje nastavnika, čitaju zadani tekst, mehanički prepisuju pravila i definicije, te ih memoriraju. Jedini je cilj da učenik što vjernije reproducira izloženo predavanje putem usmenog ili pisanog izlaganja, koje se sastoji od izlaganja gotovih informacija. [4]

Oblik je tradicionalne nastave predavački, frontalan. Nastavnik izlaže svoje predavanje, dok učenici samo slušaju i promatraju te odgovaraju jedino kada ih nastavnik pita. Stoga su osnovne aktivnosti učenika u tradicionalnom tipu nastave sjedenje, slušanje i gledanje. U tradicionalnom tipu nastave uspješan je onaj učenik koji najviše zapamti i najbolje reproducira na nastavnikov zahtjev. [4], [5]

U klasičnoj, tradicionalnoj nastavi najvažniji je kognitivni cilj učenja tj. stjecanje znanja u što većem opsegu. Problem je takvog znanja što će se ono kod velikoj broja učenika zadržati samo na razini reprodukcije, a ne na razini rješavanja problema, odnosno na razini sposobnosti njegovog korištenja za istraživanje i samostalno prikupljanje i filtriranje podataka. Frontalnim oblikom nastave zapostavljen je samostalni rad učenika, te istraživačko i problematsko učenje. Zbog toga stvaralački potencijali učenika ostaju omeđeni tradicionalnom organizacijom nastave i učeničkom pasivnošću u procesu stjecanja znanja što onemogućuje da svaki učenik ostvari svoj subjektivni identitet i individualni maksimum. [5]

S druge strane, suvremenu nastavu karakterizira aktivno učenje. Aktivno je učenje oblik učenja u kojem učenik svojim radom na problemu ili zadatku postiže napredak u svojim kognitivnim, afektivnim ili motoričkim sposobnostima. To se postiže učeničkim sudjelovanjem u diskusiji, dolaženjem do određenog pravila ili definicije putem zaključivanja kroz razgovor učenika i nastavnika, usmjerenim čitanjem s ciljem pronalaženja odgovora na određeno pitanje, poticanjem učenika na razgovor o određenoj temi, rješavanjem stvarnih ili simuliranih problema i slično. [4]

U suvremenoj je nastavi naglasak na poučavanju koje potiče učenje, te na odnosu između učenika i nastavnika koji potiče motivaciju i osamostaljivanje učenika. Upravo aktivnim se učenjem kod učenika potiče ta intrinzična motivacija i zbog toga je ono jedan od temeljnih uvjeta uspješnosti učenja. Konačni je cilj suvremene nastave učeničko samoregulirano učenje koje razvija učenikove osobnosti, individualnosti i originalnosti. Suvremena nastava stavlja učenike u uloge istraživača te se kroz vođeno istraživanje razvija njihovo

ramišljanje i stvaranje novoga na osnovi već postojećih znanja, vještina i navika. [3], [4]

Stoga, tradicionalnoj je nastavi glavna zadaća učenika bila slušati, pamti i ponoviti, dok u suvremenoj glavna zadaća postaje istražiti, promisliti i stvoriti nešto novo. [4]

PASIVNO UČENJE	AKTIVNO UČENJE
slušanje predavanja	sudjelovanje u diskusiji
prepisivanje definicija ili pravila	zaključivanjem doći do određenog pravila ili definicije, razgovor i diskutiranje
odgovaranje na postavljena pitanja u vezi s temom	postavljanje pitanja u vezi s temom drugim učenicima ili nastavniku
čitanje teksta	usmjereno čitanje (čitanje s ciljem pronalaženja odgovora na određeno pitanje)
davanje gotovih informacija	pronalaženje i prikupljanje podataka ili materijala vezanih za neposrednu stvarnost
metoda usmenog izlaganja nastavnika ( i onda kad se može pretpostaviti da u razredu ima učenika koji to znaju)	poticanje učenika da govore o određenoj temi i pouče druge
gledanje filmova ili videoprezentacija bez konkretnih zadataka	rješavanje stvarnih ili simuliranih problema
gledanje kako nastavnik izvodi radnje ili pokuse	učenici izvode pokuse
nastavnik pokazuje materijale ili alate	učenici rade s alatima i materijalima

Tablica 1. Pasivna i aktivna uloga učenika na nastavnom satu [4]

Suvremena nastava potiče razvoj spoznajnih i općih intelektualnih sposobnosti učenika. Jedan je od ključnih zadataka suvremene nastave učeničko otkrivanje i usvajanje znanja kroz cjelovit i logički dosljedan sustav. To se postiže izravnim uključivanjem učenika u proces spoznavanja, otkrivanja i usvajanja znanja pomoću znanstveno-teorijske spoznaje razvijajući tako sposobnosti i operacije znanstveno-teorijskog mišljenja neophodnog za povezivanje znanja u cjelovit sustav. [4]

Učenici svoje učenje započinju nekim bitnim pretpostavkama o načinu na koji razumiju situaciju u kojoj uče, kao teorijama ili konceptima koji im pomažu da osmisle svoje iskustvo. Kvalitetno je ono poučavanje u kojem su stvoreni uvjeti za reorganizaciju učenikova osobnog razumijevanja na temelju refleksije. To je nastava u kojoj učenik koristi određene podatke kao mogućnosti za daljnju analizu i potkrepljivanje svojih razmišljanja, gdje vlastita značenja povezuje, uopćava i strukturira u odnosu na prethodna. [3]

Provedena su mnoga istraživanja kako bi se utvrdila učinkovitost suvremene, interaktivne nastave. Jedno od tih istraživanja proveo je i Richard R. Hake. U svom je istraživanju uspoređivao učinkovitost predavačke metode i učinkovitost interaktivnih metoda. Istraživanje je proveo na 6542 studenata i srednjoškolaca. Ispitanici su riješili isti test prije i nakon cjelokupno odslušanog gradiva *Mehanike*, te je uspoređen njihov individualni napredak. Hake je uočio kako je napredak ispitanika koji su slušali gradivo mehanike kroz tradicionalne metode bio  $g = 0,23 \pm 0,04$  u odnosu na početno znanje, dok je kod ispitanika koji su slušali kroz interaktivne metode postignut puno veći napredak,  $g = 0,48 \pm 0,14$ . Stoga je Hake zaključio kako je učinkovitost interaktivnih nastavnih metoda puno veća u razvijanju koncepata fizike, u odnosu na učinkovitost predavačke nastave. [1]

Drugo istraživanje, kojeg su provodili profesori na četiri velika američka sveučilišta (Sveučilište Carnegie Mellon, Institut tehnologije u Georgia, Sveučilište u Sjevernoj Carolini i sveučilište u Purdueu), uspoređuje uspjeh 2537 studenata na jednosemestralnom kolegiju iz *Elektromagnetizma*. Dio studenata pohađao je tradicionalni način predavanja, koji se sastojao od predavačkog tipa nastave i učenja iz propisanih udžbenika za elektromagnetizam. Drugi dio studenata pohađao je interaktivnu nastavu koja se temeljila na povezivanju znanja iz drugih dijelova fizike, fundamentalnim fizikalnim zakonima i mikroskopskim modelima materije te računalnog modeliranja.

Studenti su na početku predavanja te po završetku predavanja riješili isti test. Iz rezultata testova uspoređeno je njihovo postignuće prije i poslije kolegija u ovisnosti jesu li pohađali tradicionalnu ili interaktivnu nastavu. Uočeno je da su učenici koji su pohađali interaktivnu nastavu postigli značajno bolje rezultate u odnosu na studente tradicionalne nastave. [2]





## Poglavlje 2

# Primjeri igračaka za upotrebu u istraživački usmjerenoj nastavi fizike

Od najranijih trenutaka dječjega života, u djetetovom okruženju nalaze se igračke. Djeca su cijelo djetinjstvo, pa i duže, u doticaju s mnoštvom različitih igračaka koje su većina primjerena određenoj dobi djeteta. Počevši od glazbenog vrtuljka iznad dječje kolijevke u najranijoj dobi djeteta, sve do korištenja mobitela/latopa/tableta za igranje igrica u kasnijoj dobi. Svim je tim igračkama zajedničko da funkcioniraju prema različitim fizikalnim zakonima, kojih djeca većinom nisu ni svjesna. Stoga su djeca od svoje najranije dobi nesvjesno izložena fizikalnim zakonima i u podsvjesti upoznata s njima.

Imajući to na umu nameće nam se važnost osvještavanja učenika. Koliko puta učenici postavljaju pitanje *”Što će to meni u životu?”* ili *”Gdje se to uopće koristi?”*, misleći na određeni fizikalni zakon. Odgovorimo li im na to pitanje kroz primjer igračke, učenici mogu uočiti koliko su zapravo, nesvjesno, kroz cijeli život bili okruženi tim fizikalnim zakonom. Mogu uočiti da taj zakon nije nešto apstraktno, nego zapravo njima vrlo blizak pojam.

Postoji mnoštvo igračaka koje se mogu koristiti u nastavi fizike za približavanje fizikalnih zakona učenicima. Mi smo odabrali tri takve igračke: klaun na opruzi koji iskače iz kutije, autić na spustu i slink.

## 2.1 Klaun u kutiji

Klaun u kutiji igračka je s kojom se djeca igraju u vrtićkoj dobi. Sastoji se od glave klauna koja je spojena na jedan kraj opruge. Drugi kraj opruge spojen je s kutijom, koja ima poklopac. Kad klauna pospremimo u kutiju, poklopac se kutije spušta i kutija se zatvara. Na bočnoj strani kutije postoji ručica, čijim se okretanjem izbacuje klaun iz kutije.

Igračka klauna može se koristiti za nekoliko fizikalnih koncepata. Može se koristiti u sklopu nastavnog sata *Elastična sila*, *Rad*, *Elastična energija*, *Pretvorba energije*, *Zakon očuvanja mehaničke energije*.

U ovom diplomskom radu, klaun u kutiji korišten je u sklopu nastavnih sati *Pretvorba energije* i *Zakon očuvanja mehaničke energije*. Nastavna jedinica *Pretvorba energije* obrađuje se u 7. razredu osnovne škole. Pripada nastavnoj cjelini *Energija*, u domenu *Energija (D)*, odgojno-obrazovnom ishodu *FIZ OŠ D.7.6. Povezuje rad s energijom tijela i analizira pretvorbe energije*. [11]

*Zakon očuvanja mehaničke energije* obrađuje se u prvom razredu srednje škole. Postoje dva programa za gimnazije sa četverogodišnjim učenjem fizike: model 4x3 (4x105 sati) i model 4x2 (4x70 sati). U oba modela *Zakon očuvanja mehaničke energije* pripada nastavnoj cjelini *Energija*, u domenu *Energija (D)*, odgojno-obrazovnom ishodu *FIZ SŠ D.1.5. Primjenjuje zakon očuvanja energije*. [11]

Klauna smo upotrijebili u uvodnom dijelu sata. Pitali smo učenike koju energiju ima klaun kad je spremljen u kutiju, a koju kad iskače. Koncept koji smo željeli da učenici prepoznaju bio je koncept pretvorbe energije.

Da bismo raspravili koje energije klaun ima u određenom trenutku prvo trebamo odrediti sustav. U ovom primjeru sustav čine glava klauna, opruga te kutija. Da bismo mogli odrediti gravitacijsko potencijalnu energiju, u sustav moramo uključiti i Zemlju. Zemlju ne navodimo izravno u sustav, kako ne bismo zbunili učenike, nego s oznakom (+Z) govorimo da smo i Zemlju stavili u sustav.

Nakon određivanja sustava, biramo dva trenutka u kojima promatramo i uspoređujemo energiju sustava. Za početni trenutak uzimamo trenutak kad je klaun spremljen u kutiju, odnosno kad je opruga maksimalno zbijena. Za konačni trenutak gledamo dva slučaja: u prvom slučaju konačni je trenutak dok se klaun giba, a za drugi slučaj kad je klaun iskočio iz kutije i zaustavio se u najvišoj točki gibanja.

Da bismo mogli odrediti gravitacijsko potencijalnu razinu, trebamo gledati udaljenost

dva ili više tijela od neke proizvoljne razine. Tu razinu nazivamo nultom razinom gravitacijsko potencijalne energije. U primjeru s klaunom, nulta razina gravitacijsko potencijalne energije bit će razina maksimalne zbijenosti opruge.

Kad smo odredili sustav, vremenske trenutke i nultu razinu gravitacijsko potencijalne energije, krećemo s određivanjem energija za svaki odabrani trenutak. U početnom trenutku, kad je klaun spremljen u kutiju, opruga na kojoj se nalazi maksimalno je zbijena, te sustav sadrži jedino elastično potencijalnu energiju. Otpuštanjem klauna opruga se rasteže i klaun iskoči iz kutije. Dok se opruga rasteže, promatramo energije za prvi konačni trenutak. Zbog rastezanja opruge, sustavu se smanjuje elastično potencijalna energija. U trenutku kad klaun iskoči iz kutije, počinje se gibati nekom brzinom  $v$ , te sustav ima kinetičku energiju. Uz to, dok iskače, klaunu se mijenja visina. Visina raste u odnosu na razinu maksimalne zbijenosti opruge, pa sustavu raste gravitacijsko potencijalna energija. Ukupna energija sustava mora ostati očuvana. Prema tome, elastična se energija zbijene opruge pretvara u kinetičku i gravitacijsko potencijalnu energiju, sve do konačne točke u kojoj se klaun zaustavio. Trenutak zaustavljanja klauna konačni je trenutak drugog slučaja. U tom trenutku sustav ima samo gravitacijsko potencijalnu energiju.

## 2.2 Autić na spustu

Autić na spustu dio je trkaće piste. Djeca se s trkaćom pistom igraju kroz cijelo djetinjstvo. Postoje razni oblici pista s mnoštvo spustova, mostova, petlji,... Trkaća se pista najčešće koristi za istraživanje u sklopu nastavnog sata *Pretvorba energije* i *Zakon očuvanja mehaničke energije*. Uz to, kružna se pista može koristiti za istraživanje kružnog gibanja i centripetalne sile.



Slika 3. Kružna pista



Slika 4. Spust

*Zakon očuvanja mehaničke energije* obrađuje se u prvom razredu srednje škole. Postoje dva programa za gimnazije sa četverogodišnjim učenjem fizike: model 4x3 (4x105 sati) i model 4x2 (4x70 sati). U oba modela *Zakon očuvanja mehaničke energije* pripada nastavnoj cjelini *Energija*, u domenu *Energija (D)*, odgojno-obrazovnom ishodu *FIZ SŠ D.1.5. Primjenjuje zakon očuvanja energije*. [11]

U našem smo istraživanju koristili spust (*Slika 4.*) u središnjem (istraživačkom) dijelu sata. Učenicima je postavljeno pitanje: *Koje se pretvorbe energije događaju kada autić pustimo s neke visine?* Da bi to odredili, učenici su prvo trebali odrediti promatrani sustav, početni i konačni trenutak i nultu razinu gravitacijsko potencijalne energije.

Sustav sačinjavaju autić, pista i Zemlja. Pistu moramo uključiti u sustav kako bismo imali zatvoren sustav, jer se dio početne energije troši na savladavanje sile trenja između kotača i piste, otpor zraka i trenje između osovine i kotača. Stoga ne možemo točno odrediti koliki dio energije prijeđe u rad potreban za savladavanje tih sila. Uključivanjem piste u sustav, tu utrošenu energiju možemo proglasiti promjenom unutrašnje energije sustava i na taj način stvoriti zatvoreni sustav.

Za početni trenutak učenici uzimaju kad se autić nalazi na proizvoljnoj visini  $h$ , a za konačne trenutke gledaju četiri različita slučaja:

1. slučaj: trenutak kad je autić u najnižoj točki spusta
2. slučaj: trenutak kad se autić zaustavio na suprotnoj strani spusta na visini  $h'$
3. slučaj: trenutak između najviše i najniže točke spusta u kojem je autić bliži najvišoj točki.
4. slučaj: trenutak između najviše i najniže točke spusta u kojem je autić bliži najnižoj točki.

Za nultu razinu gravitacijsko potencijalne energije uzima se najniža točka spusta.

Tek kad su odredili te četiri stvari, učenici mogu započeti istraživanje. U sva četiri slučaja konačnog trenutka gledaju idealni slučaj u kojem se zanemaruju sve sile trenja. Za početni trenutak učenici su uočili da autić miruje na nekoj visini  $h$ , te zaključili da autić ima samo gravitacijsko potencijalnu energiju  $E_{gp} = mgh$ . U najnižoj točki spusta (1. slučaj), uočavaju da se autić giba nekom brzinom  $v$ , te da stoga ima kinetičku energiju. Uz to, uočavaju da se autić nalazi na nultoj razini gravitacijsko potencijalne energije, te stoga nema gravitacijsko potencijalnu energiju. Iz toga zaključuju kako se sva gravitacijsko potencijalna energija iz početnog trenutka pretvorila u kinetičku energiju konačnog trenutka. Kad se ne bi gledao idealni slučaj, nego realni, tada se ne bi sile trenja zanemarivale. U tom je slučaju kinetička energija manjeg iznosa nego početna gravitacijsko potencijalna

energija, jer se dio energije potrošio na rad potreban za savladavanje sile trenja. Utrošeni rad prikazujemo kao promjenu unutarnje energije sustava.

Za konačni trenutak kad se autić zaustavio na suprotnoj strani spusta (2. slučaj) uzimamo 2 slučaja:

1. idealni slučaj (kad zanemarujemo sve sile trenja)
2. realni slučaj (kad uključujemo sve sile trenja).

U idealnom slučaju učenici zaključuju da će se autić i na suprotnoj zaustaviti na istoj visini  $s$  koje je spušten, te da autić ima samo gravitacijsko potencijalnu energiju (jer se zaustavio,  $v = 0$  m/s), koja je iznosom jednaka gravitacijsko potencijalno energiji u početnom trenutku.

U realnom slučaju uočavaju kako se autić zaustavlja na visini  $h'$  koja je niža od visine  $h$   $s$  koje je spušten. Stoga autić nema jednaku gravitacijsko potencijalnu energiju u početnom i konačnom trenutku. U konačnom je trenutku manjeg iznosa gravitacijsko potencijalna energije. Tada bi izgledalo kao da je dio energije nestao, no zbog uključivanja podloge u sustav, učenici zaključuju kako se taj dio energije pretvorio unutrašnju energiju sustava.

U 3. i 4. slučaju za konačni trenutak uzimamo trenutak kad je autić između najviše i najniže točke te gledamo idealni slučaj (bez sila trenja). Razlika je između ta dva slučaja u visini na kojoj promatramo autić. U trećem se slučaju autić nalazi na višoj visini nego u četvrtom slučaju. Neka se autić nalazi na nekim visinama  $h_3$  i  $h_4$  ( $h_3 > h_4$ ) te se giba brzinama  $v_3$  i  $v_4$ . Stoga autić istovremeno ima i gravitacijsko potencijalnu i kinetičku energiju. Vođeni prethodnim slučajevima, učenici zaključuju kako je zbroj tih dvije energija jednak gravitacijsko potencijalnoj energiji autića na najvišoj visini,  $E_{gp} = mgh$  ili kinetičkoj energiji u najnižoj točki spusta,  $E_k = \frac{mv^2}{2}$ , odnosno da je ukupna energija sustava u svakoj točki spusta stalnog iznosa. Iz toga prirodno slijedi zakon očuvanja energije koji kaže da je ukupna energija zatvorenog sustava očuvana.

## 2.3 Slink

Opruga slink igračka je novijeg podrijetla. Većina učenika vjerojatno ju je vidjela nekoliko puta, ali tek nekolicina njih ju je imala. Slink potječe iz SAD-a. Izumio ju je Richard T. James 1943. godine. U izvornom je izdanju bila načinjena od čelika, a nastala je sasvim slučajno. Richard James bio je inženjer američke mornarice. Za jedan je projekt izrađivao oprugu koja je trebala podupirati i stabilizirati osjetljive uređaje u brodu, kad bi se brod našao na nemirnom moru. Jednom mu je prilikom opruga, dok je izrađivao, ispala iz ruku i on ju je gledao kako pada. Opruga je prvo pala na naslagane knjige, potom se s knjiga elegantno spustila na stol, te sa stola na pod gdje se zaustavila, naslagavši točno namotaje jedan na drugi. James je bio toliko fasciniran tim ponašanjem opruge da je, nakon tog događaja, odlučio pronaći čelik odgovarajuće elastičnosti kako bi izgledalo kao da opruga "korača". Pronašavši odgovarajući materijal, izradio je oprugu i odlučio dati djeci u susjedstvu da se s njome igraju. Djeca su bila oduševljena novom igračkom. James i njegova žena Betty prozvali su igračku *Slinky*, što dolazi od engleskog "sleek and graceful" (uglađen i graciozan). Igračka je ubrzo postala veliki hit u cijeloj Americi, a potom i šire. 2003. ju je The Toy Association svrstala na listu 100 najznamenitijih i najkreativnijih igračaka dvadesetog stoljeća. [8, 10]



Slika 5. Metalni slink [10]

Princip rada slinka temelji se na kombinaciji Hooke-ovog zakona i gravitacije. Stoga se slink može koristiti za nastavni sat *Elastična sila*. Isto tako, ako gledamo slink kao oprugu, medij širenja valova, pomoću slinka možemo jasno prikazati transverzalne i longitudinalne valove. Za potrebe ovog rada slink je korišten u nastavnom satu *Uvođenje valova*.



Slika 6. Prikaz rastegnutog slinka

Pojam vala obrađuje se krajem 8. razreda osnovne škole. Nastavni sat *Uvođenje valova* pripada nastavnoj cjelini *Valovi*, u domene *Gibanja (C)* i *Energija (D)*, odgojno-obrazovnom ishodu *FIZ OŠ C.8.7/D.8.7 Povezuje pojavu titranja i prijenos energije valom.* [11]

Slink je korišten u uvodnom i središnjem dijelu sata. U uvodnom je dijelu sata blizu slinka postavljena prazna plastična čaša te poslan transverzalni puls po slinku. U trenutku prolaska pulsa pored čaše, čaša se srušila. Na taj je način učenicima demonstrirano da se pulsom prenijela energija koja je srušila čašu.





*Slika 7. Prikaz rušenja čaše*

Za središnji dio sata, na jedan je namotaj slinka zalijepena narančasta oznaka. U istraživanju, učenici su trebali promatrati gibanje narančaste oznake i širenje pulsa. U prvom dijelu istraživanja, poslan je transverzalni puls. Učenici su uočili da je oznaka zatitrala gore - dolje (okomito) u odnosu na smjer širenja pulsa, ali da se, osim titraja oko ravnotežnog položaja, oznaka nije gibala zajedno s pulsom. Također, uočili su da se puls giba kao izmjena jednog brijega i jednog dola.

U drugom dijelu istraživanja, poslan je longitudinalni puls. Za longitudinalni puls, učenici su uočili da je oznaka zatitrala naprijed - nazad, odnosno u smjeru širenja pulsa, ali da se nije gibala zajedno s pulsom. Za gibanje pulsa, uočili su da je po slinku putovao kroz izmjenu zgušnjenja i razrjeđenja.

Na taj su način, pomoću slinka, uvedeni pojmovi transverzalnog i longitudinalnog pulsa. Da bi se uveo pojam vala, potrebno je potaknuti učenike da promisle što bi se dogodilo kada bi se poslalo puno takvih pulseva, jedan za drugim. Učenici su, uz vrlo malo promišljanja, zaključili da bi se dobio val, kojeg bismo zvali transverzalnim odnosno longitudinalnim valom.

Vraćanjem na uvodni primjer s čašom i korištenjem zaključka da se čestice sredstva ne šire prolaskom vala, uveli smo i pojavu da se valom ne prenosi materija sredstva, nego energija.



# Poglavlje 3

## Pripreme za provedene sate

### 3.1 1. Pretvorba energije - 7. razred

#### NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE

STUDENT: Eva Kopic

MENTOR:

ŠKOLA:

RAZRED: 7.

NASTAVNA JEDINICA: Pretvorba energije

PREDVIĐENI BROJ SATI: 1

#### PREDMETNI ISHODI

##### **FIZ OŠ D. 7. 7 ISTRAŽUJE I ANALIZIRA PRETVORBE ENERGIJE.**

- Analizira pretvorbe energije.
- Istražuje zakon očuvanja energije na primjerima pretvorbe energije.

##### **FIZ OŠ D.7.10. ISTRAŽUJE FIZIČKE POJAVE.**

- Istražuje pretvorbu energije preko demonstracijskog i učeničkog pokusa

##### **FIZ OŠ D.7.11. RJEŠAVA FIZIČKE PROBLEME.**

- Crta stupčaste dijagrame energija

#### MEĐUPREDMETNI ISHODI

- osr A.3.1. Razvija sliku o sebi.
- osr A.3.2. Upravlja emocijama i ponašanjem.

- osr A.3.3. Razvija osobne potencijale.
- osr A.3.4. Upravlja svojim obrazovnim i profesionalnim putem.
- osr B.3.2. Razvija komunikacijske kompetencije i uvažavajuće odnose s drugima
- osr B.3.3. Razvija strategije rješavanja sukoba.
- osr B.3.4. Suradnički uči i radi u timu.
- uku A.3.2. Primjena strategija učenja i rješavanje problema
- uku A.3.3. Kreativno mišljenje
- uku A.3.4. Kritičko mišljenje
- uku B.3.4. Samovrednovanje/ samoprocjena
- uku D.3.2. Suradnja s drugima
- pod B.3.2. Planira i upravlja aktivnostima.

**VRSTA NASTAVE:** istraživački usmjerena nastava

**NASTAVNE METODE:** - Demonstracija pokusa

- Učeničko izvođenje pokusa u skupinama
- Kooperativno rješavanje zadataka u skupinama
- Metoda razgovora – razredna rasprava
- Konceptualna pitanja s karticama
- Metoda pisanja/crtanja

**OBLICI RADA:**

- frontalni
- grupni

**NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA**

Računalna prezentacija, kartice s odgovorima, radni listić, autići, pista sa spustom, računalna simulacija, youtube video

**LITERATURA**

1. Paar V., Martinko S., Čulibrk T., Fizika oko nas 7, udžbenik za 7. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
2. Paar V., Martinko S., Čulibrk T., Fizika oko nas 7, radna bilježnica za 7. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
3. Paar V., Martinko S., Čulibrk T., Fizika oko nas 7, zbirka zadataka za 7. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
4. Prelovšek Peroš S., Milotić B., Aviani I., Otkrivamo fiziku 7, udžbenik za 7. razred

osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.

5. Beštak Kadić Z., Brković N., Pećina P., Fizika 7, udžbenik za 7. razred osnovne škole, Alfa Element, Zagreb, 2014.

6. Beštak Kadić Z., Brković N., Pećina P., Fizika 7, radna bilježnica za 7. razred osnovne škole, Alfa Element, Zagreb, 2015.

7. Beštak Kadić Z., Brković N., Pećina P., Fizika 7, zbirka zadataka za 7. razred osnovne škole, Alfa Element, Zagreb, 2014.

## TIJEK NASTAVNOG SATA

### 1. Uvodni dio

Metoda: Frontalna demonstracija pokusa, Metoda razgovora – razredna rasprava

Opis opservacijskog pokusa: Na povišenu klupčicu postavimo kutiju s klaunom koji iskače. Prvo „spremimo“ klauna u kutiju te ga nakon tog pustimo da iskoči.

#### 1. Uvodno pitanje:

Koju energiju ima klaun kad je spremljen u kutiju, a koju kad iskače?

**Pitanja:** Što čini sustav? Koji će biti početni, a koji konačni trenutak? Gdje će biti nulta razina gravitacijske potencijalne energije?

- Nakon ovih pitanja, kada učenici shvate da nije jednostavno to na brzinu analizirati uvodimo stupčaste dijagrame. Kažemo im da ćemo se za analizu energije klauna poslužiti jednim pomagalom koji se zove stupčasti dijagrami. Stoga ćemo malo zaustaviti priču o klaunu i pogledati kako se koriste ti dijagrami.

### STUPČASTI DIJAGRAMI - uvođenje

- Stupčasti dijagram energije je alat za vizualnu predodžbu pretvorbe energije.
- U njima se energija ne prikazuje kao funkcija vremena niti položaja, već samo u dva promatrana trenutka gledamo koje je energije tijelo imalo u tim trenucima.
- Iznosi (na dijagramu kvadratići) nisu stvarni iznosi energija, već samo predodžba energije.

=> dijagram lijevo (početni trenutak) ima jednak iznos kvadratića kao dijagram desno (konačni trenutak) - iznos ukupne energije u početnom i konačnom trenutku ostaje stalan.

- Na slikama dijagrama lijevi dijagram prikazivat će početni, a dijagram desno konačni trenutak.

#### Primjer 1. Ispuštanje lopte s visine $h$

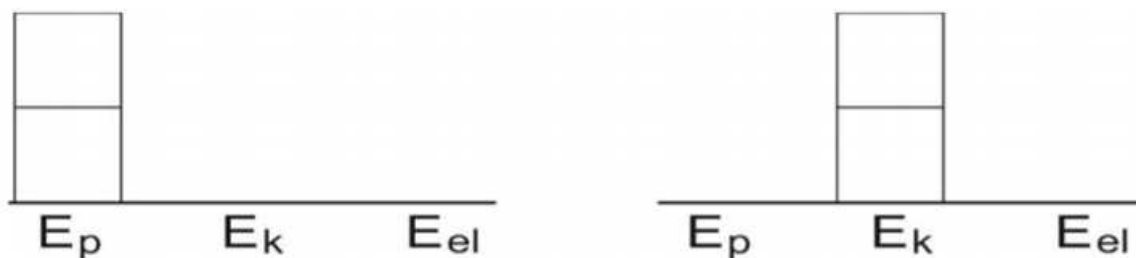
**Sustav:** lopta + Zemlja

**Početni trenutak:** lopta miruje na visini  $h$  iznad površine Zemlje

**Konačni trenutak:** netom prije pada lopte na površinu Zemlje

**Nulta razina gravitacijske potencijalne energije:** površina Zemlje

Stupčasti dijagram energije u početnom i konačnom trenutku:



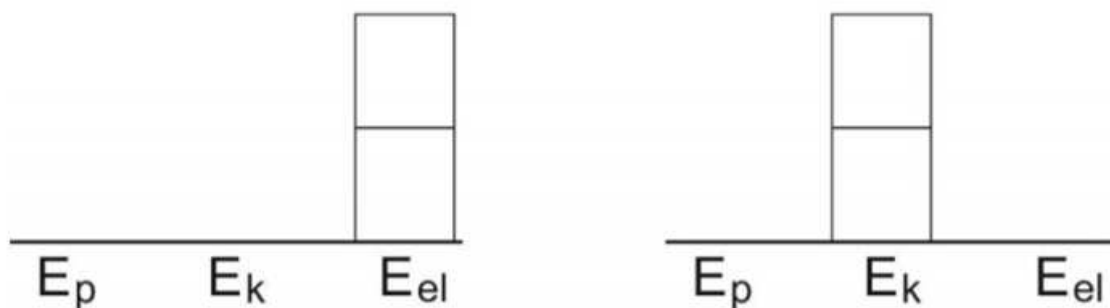
### Primjer 2. Pračka

**Sustav:** gumena vezica i loptica (+ Zemlja)

**Početni trenutak:** loptica na napetoj vezici

**Konačni trenutak:** loptica je ispaljena

**Nulta razina gravitacijske potencijalne energije :** visina na kojoj se nalaze vezica i loptica



- Idemo se mi vratiti na našeg klauna. Ponovimo pokus s klaunom i postavljeno pitanje.

Metoda: Frontalna demonstracija pokusa, Metoda razgovora – razredna rasprava

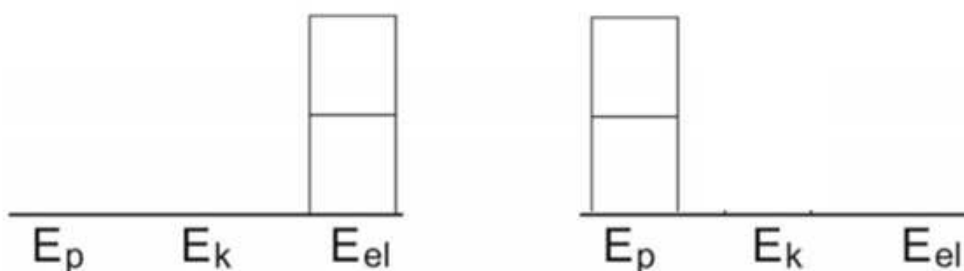
Opis opservacijskog pokusa: Na povišenu klupčicu postavimo kutiju s klaunom koji iskače. Prvo „spremimo“ klauna u kutiju, te ga nakon tog pustimo da iskoči.

**1. Uvodno pitanje:** Koju energiju ima klaun kad je spremljen u kutiju, a koju kad iskače?

**Pitanja:** Što čini sustav? Koji će biti početni, a koji konačni trenutak? Gdje će biti nulta razina gravitacijske potencijalne energije?

Skicirajte stupčaste dijagrame za početni i konačni trenutak. Koju energiju ima sustav (klaun i opruga) u početnom trenutku, kad je spremljen u kutiji? U kojem je obliku energija kad klaun iskoči do najviše točke u drugom promatranom trenutku? Odakle klaunu kinetička energija?

Promatrat ćemo energiju sustava koju čine klaun i opruga (i Zemlja, ali taj dio se za sada preskače kako ne bismo zbunili učenike) u dva vremenska trenutka: 1. kad je klaun spremljen u kutiju i 2. kad klaun iskoči iz kutije i dosegne najvišu točku. Gravitacijska potencijalna energija nam je nula na razini maksimalne zbijenosti opruge.



- stupčasti dijagrami:

**Sustav:** klaun + opruga (+Z)

**Početni trenutak:** klaun spremljen u kutiju

**Konačni trenutak:** klaun je iskačio iz kutije i dosegao najvišu točku

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina maksimalne zbijenosti opruge

Želimo učenike navesti da zaključe da klaun u početku ima elastičnu energiju opruge koja se zatim pretvara u kinetičku i gravitacijsku potencijalnu, sve dok ne dođe u najvišu točku u kojoj se umiri i ostane samo gravitacijsko potencijalna energija, tj. da zaključe kako se energija pretvara iz jednog oblika u drugi.



Zaključak: Došlo je do pretvorbe oblika energije iz elastične u kinetičku i gravitacijsko potencijalnu.

- Naslov: *Pretvorba energije*

## 2. Središnji dio

Želimo sada istražiti koje se pretvorbe energije mogu dogoditi kad se služimo nekim svakodnevnim predmetima. Npr. evo imamo autiće i ceste za njih. Zanima nas koje se pretvorbe energije događaju kada autić pustimo s neke visine.

### 1. ISTRAŽIVAČKO PITANJE (pišemo na ploču): Koje se pretvorbe energije događaju kada autić pustimo s neke visine?

Metoda: Učeničko izvođenje pokusa u skupinama, Metoda razgovora – razredna rasprava  
Opis istraživačkog pokusa: Podijelimo učenike u skupine. Svaka skupina dobiva spust i jedan autić te radni listić kojeg popunjavaju. Trebaju prvo definirati sustav, koje vremenske trenutke promatraju i gdje je nulta razina gravitacijsko potencijalne energija. Potom s njima o tome diskutiramo. Puštaju autiće s neke visine i zaključuju koje energije autić ima u pojedinim točkama putanje, te skiciraju stupčaste dijagrame za odabrane točke spusta.

**Pitanja** (nalaze se na listiću):

**Koju energiju ima autić kada se nalazi gore na spustu dok ga držimo u točki A? Koju energiju ima kada se nalazi u najnižoj točki spusta (u točki B)?**

- Želimo učenike navesti da zaključe: autić u početku (točka A) ima gravitacijsko potencijalno energiju koja prelazi u kinetičku kako se autić približava najnižoj točki spusta (točka B) te u najnižoj točki ima samo kinetičku energiju (pri čemu uzimamo da nam je ravnina od koje mjerimo gravitacijsko potencijalnu ravnina najniže točke spusta).

**Ako gledamo slučaj u kojem zanemarujemo trenje, gdje se nalazi točka C u kojoj se autić zaustavio na drugoj strani spusta? Koju energiju ima autić u točki C?**

- Želimo navesti učenike da povežu i zaključe: kako se autić penje iz najniže točke kinetička se energija smanjuje, a gravitacijska povećava, sve dok se autić ne zaustavi u točki C u kojoj ima samo gravitacijsko potencijalnu energiju (da je sva kinetička energija prešla u gravitacijsku u točki zaustavljanja).

**Koju/e energiju/e autić ima u točkama D i E? Što zaključujete o iznosima energija u točkama A i C? Koliki je iznos energije autića u točki B u odnosu na iznos energije u točkama A i C? Koliki je iznos energije autića u točkama D i E? Što vrijedi za iznos energije u svakoj točki spusta?**

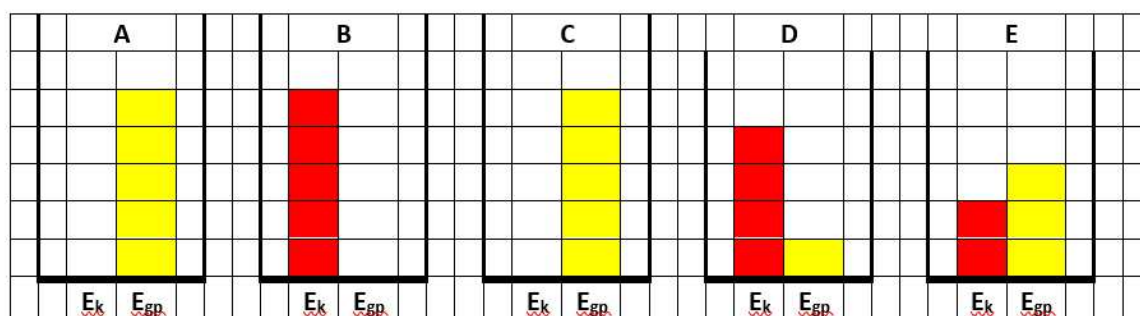
- Želimo navesti učenike da zaključie kako je ukupni iznos energije (zbroy kinetičke i gravitacijsko potencijalne energije) u svakoj točki spusta jednak, odnosno da se ukupna energija sustava ne mijenja, nego da samo mijenja svoj oblik iz gravitacijsko potencijalne energije u kinetičku i obrnuto.

Zaključak (Odgovor na 1. istraživačko pitanje): Autić ima gravitacijsko potencijalnu i kinetičku energiju koja se pretvaraju jedna u drugu.

- Učenici u svoje bilježnice skiciraju spust i prikazuju na njemu položaje autića te odgovarajuće stupčaste dijagrame energija u pojedinim točkama spusta.

**Sustav:** autić + podloga (+ Zemlja)

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina stola



- Pokazujemo simulaciju puštanja autića sa spusta koji ima sa strane stupčaste dijagrame koji zorno prikazuju odnose gravitacijskih potencijalnih energija zaustavnih točaka i kinetičke energije najniže točke spusta.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_en.html)

**Sustav:** skater + skate + staza (+ Z)

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** najniža točka spusta

- Raspravimo zašto autić nije uvijek došao na istu visinu s koje je pušten (zbog gubitka energije u obliku zvuka kojeg čujemo dok se autić spušta, zagrijavanja piste i kotača (zbog

sile trenja između kotača i spusta, te sile trenja između osovine kotača i autića) te zbog postojanja otpora zraka).

- Učenici zapisuju:

**=> ZAKON OČUVANJA ENERGIJE: Energija se može pretvarati iz jednog oblika u drugi ili prenositi s tijela na tijelo, ali ne može nestati, niti ni iz čega nastati.**

### 3. Završni dio

Aplikacijski pokus (snimljen):

<https://www.youtube.com/watch?v=SHNa42kuNog> (0:20 – 0:27)

– video puštamo 2 puta prije nego što krenemo na konceptualna pitanja.

Metoda: Konceptualna pitanja pomoću kartica s odgovorima , Metoda razgovora – razredna rasprava, Metoda rada u paru

Opis istraživačkog pokusa: Pustimo učenicima video djevojke koja skače sa zida na trampolin te se ponovo vrati na zid. Učenici u paru određuju sustav, nultu razinu gravitacijsko potencijalne energije, te odabiru 4 trenutka za koja smatraju da su bitna (vođeni primjerom odabira trenutaka iz 1. istraživačkog pitanja (točke A, B, C i D). Nakon što se u paru dogovore za sustav, nultu razinu, ta 4 trenutka prokomentiramo zajedno te se kao razred dogovorimo oko sustava, razine i koja četiri trenutka ćemo odabrati. Učenici zatim skiciraju stupčaste dijagrame za pojedini trenutak, te njihove dijagrame provjerimo pomoću konceptualnih pitanja.

**Pitanje: Koje se pretvorbe energije događaja pri skakanju na trampolin?**

**Sustav:** djevojka + trampolin (+Z)

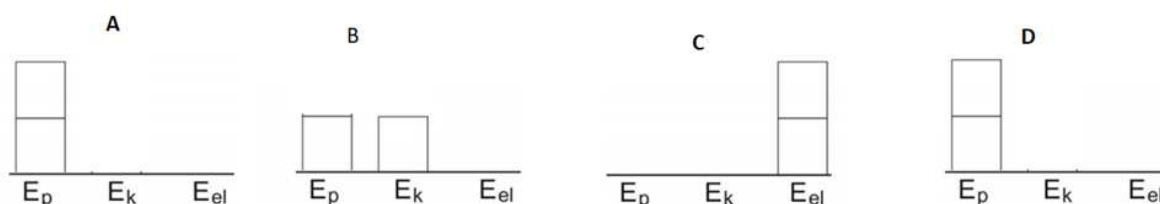
**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina trampolina

**Trenutak A:** djevojka stoji na vrhu gore prije skoka

**Trenutak B:** djevojka leti u skoku

**Trenutak C:** djevojka se zaustavila na trampolinu

**Trenutak D:** djevojka se vratila na vrh



Konceptualna pitanja:

**1. Koju energiju djevojka ima u trenutku A?**

- A) gravitacijsku potencijalnu energiju
- B) ginetičku energiju
- C) Djevojka nema energiju na početku skoka.

**2. Koju energiju ima dok pada, tj. u trenutku B?**

- A) samo gravitacijsko potencijalnu energiju
- B) samo kinetičku energiju
- C) i gravitacijsko potencijalnu i kinetičku energiju

**3. Gdje se pohranila energija djevojke u trenutku C?**

- A) u djevojkju
- B) u trampolin
- C) u zrak oko djevojke

**4. U kojem je obliku pohranjena energija u trenutku C?**

- A) u gravitacijsko potencijalnu djevojke
- B) u kinetičku energiju trampolina
- C) u elastičnu energiju trampolina

**5. Koliki je iznos energije u točki D, ako gledamo idealni slučaj?**

- A) veći nego iznos energije na početku skoka
- B) manji nego iznos energije na početku skoka
- C) Iznosi energija na početku i na kraju skoka su jednaki.

## PLAN PLOČE

## Pretvorba energije

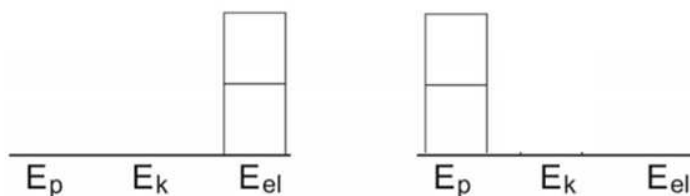
Koju energiju ima klaun kad je spremljen u kutiju, a koju kad iskače?

**Sustav:** klaun + opruga (+Z)

**Početni trenutak:** klaun pospremljen u kutiju

**Konačni trenutak:** klaun iskači iz kutije i doseže najvišu točku

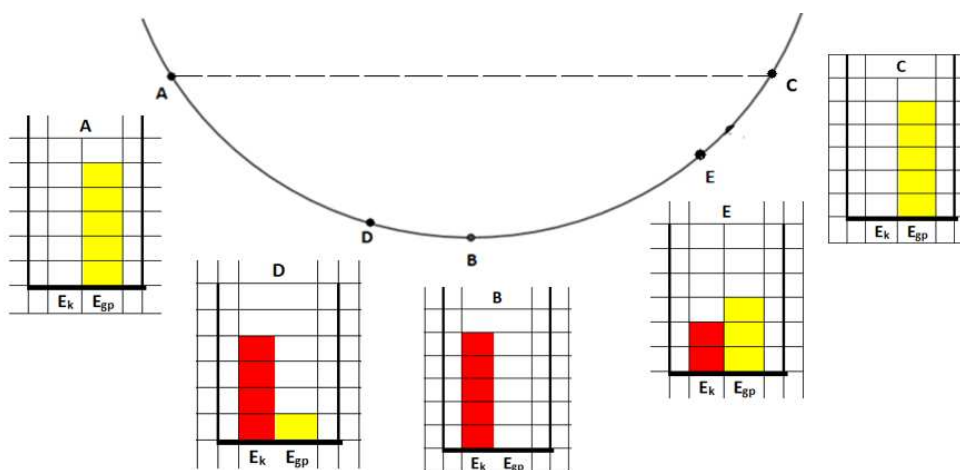
**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina maksimalne zbijenosti opruge



**1. ISTRAŽIVAČKO PITANJE:** Koje se pretvorbe energije događaju kada autić pustimo s neke visine?

**Sustav:** autić + podloga (+ Zemlja)

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina stola



**Odgovor:** Autić ima gravitacijsko potencijalnu i kinetičku energiju koja se pretvaraju jedna u drugu.

**ZAKON OČUVANJA ENERGIJE:** Energija se može pretvarati iz jednog oblika u drugi ili prenositi s tijela na tijelo, ali ne može nestati, niti ni iz čega nastati.

**Koje se pretvorbe energije događaju pri skakanju na trampolin?**

**Sustav:** djevojka + trampolin (+Z)

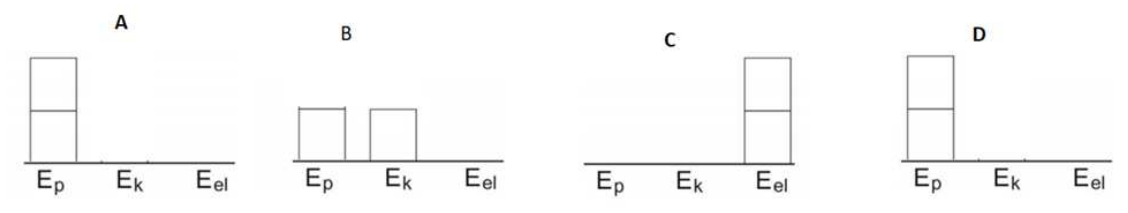
**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina trampolina

**Trenutak A:** djevojka stoji na vrhu gore prije skoka

**Trenutak B:** djevojka leti u skoku

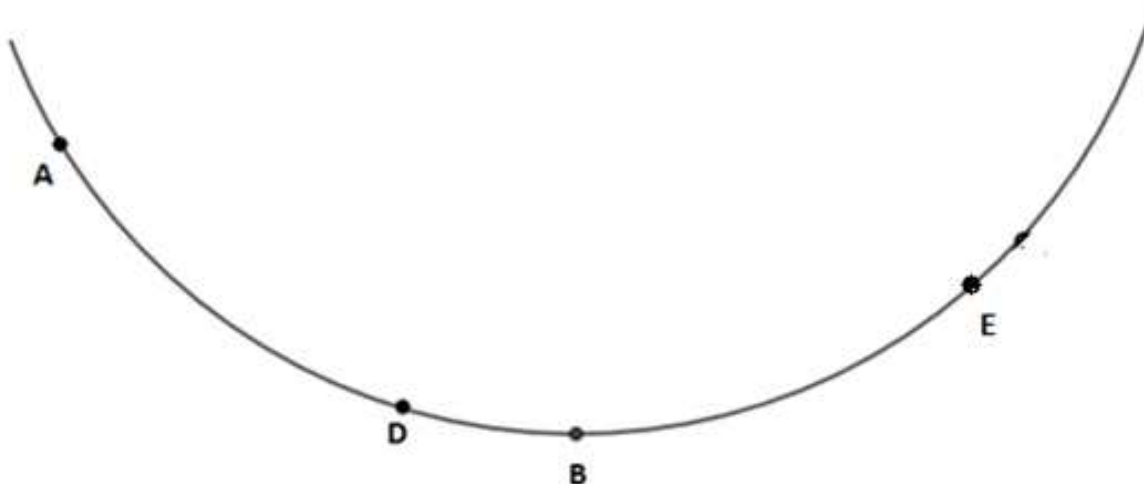
**Trenutak C:** djevojka se zaustavila na trampolinu

**Trenutak D:** djevojka se vratila na vrh



**LISTIĆ:** Koje se pretvorbe energije događaju kada autić pustimo s neke visine?

**Uputa:** Pročitajte pitanja i razmislite svatko za sebe o odgovorima na njih. Nakon tog iz točke A pustite autić niz spust i međusobno prokomentirajte svoje odgovore. Pomoću odgovora na pitanja napišite svoj zaključak.



1. Koju energiju ima autić koji stoji u točki A? Nacrtajte stupčasti dijagram energije autića u točki A.
2. Što se dogodilo s energijom autića kad je došao u točku B? Nacrtajte stupčasti dijagram energije autića u točki B.
3. Označite s C točku u kojoj se autić zaustavio. Koju energiju ima autić u točki C? Nacrtajte stupčasti dijagram energije autića u točki C.
4. Koju/e energiju/e ima autić u točkama D i E? Nacrtajte stupčaste dijagrame energija autića u
5. U kojoj je točki najmanja gravitacijsko potencijalna energija autića? Kolika je tada kinetička energija? Kako to objašnjavate?
6. Kolika je gravitacijsko potencijalna energija autića u točki C? Kolika je kinetička energija? Kako to objašnjavate?





## **3.2 2. Zakon očuvanja mehaničke energije - 1. srednje**

### **NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE**

**STUDENT:** Eva Kopic

**MENTOR:**

**ŠKOLA:**

**RAZRED:** 1. srednje

**NASTAVNA JEDINICA:** Očuvanje mehaničke energije

**PREDVIĐENI BROJ SATI:** 1

### **PREDMETNI ISHODI**

#### **FIZ SŠ D. 1. 5 ISTRAŽUJE I PRIMJENJUJE ZAKON OČUVANJA ENERGIJE.**

- Istražuje i primjenjuje zakon očuvanja energije.
- Analizira primjere koji uključuju primjenu zakona očuvanja energije u situacijama bez trenja.

#### **FIZ SŠ D.1.8. RJEŠAVA FIZIČKE PROBLEME.**

- Crta stupčaste dijagrame energija.

#### **FIZ SŠ D.1.9. ISTRAŽUJE FIZIČKE POJAVE.**

- Primjenjuje zakon očuvanja energije.

### **MEĐUPREDMETNI ISHODI**

- osr A.3.1. Razvija sliku o sebi.
- osr A.3.2. Upravlja emocijama i ponašanjem.
- osr A.3.3. Razvija osobne potencijale.
- osr A.3.4. Upravlja svojim obrazovnim i profesionalnim putem.
- osr B.3.2. Razvija komunikacijske kompetencije i uvažavajuće odnose s drugima
- osr B.3.3. Razvija strategije rješavanja sukoba.
- osr B.3.4. Suradnički uči i radi u timu.
- uku A.3.2. Primjena strategija učenja i rješavanje problema
- uku A.3.3. Kreativno mišljenje
- uku A.3.4. Kritičko mišljenje
- uku B.3.4. Samovrednovanje/ samoprocjena
- uku D.3.2. Suradnja s drugima
- pod B.3.2. Planira i upravlja aktivnostima.

**VRSTA NASTAVE:** istraživački usmjerena nastava

**NASTAVNE METODE:**

- Demonstracija pokusa
- Učeničko izvođenje pokusa u skupinama
- Kooperativno rješavanje zadataka u skupinama
- Metoda razgovora – razredna rasprava
- Konceptualna pitanja s karticama
- Metoda pisanja/crtanja

**OBLICI RADA:**

- frontalni
- grupni

**NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA**

Računalna prezentacija, kartice s odgovorima, radni listići, autići, pista sa spustom, računalna simulacija, youtube video

**LITERATURA**

1. Paar V., Hrlec A., Valjda Rešetar K., Sambolek M., Fizika oko nas 1, udžbenik za 1. razred srednje škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
2. Paar V., Hrlec A., Valjda Rešetar K., Sambolek M., Fizika oko nas 1, zbirka zadataka za 1. razred srednje škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
3. Brković N., Pećina P., Fizika u 24 lekcije, Element, Zagreb, 2012.4. Labor J., Fizika 1, Alfa, Zagreb, 2008.

## TIJEK NASTAVNOG SATA

### 1.Uvodni dio

Metoda: Frontalna demonstracija pokusa, Metoda razgovora – razredna rasprava

Opis opservacijskog pokusa: Na povišenu klupčicu postavimo kutiju s klaunom koji iskače. Prvo „spremimo“ klauna u kutiju, te ga nakon tog pustimo da iskoči.

**1. Uvodno pitanje: Koju energiju ima klaun kad je spremljen u kutiju, a koju kad iskače?**

**Pitanja: Što čini sustav? Koji će biti početni, a koji konačni trenutak? Gdje će biti nulta razina gravitacijske potencijalne energije?**

- Nakon ovih pitanja, kada učenici shvate kompleksnost analize, uvode se stupčaste dijagrame. Kažemo im da ćemo se za analizu energije klauna poslužiti jednim pomagalom koji se zove stupčasti dijagrami. Stoga ćemo zaustaviti priču o klaunu i pogledati kako se koriste ti dijagrami.

### STUPČASTI DIJAGRAMI - uvođenje

- Stupčasti dijagram energije je alat za vizualnu predodžbu pretvorbe energije.
- U njima se energija ne prikazuje kao funkcija vremena niti položaja, već samo u dva promatrana trenutka gledamo energije sustava.
- Iznosi (kvadratići na dijagramu) nisu stvarni iznosi energija, već samo predodžba energije.

=> dijagram lijevo (početni trenutak) ima jednak iznos kvadratića kao dijagram desno (konačni trenutak)

- Iznos ukupne energije u početnom i konačnom trenutku ostao stalan.
- Na slikama dijagrama lijevi dijagram prikazivat će početni, a dijagram desno konačni trenutak.

**Primjer 1. Ispuštanje lopte s visine  $h$** **Sustav:** lopta + Zemlja**Početni trenutak:** lopta miruje na visini  $h$  iznad površine Zemlje**Konačni trenutak:** netom prije pada lopte na površinu Zemlje**Nulta razina gravitacijske potencijalne energije:** površina Zemlje

Početni trenutak ( $t_1$ )			W	Konačni trenutak ( $t_2$ )			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

**Primjer 2. Pračka****Sustav:** gumena vezica i loptica (+ Zemlja)**Početni trenutak:** gumica napeta**Konačni trenutak:** loptica je ispaljena**Nulta razina gravitacijske potencijalne energije :** visina na kojoj se nalaze vezica i loptica

Početni trenutak ( $t_1$ )			W	Konačni trenutak ( $t_2$ )			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

- Vratimo se na priču o klaunu. Ponovimo pokus s klaunom i ponovo postavimo pitanje.

Metoda: Frontalna demonstracija pokusa, Metoda razgovora – razredna rasprava

Opis opservacijskog pokusa: Na povišenu klupčicu postavimo kutiju s klaunom koji iskače. Prvo „spremimo“ klauna u kutiju, te ga nakon tog pustimo da iskoči.

**1. Uvodno pitanje: Koju energiju ima klaun kad je spremljen u kutiju, a koju kad iskače?**

**Pitanja: Što čini sustav? Koji će biti početni, a koji konačni trenutak? Gdje će biti nulta razina gravitacijske potencijalne energije?**

- Promatrat ćemo energiju sustava koju čine klaun i opruga u dva vremenska trenutka: 1. kad je klaun spremljen u kutiji i 2. kad klaun iskoči iz kutije i dosegne najvišu točku. Gravitacijska potencijalna energija nam je nula na razini maksimalne zbijenosti opruge.

**Skicirajte stupčaste dijagrame za početni i konačni trenutak. Koju energiju ima naš sustav (klaun i opruga) u početnom trenutku, kad je spremljen u kutiji? U kojem je obliku energija kad klaun iskoči do najviše točke u drugom promatranom trenutku? Odakle klaunu kinetička energija?**

- stupčasti dijagrami:

**Sustav:** klaun + opruga (+Z)

**Početni trenutak:** klaun spremljen u kutiju

**Konačni trenutak:** klaun iskočio do najviše točke

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina maksimalne zbijenosti opruge

Početni trenutak ( $t_1$ )			W	Konačni trenutak ( $t_2$ )			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

**Kako bi izgledao dijagram da odaberemo za konačni trenutak, trenutak kada klaun iskače?**

**Sustav:** klaun + opruga (+Z)

**Početni trenutak:** klaun spremljen u kutiju

**Konačni trenutak:** klaun iskače iz kutije

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina maksimalne zbijenosti opruge

Početni trenutak ( $t_1$ )			W	Konačni trenutak ( $t_2$ )			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

Želimo učenike navesti da zaključuje kako klaun u početku ima elastičnu energiju opruge koja se zatim pretvara u kinetičku i gravitacijsku potencijalnu, sve dok ne dođe u najvišu točku u kojoj se umiri i ostane samo gravitacijsko potencijalna energija, tj. da zaključuje kako se energija pretvara iz jednog oblika u drugi.

Zaključak: Došlo je do pretvorbe oblika energije iz elastične u kinetičku i gravitacijsko potencijalnu.

- Nakon što smo prošli primjere, počinjemo kratku raspravu o zatvorenim sustavima.

**Pogledajte sada sva tri primjera. Što uočavate, kakav je iznos energija u svakom od njih? Je li u nekom od primjera energija ušla ili izašla iz promatranog sustava? Kako zovemo takve sustave, u kojima nema interakcije između sustava i okoline (nema izmjenjene energije, ukupna vanjska sila na sustav jednaka nuli)?**

Želimo učenike navesti da zaključuje što je zatvoreni sustav i da je energija u zatvorenom sustavu očuvana.

**- Naslov: Zakon očuvanja energije****2. Središnji dio****1. ISTRAŽIVAČKO PITANJE (pišemo na ploču): Koje se pretvorbe energije događaju kada autić pustimo s neke visine? - gledamo idealne uvjete (bez trenja, otpora zraka, zvuka...)**

Metoda: Učeničko izvođenje pokusa u skupinama, Metoda razgovora – razredna rasprava  
Opis istraživačkog pokusa: Podijelimo učenike u skupine. Svaka skupina dobiva spust i jedan autić te radni listić kojeg popunjavaju. Trebaju prvo definirati sustav, koje vremenske trenutke promatraju i gdje je nulta razina gravitacijsko potencijalne energija. Potom to prokomentiramo s učenicima. Puštaju autiće s neke visine i zaključuju koje energije ima u pojedinim točkama putanje, te skiciraju stupčaste dijagrame za odabrane točke spusta.

**Pitanja (nalaze se na listiću):**

**Koju energiju ima autić kada se nalazi gore na spustu dok ga držimo u točki A? Koju energiju ima kada se nalazi u najnižoj točki spusta (u točki B)?**

- Želimo učenike navesti da zaključe da autić u početku (točka A) ima gravitacijsko potencijalno energiju koja prelazi u kinetičku kako se autić približava najnižoj točki spusta (točka B), te da u najnižoj točki ima samo kinetičku energiju (pri čemu uzimamo da nam je ravnina od koje mjerimo gravitacijsko potencijalnu najniža točka spusta).

**Ako gledamo slučaj u kojem zanemarujemo trenje, gdje se nalazi točka C u kojoj se autić zaustavio na drugoj strani spusta? Koju energiju ima autić u točki C?**

- Želimo navesti učenike da povežu kako se od najniže točke kinetička energija smanjuje dok se autić penje po spustu, a gravitacijska povećava, sve dok se ne zaustavi u točki C u kojoj ima samo gravitacijsko potencijalnu energiju (odnosno da je sva kinetička energija prešla u gravitacijsku u točki zaustavljanja).

**Koju/e energiju/e ima u točkama D i E? Što zaključujete o iznosima energija u točkama A i C? Koliki je iznos energije autića u točki B u odnosu na iznos energije u točkama A i C? Koliki je iznos energije autića u točkama D i E? Što vrijedi za iznos energije u svakoj točki spusta?**

- Želimo navesti učenike da zaključe kako je ukupni iznos energije (zbroj kinetičke i gravitacijsko potencijalne energije) u svakoj točki spusta jednak, odnosno da se ukupna energija

sustava ne mijenja, nego da samo mijenja svoj oblik iz gravitacijsko potencijalne energije u kinetičku i obrnuto.

- **Odredite sustav, nultu razinu gravitacijsko potencijalne energije, te nacrtajte stupčaste dijagrame (4 dijagrama) kojima je početni trenutak A, a konačni trenutci B, C, D i E. Pomoću dijagrama napišite jednadžbu energija (energetsku bilancu).**

Zaključak (Odgovor na 1. istraživačko pitanje): Autić ima gravitacijsko potencijalnu i kinetičku energiju koje se pretvaraju jedna u drugu.

- Učenici u svoje bilježnice skiciraju spust i prikazuju na njemu položaje autića, odgovarajuće stupčaste dijagrame energija u pojedinim točkama spusta i energetsku bilancu

**Sustav:** autić + podloga (+ Zemlja)

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina stola

Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (B)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{k2}$$



Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (C)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{gp2}$$

Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (D)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{k2} + E_{g2}$$

Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (D)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{k2} + E_{g2}$$

- Pokazujemo simulaciju puštanja autića sa spusta koji ima sa strane stupčaste dijagrame koji zorno prikazuju odnose gravitacijskih potencijalnih energija zaustavnih točaka i kinetičke energije najniže točke spusta.

- Raspravimo zašto autić nije uvijek došao na istu visinu s koje je pušten (zbog gubitka energije u obliku zvuka kojeg čujemo dok se autić spušta, zagrijavanja piste i kotača (zbog sile trenja između kotača i spusta, te sile trenja između osovine kotača i autića) , te zbog postojanja otpora zraka). Učenici crtaju dijagram u kojem će prikazati situaciju u stvarnom slučaju, slučaj u kojem dio energije prelazi u unutrašnju energiju.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_en.html)

Skicirajte stupčasti dijagram u kojem ćete prikazati odnos energija sustava u točkama A i C, ali bez zanemarivanja otpora, trenja, zvuka... Pomoću dijagrama napišite jednadžbu energija (energetsku bilancu).

**Sustav:** skater + skate + staza (+ Z)

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** najniža točka spusta

Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (C)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{g2} + \Delta U$$

Što zaključujete o energiji autića?

- Želimo da učenici uoče da čak i kad postoji sila trenja i sila otpora, da je energija zatvorenog sustava i dalje očuvana.

-Zapisuju **ZAKON OČUVANJA ENERGIJE: Ukupna energija zatvorenog sustava je očuvana.**

**Zadatak. Pogledajte slučajeve iz 1. istraživačkog pitanja**

a) Kolika će biti brzina autića mase 36 g u točki B, ako ga ispustimo iz točke A koja je 20 cm udaljena od stola? Zanimarite silu trenja i otpor zraka.

b) Ako gledamo slučaj u kojem ne zanemarujemo otpor zraka i silu trenja, kolika će bit promjena unutarnje energije sustava kada se autić zaustavi na visini 13 cm u točki C? Koliki se dio ukupne energije pretvorio u unutarnju?

Rj:

a)

$$m = 36 \text{ g} = 0,036 \text{ kg}$$

$$h = 20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$$

$$F_{otp} = 0 \text{ N}$$

$$v_B = ?$$

$$E_{gpA} = E_{kB}$$

$$mgh_A = \frac{mv_B^2}{2}$$

$$v_B = \sqrt{2gh_A} = 2 \text{ m/s}$$

b)

$$m = 36 \text{ g} = 0,036 \text{ kg}$$

$$h_A = 20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m}$$

$$h_C = 13 \text{ cm} = 0,13 \text{ m}$$

$$\Delta U = ?$$

$$E_{gpA} = E_{gpC} + \Delta U$$

$$\Delta U = E_{gpA} - E_{gpC}$$

$$\Delta U = mg(h_A - h_C)$$

$$\Delta U = 0,0252 \text{ J}$$

$$E_{uk} = mgh_A = 0,072 \text{ J}$$

$$\frac{\Delta U}{E_{uk}} = 0,35$$

### 3. Završni dio

#### Aplikacijski zadatak

Skijaš mase 60 kg spušta se niz padinu čija je visinska razlika 500 m. Kolika je srednja sila otpora tijekom puta, ako je na vrhu padine skijaš imao brzinu 10 m/s, a na dnu 30 m/s? Put koji prijeđe skijaš u vožnji pri tom spuštanju iznosi 1000 m.

Rj:

$$m = 60 \text{ kg}$$

$$h = 500 \text{ m}$$

$$v_1 = 10 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 30 \text{ m/s}$$

$$s = 1000 \text{ m}$$

$$F_{otp} = ?$$

**Sustav:** skijaš + padina (+Z)

**Početni trenutak:** skijaš na vrhu padine, giba se brzinom 10 m/s

**Konačni trenutak:** skijaš na dnu padine, giba se brzinom 30 m/s

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** dno padine

Početni trenutak			W	Konačni trenutak			
$E_{gp1}$	$E_{k1}$	$E_{el1}$		$E_{gp2}$	$E_{k2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{gp1} + E_{k1} = E_{k2} + \Delta U$$

$$E_{gp1} + E_{k1} = E_{k2} + \Delta U$$

$$\Delta U = E_{gp1} + E_{k1} - E_{k2}$$

$$\Delta U = mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\Delta U = 276000 \text{ J}$$

$$\Delta U = W_{otpora}$$

$$W_{otpora} = F_{otpora} \cdot s$$

$$F_{otpora} = \frac{W_{otpora}}{s} = 276 \text{ N}$$

## PLAN PLOČE

ZAKON OČUVANJA ENERGIJE

1. Uvodno pitanje: Koju energiju ima klaun kad je spremljen u kutiju, a koju kad iskače?

**Sustav:** klaun + opruga (+Z)

**Početni trenutak:** klaun pospremljen u kutiju

**Konačni trenutak:** klaun iskočio do najviše točke

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina maksimalne zbijenosti opruge

Početni trenutak ( $t_1$ )			W	Konačni trenutak ( $t_2$ )			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

**Sustav:** klaun + opruga (+Z)

**Početni trenutak:** klaun pospremljen u kutiju

**Konačni trenutak:** klaun iskače iz kutije

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina maksimalne zbijenosti opruge

Početni trenutak ( $t_1$ )			W	Konačni trenutak ( $t_2$ )			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

**1. ISTRAŽIVAČKO PITANJE:** Koje se pretvorbe energije događaju kada autić pustimo s neke visine? - gledamo idealne uvjete (bez trenja, otpora zraka, zvuka...)

**Sustav:** autić + podloga (+ Zemlja)

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** razina stola

Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (B)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{k2}$$

Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (C)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{gp2}$$



Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (D)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{k2} + E_{g2}$$

Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (D)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{k2} + E_{g2}$$

**2. ISTRAŽIVAČKO PITANJE: Koje se pretvorbe energije događaju kada autić pustimo s neke visine?** - stvarni slučaj

**Sustav:** skater + skate + staza (+ Z)

**Nulta razina gravitacijsko potencijalne energije:** najniža točka spusta

Početni trenutak (A)			W	Konačni trenutak (C)			
$E_{k1}$	$E_{g1}$	$E_{el1}$		$E_{k2}$	$E_{g2}$	$E_{el2}$	$\Delta U$

$$E_{g1} = E_{g2} + \Delta U$$

=> **ZAKON OČUVANJA ENERGIJE:** Ukupna energija zatvorenog sustava je očuvana.

### **3.3 3. Slink - 8. razred**

#### **NASTAVNA PRIPREMA IZ FIZIKE**

**STUDENT:** Eva Kopic

**MENTOR:**

**ŠKOLA:**

**RAZRED:** 8.

**NASTAVNA JEDINICA:** Što je val?

**PREDVIĐENI BROJ SATI:** 1

#### **PREDMETNI ISHODI**

##### **FIZ OŠ C.8.7/D.8.7 POVEZUJE POJAVU TITRANJA I PRIJENOS ENERGIJE VALOM.**

- Objašnjava prijenos energije valom.
- Objašnjava nastanak i vrste valova.
- Opisuje val.

##### **FIZ OŠ C.8.10./D.8.10. ISTRAŽUJE FIZIČKE POJAVE.**

- Istražuje vrstu valova energije preko demonstracijskog i učeničkog pokusa

##### **FIZ OŠ C.8.11./D.8.11. RJEŠAVA FIZIČKE PROBLEME.**

- Crta stupčaste dijagrame energija

#### **MEĐUPREDMETNI ISHODI**

- osr A.3.1. Razvija sliku o sebi.
- osr A.3.2. Upravlja emocijama i ponašanjem.
- osr A.3.3. Razvija osobne potencijale.
- osr A.3.4. Upravlja svojim obrazovnim i profesionalnim putem.
- osr B.3.2. Razvija komunikacijske kompetencije i uvažavajuće odnose s drugima
- osr B.3.3. Razvija strategije rješavanja sukoba.
- osr B.3.4. Suradnički uči i radi u timu.
- uku A.3.2. Primjena strategija učenja i rješavanje problema
- uku A.3.3. Kreativno mišljenje
- uku A.3.4. Kritičko mišljenje
- uku B.3.4. Samovrednovanje/ samoprocjena
- uku D.3.2. Suradnja s drugima
- pod B.3.2. Planira i upravlja aktivnostima.

**VRSTA NASTAVE:** istraživački usmjerena nastava

**NASTAVNE METODE:** - Demonstracija pokusa

- Učeničko izvođenje pokusa u skupinama
- Kooperativno rješavanje zadataka u skupinama
- Metoda razgovora – razredna rasprava
- Konceptualna pitanja s karticama
- Metoda pisanja/crtanja

**OBLICI RADA:**

- frontalni
- grupni

**NASTAVNA POMAGALA I SREDSTVA**

Računalna prezentacija, kartice s odgovorima, radni listić, slink s oznakom, plastična čaša

**LITERATURA**

- 1.Paar V., Petričević I., Smerdel E., Stanin S., Fizika oko nas 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
- 2.Paar V., Martinko S., Čulibrk T., Fizika oko nas 8, radna bilježnica za 8. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
- 3.Paar V., Martinko S., Čulibrk T., Fizika oko nas 8, zbirka zadataka za 8. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
- 4.Prelovšek Peroš S., Milotić B., Bagić J., Otkrivamo fiziku 8, udžbenik za 8. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
- 5.Prelovšek Peroš S., Milotić B., Bagić J., Otkrivamo fiziku 8, radna bilježnica za 8. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.

## TIJEK NASTAVNOG SATA

### 1. Uvodni dio

#### 1. Uvodno pitanje: Zašto se čaša srušila?

Metoda: Frontalna demonstracija pokusa, Metoda razgovora – razredna rasprava

Opis opservacijskog pokusa: Na stol stavimo oprugu i pored jednog kraja praznu plastičnu čašu. S drugog kraja opruge pošaljemo puls prema kraju opruge kod kojeg je čaša.

#### **Pitanja: Zašto je čaša pala? Kako se zove brijeg što se širi duž opruge?**

- Želimo navesti učenike da promisle što treba za rušenje čaše i odakle ta energija potrebna za rušenje te što nastaje kad pošaljemo više pulseva, jedan za drugim.

- Naslov: *Valovi*

### 2. Središnji dio

#### **1. ISTRAŽIVAČKO PITANJE (pišemo na ploču): Koje vrste mehaničkih valova postoje?**

Metoda: Učeničko izvođenje pokusa u skupinama, Metoda razgovora – razredna rasprava  
Opis istraživačkog pokusa: Podijelimo učenike u skupine. Svaka skupina dobiva oprugu na kojoj je jedan zavoj označen ljepljivim papirićem. Svaki učenik dobiva listić s uputama i pitanjima. U prvom dijelu zadatka šalju puls okomitim udarcem na oprugu i promatraju širenje poremećaja, a u drugom dijelu zadatka šalju puls tako da skupe nekoliko zavoja jednog kraja opruge i naglo ih puste.

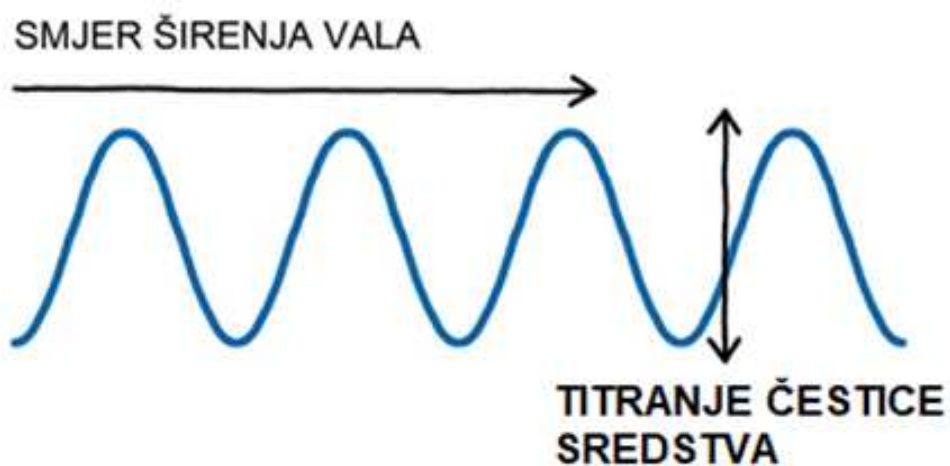
**Pitanja (nalaze se na listiću i jednaka su za oba dijela zadatka): Što se događa s oznakom na zavoju opruge dok njime prolazi puls? U kojem se smjeru giba puls? U kojem se smjeru giba oznaka na opruzi?**

- U prvom dijelu želimo navesti učenike da zaključe kako oznaka titra okomito na smjer širenja pulsa, a u drugom dijelu da titra u smjeru širenja pulsa.

- Nakon što smo raspravili da se oznaka NE GIBA, NEGO TITRA, te u kojem smjeru se širi val u odnosu na titranje čestica, uvodimo pojmove transverznog i longitudinalnog vala.

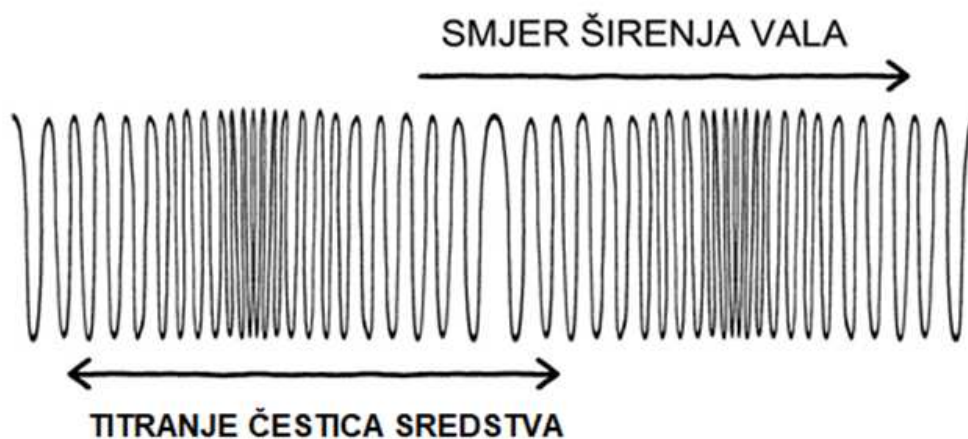
- Učenici zapisuju i skiciraju:

**Val u kojem čestice sredstva titraju okomito na smjer širenja vala nazivamo TRAN-SVERZALNIM VALOM.**



- Transverzalni valovi šire se samo u čvrstim tijelima.

**Val u kojemu čestice sredstva titraju u smjeru širenja vala nazivamo LONGITUDINALNIM VALOM.**



- Longitudinalni se valovi šire u čvrstim, tekućim i plinovitim tijelima.

Zaključak (Odgovor na 1. istraživačko pitanje): Postoji longitudinalni i transverzalni mehanički val.

Vratimo se na uvodni pokus i probajmo sad odgovoriti na pitanje "Zašto se čaša srušila?"

## **2. ISTRAŽIVAČKO PITANJE (pišemo na ploču): Što se prenosi valovima?**

Metoda: Učeničko izvođenje pokusa u skupinama, Metoda razgovora – razredna rasprava

Opis istraživačkog pokusa: Podijelimo učenike u skupine. Svaka skupina dobiva oprugu i praznu plastičnu čašu. Ponavljaju u skupinama uvodni pokus i odgovaraju na pitanja s listića.

**PITANJA** (nalaze se na listiću): **Što se događa s česticama sredstva kad val prolazi sredstvom? Prenose li se valom čestice sredstva ili nešto drugo? Što nam je potrebno da bismo srušili čašu? Što se onda prenosi valom?**

- Želimo navesti učenike da se valom širi energija, a ne čestice sredstva.

Zaključak: Valom se prenosi energija.

Učenici zapisuju:

- VAL je pojava prenošenja energije.

- MEHANIČKI VAL je pojava prenošenja energije kroz elastično sredstvo titranjem njegovih čestica.

- Zbog toga što prenose energiju valovi mogu biti razorni, npr Tsunami, ali o tome će se detaljno pričati kad naučimo još malo o valovima.

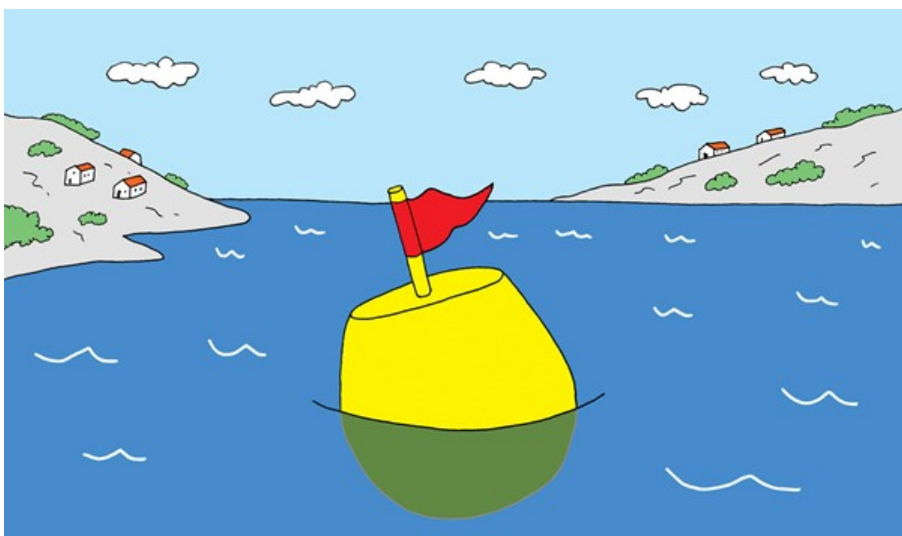
### 3.Završni dio

#### Konceptualna pitanja:

1. Koju vrstu vala čine moje riječi kada dolaze do vas?

a) longitudinalni b) transverzalni

2. Koju vrstu vala čine površinski valovi vode?

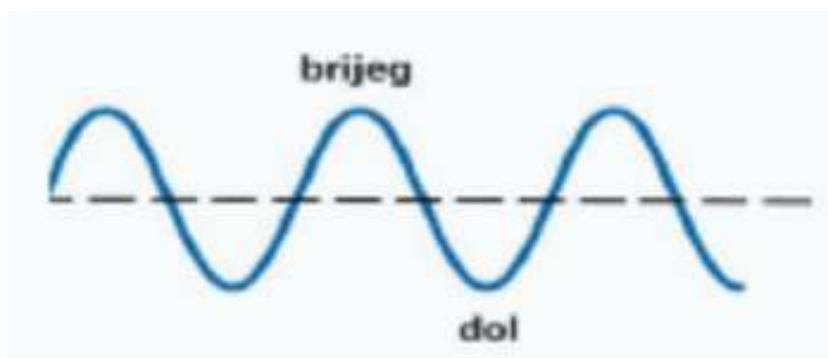


a) longitudinalni b) transverzalni

3. Radar na ribarskom brodu koristi radio valove pod vodom da bi odredio položaj ribe.

Koju vrstu valova odašilje radar? a) transverzalni val b) longitudinalni val

4. Koju vrstu vala prikazuje slika? a) longitudinalni val b) transverzalni val

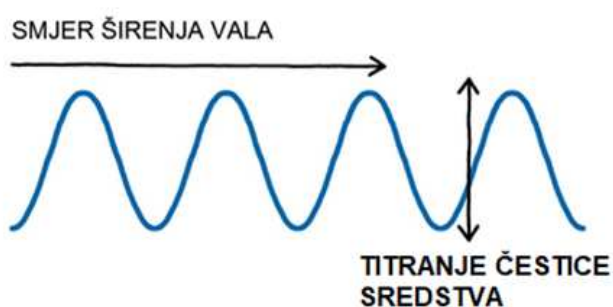




**PLAN PLOČE****Valovi**

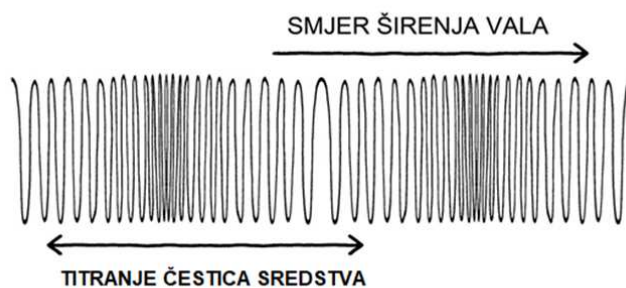
**Koje vrste mehaničkih valova postoje?**

**Val u kojem čestice sredstva titraju okomito na smjer širenja vala nazivamo TRAN-SVERZALNIM VALOM.**



- Transverzalni valovi šire se samo u čvrstim tijelima.

**Val u kojemu čestice sredstva titraju u smjeru širenja vala nazivamo LONGITUDI-NALNIM VALOM.**



- Longitudinalni se valovi šire u čvrstim, tekućim i plinovitim tijelima.

**- VAL je pojava prenošenja energije.**

- MEHANIČKI VAL je pojava prenošenja energije kroz elastično sredstvo titranjem njegovih čestica.



## Poglavlje 4

### Rezultati izlaznih kartica

Na kraju svakog sata održanog prema priloženim pripremama, učenici su dobili izlaznu karticu (*Slika 8.*), te su zamoljeni da anonimno popune karticu.

	SLAŽEM SE	DJELOMIČNO SE SLAŽEM	NITI SE SLAŽEM NITI SE NE SLAŽEM	DJELOMIČNO SE NE SLAŽEM	NE SLAŽEM SE
Lakše mi je bilo shvatiti gradivo preko primjera s igračkama, nego preko standardnih primjera.	+				
Jasniji su mi fizikalni zakoni objašnjeni pomoću primjera s igračkama.	+				
Volio/la bih da u nastavi fizike ima više primjera upotrebe igračaka.	+				

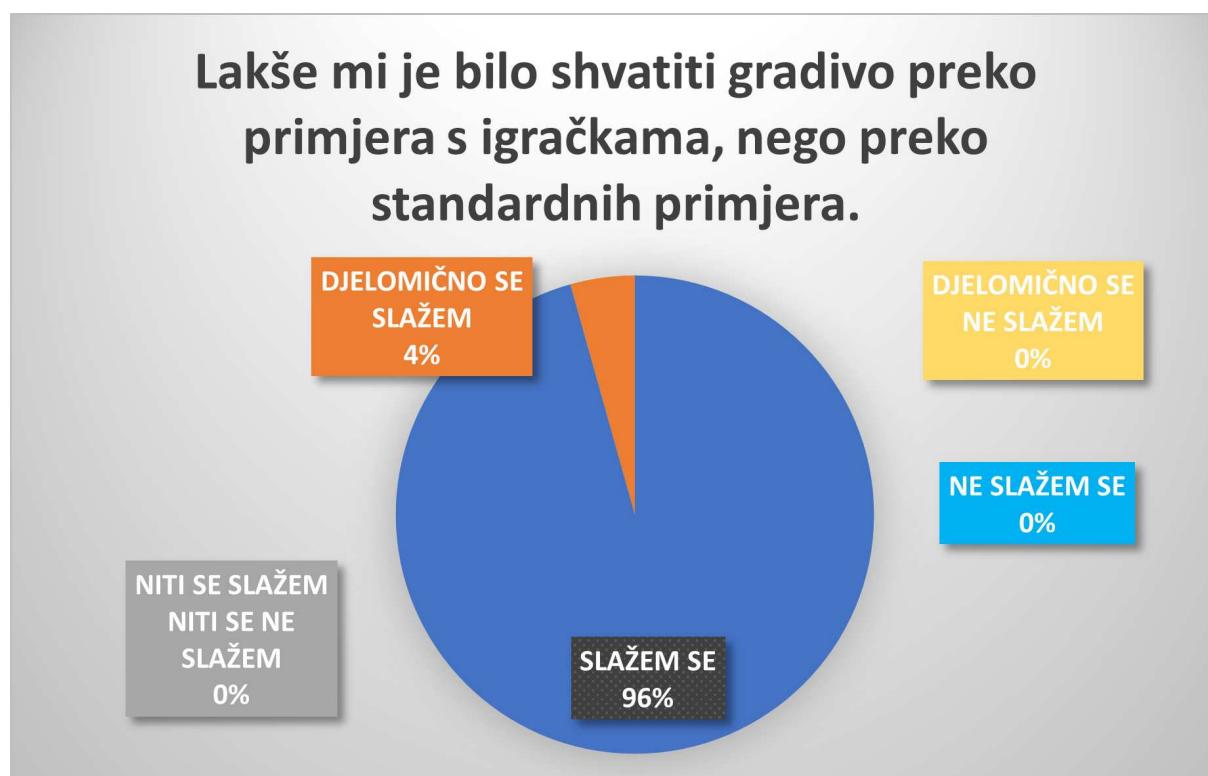
*Slika 8.* Primjer popunjene izlazne kartice

Sva istraživanja provedena su u rujnu i listopadu 2020. godine. Provedena su u tri osnovne škole i jednoj gimnaziji: *OŠ. J. J. Strossmayera* u Zagrebu, *OŠ. Gorjani* u Gorjanima, *OŠ. Dobriše Cesarića* u Osijeku te u *II. gimnaziji* u Osijeku. U istraživanju je

sudjelovalo 72 učenika (dob 13 i 14 godina) osmih razreda i 30 učenika (dob 14 i 15 godina) prvog srednje. Za analizu izlaznih kartica korišten je MS Excel i provedena je frekvencijska analiza. Pri tome su sve prikupljene kartice bile važeće.

#### 4.1 Rezultati *Pretvorbe energije*

U sljedećim grafovima (*Graf 1.* - *Graf 3.*) prikazani su rezultati izlazne kartice za nastavne sate *Pretvorba energije* provedene u osmim razredima osnovne škole.



*Graf 1.* Rezultati izlazne kartice provedene u 8. razredu osnovne škole



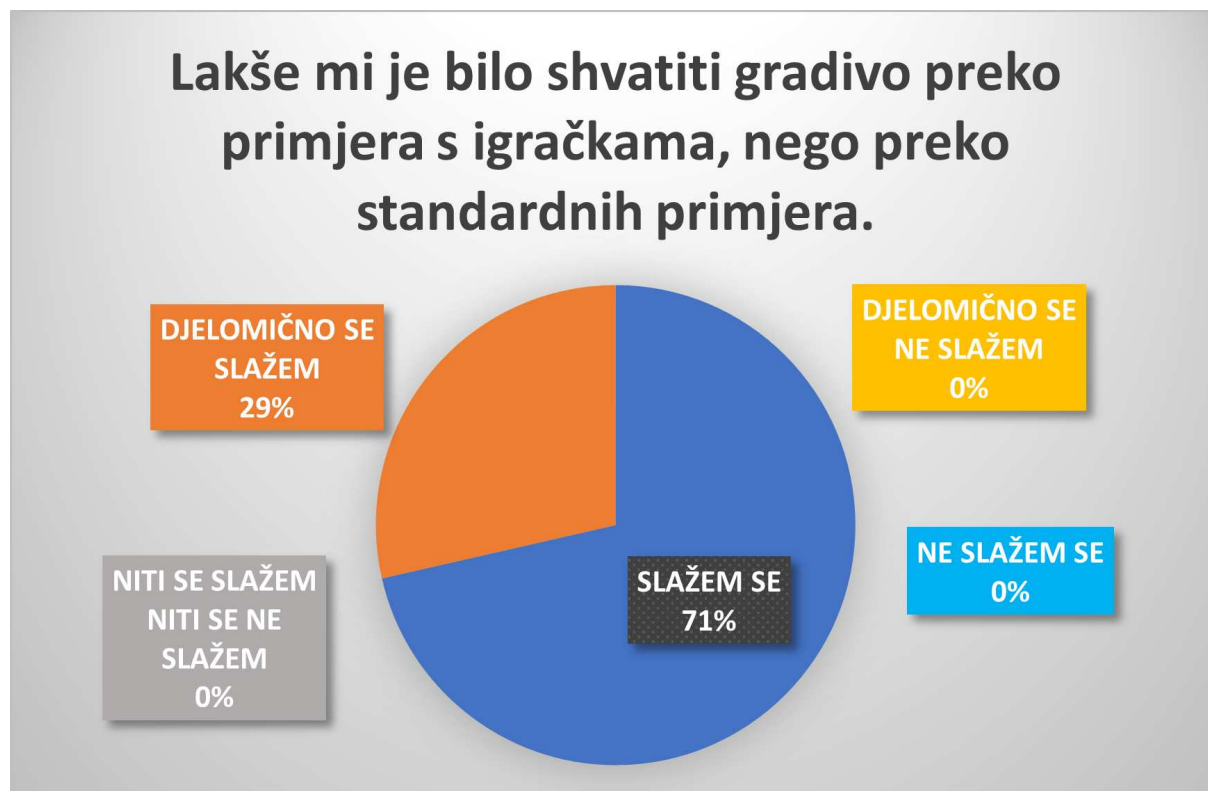
Graf 2. Rezultati izlazne kartice provedene u 8. razredu osnovne škole



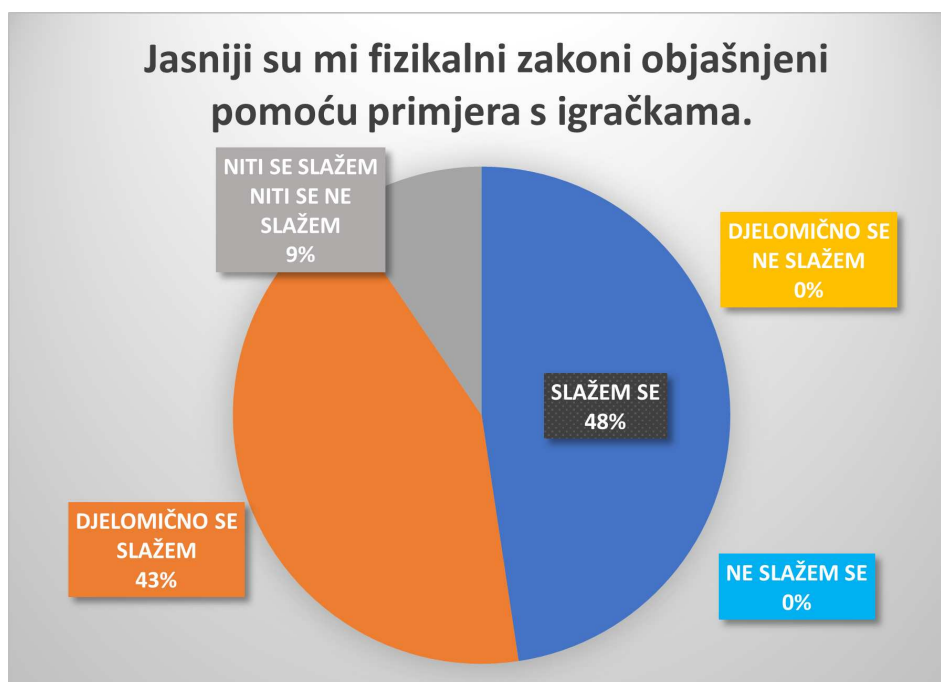
Graf 3. Rezultati izlazne kartice provedene u 8. razredu osnovne škole

## 4.2 Rezultati Zakon očuvanja mehaničke energije

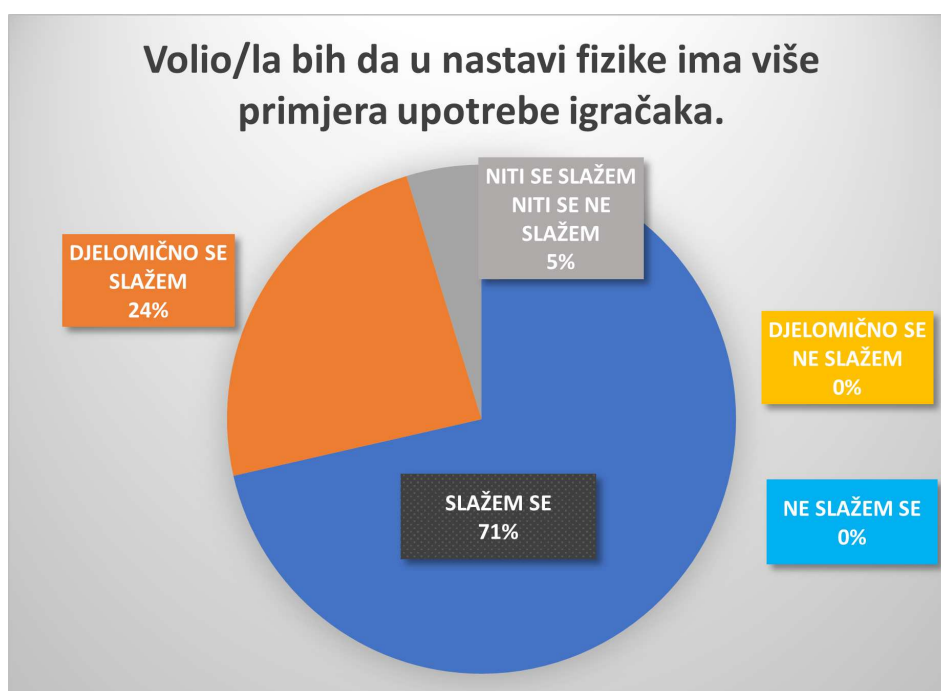
U sljedećim grafovima (Graf 4. - Graf 6.) prikazani su rezultati izlazne kartice za nastavne sate *Zakon očuvanja mehaničke energije* provedene u prvim razredima srednje škole.



Graf 4. Rezultati izlazne kartice provedene u prvom razredu srednje škole



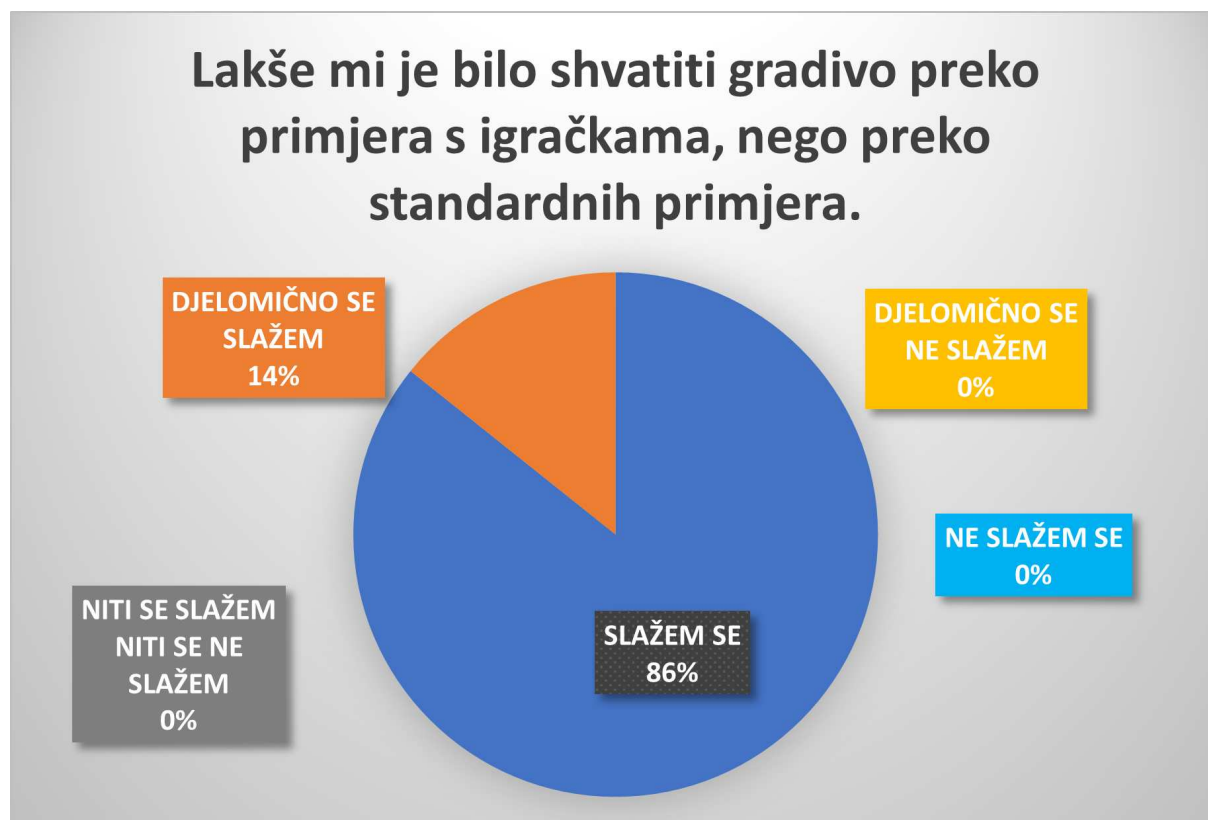
Graf 5. Rezultati izlazne kartice provedene u prvom razredu srednje škole



Graf 6. Rezultati izlazne kartice provedene u prvom razredu srednje škole

### 4.3 Rezultati *Uvođenje valova*

U sljedećim grafovima (*Graf 7. - Graf 9.*) prikazani su rezultati izlazne kartice za nastavne sate *Uvođenje valova* provedene u osmim razredima osnovne škole.

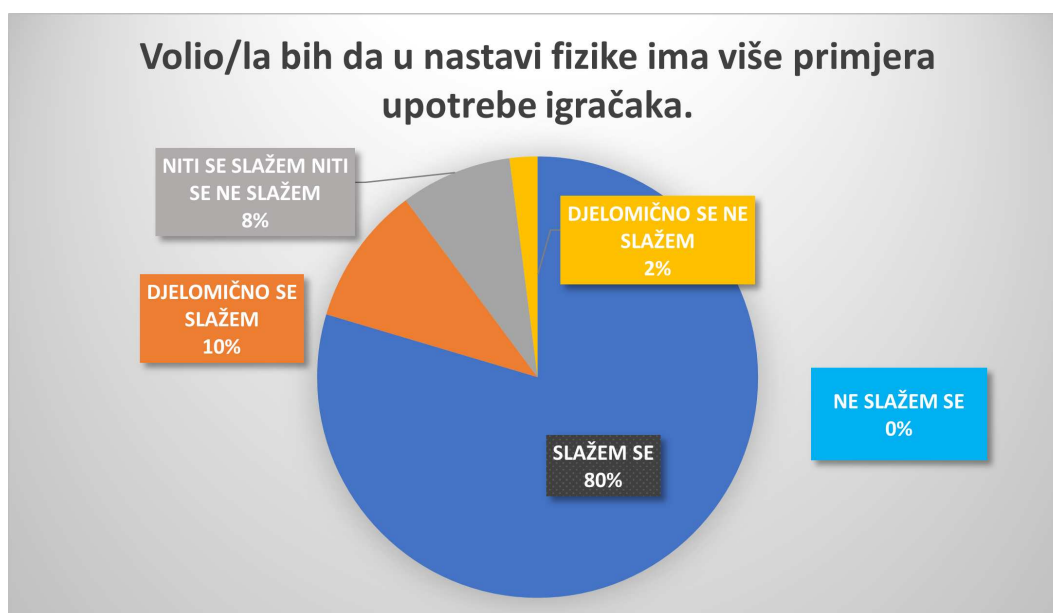


*Graf 7.* Rezultati izlazne kartice provedene u 8. razredu osnovne škole





Graf 8. Rezultati izlazne kartice provedene u 8. razredu osnovne škole



Graf 9. Rezultati izlazne kartice provedene u 8. razredu osnovne škole

Iz rezultata provedenog istraživanja možemo zaključiti kako svi ispitanici smatraju da im je bilo lakše shvatiti gradivo preko primjera s igračkama, nego preko standardnih primjera (svi su ispitanici na prvo pitanje odgovorili da se djelomično ili u potpunosti slažu s tom izjavom), što vidimo iz *Grafova 1., 4. i 7.*

Iz *Grafova 2. i 5.* možemo uočiti razliku između osmog razreda osnovne škole i prvog razreda srednje. U osmom su se razredu (*Graf 2.*) svi učenici izjasnili kako im je pretvorba energije, odnosno zakon o očuvanju mehaničke energije, jasniji objašnjen pomoću primjera s igračkama, dok u prvom razreda čak postoji dio učenika koji se niti slažu, niti ne slažu s tom izjavom (*Graf 5.*). Ali, usprkos tome, i u osmim se razredima i u razredima prvog srednje većina učenika složila da bi voljeli da u nastavi fizike ima više primjera upotreba igračkaka (*Grafovi 3. i 6.*).

Iz *Grafa 8.* vidimo da su rezultati korištenja igračke na satu *Uvođenje valova* sličniji rezultatima učenika prvog srednje (*Graf 5.*), nego rezultatima učenika 8. razreda (*Graf 2.*) za primjer sata *Pretvorba energije*, odnosno da iako su većini učenika fizikalni zakon jasniji objašnjeni pomoću igračkaka, ipak postoji dio njih koji se niti slaže niti ne slaže s tom izjavom. Iz toga zaključujemo da je većini učenika bila korisna upotreba igračkaka u nastavi fizike, ali da treba paziti pri odabiru igračkaka i gradiva. Odnosno nije moguće upotrijebiti igračke za svako gradivo.

## Poglavlje 5

### Zaključak

U ovom je istraživanju održano šest nastavnih sati sastavljenih po strukturi istraživačke nastave, u tri osnovne i jednoj srednjoj školi. Nakon svakog održanog sata provedena je anonimna anketa o učeničkom mišljenju koliko su im bilo lakši, jasniji i zanimljiviji fizikalni zakoni korištenjem igračaka na nastavnom satu u odnosu na standardni tip sata. Održani su sati o pretvorbi energije, odnosno zakonu očuvanja mehaničke energije te sati uvođenja pojma vala. Za sate *Pretvorbe energije* korištene su igračka klauna koji iskače iz kutije te autić na spustu, a za sate *Uvođenja valova* igračka slink.

Iz provedenog se istraživanja vidi kako upotreba igračaka u istraživački usmjerenom nastavi fizike ima pozitivan učinak na učeničko poimanje jasnoće, zanimljivosti i jednostavnosti shvaćanja fizikalnih zakona kroz upotrebu igračaka na nastavnom satu.

Svi su se učenici izjasnili kako im je bilo lakše shvatiti gradivo preko primjera s igračkama, nego preko standardnih primjer. Čak 96% učenika tvrdi da su im fizikalni zakoni jasniji uz primjenu igračaka tijekom objašnjavanja. Na pitanje bi li voljeli da u nastavi fizike ima više primjera upotrebe igračaka 94% učenika se potvrdno izjasnilo. Stoga se može preporučiti korištenje promatranih igračaka u nastavi fizike za spomenute sate.

Nastavak ovog rada bi uključivalo i istraživanje utjecaja vrste nastave na razumijevanje gradiva, pomoću testova s konceptualnim zadacima. Učenike bi se podijelilo u dvije skupine: jedna koja bi slušala 'pasivnu' nastavu, i drugu koja bi slušala 'aktivnu' nastavu.



# Bibliografija

- [1] R. R. Hake, *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*, Am. J. Phys. Vol 66, No 1. (1998.), 64 - 74.
- [2] M. A. Kohlmyer, M. D. Caballero, R. Catrambone, R. W. Chabay, L. Ding, M. P. Hagan, M. Jackson Marr, B. A. Sherwood, M. F. Schatz, *Tale of two curricula: The performance of 2000 students in introductory electromagnetism*, PHYS. REV. ST PHYS. EDUC. RES. 5 (2009.), 020105-1 - 020105-10
- [3] D. Tot, *Učeničke kompetencije i suvremena nastava*, Odgojne znanosti, Vol. 12 br. 1 (2010), 65-78.
- [4] M. Matijević, D. Radovanović, *Nastava usmjerena na učenika: prinosi razvoju metodika nastavnih predmeta u srednjim školama*, Školske novine, Zagreb, 2011.
- [5] M. Stevanović, *Metoda recepcije u nastavi*, RS, Tuzla, 1998.
- [6] K. Jeličić, M. Planinić, A. Sušac, K. Matejak Cvenić, *Oblikovanje i priprema istraživački usmjerenog nastavnog sata*, Zbornik radova XIV. hrvatskog simpozija o nastavi fizike, Hrvatsko fizikalno društvo, Zadar, 2019.
- [7] M. Planinić, *Istraživački usmjerena nastava fizike – kako je približiti školskoj zbilji*, Zbornik radova XII. hrvatskog simpozija o nastavi fizike, Hrvatsko fizikalno društvo, Zagreb, 2015.
- [8] M. Fabry, *How the Slinky Sprang Into Stores 70 Years Ago*, Time, November 27 (2015.) <https://time.com/4127170/slinky-70-years/> (siječanj 2021.)
- [9] T. Ivošević, *Istraživačka nastava Fizike*, dostupno na [http://www.ssmb.hr/libraries/0000/8920/Istra\\_iva\\_ka\\_nastava\\_fizike.pdf](http://www.ssmb.hr/libraries/0000/8920/Istra_iva_ka_nastava_fizike.pdf) (studeni 2020.).
- [10] Massachusetts Institute of Technology, *THE SLINKY*, dostupno na <https://web.archive.org/web/20090222210634/http://web.mit.edu/Invent/iow/slinky.html> (siječanj 2021.)

- [11] Ministarstvo znanosti i obrazovanja, *Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Fizike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj*, dostupno na [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_01\\_10\\_210.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_10_210.html) (kolovoz 2020.).
- [12] M. Planinić, *Predavanja iz Metodike nastave fizike 1 i 2*, dostupno na <http://metodika.phy.hr/claroline/claroline/document/document.php?cmd=exChDir&file=%2FU0tSSVBUQQ%3D%3D&cidReset=true&cidReq=MET1N> (studeni 2020.)

# Sažetak

U sklopu ovog diplomskog rada igračke su upotrijebljene u istraživački usmjerenom nastavi fizike u osmom razredu osnovne škole te u prvom razredu gimnazije. Ukupno je održano šest školskih nastavnih sati. Korištenjem vrlo poznatih igračaka (autić sa spustom, klaun koji iskače iz kutije, praćka, slink), kroz demonstracijske i učeničke pokuse, učenicima je pokazana pretvorba energije, zakon očuvanja energije te su uvedeni pojmovi longitudinalnog i transverzalnog vala. Nakon svakog odrađenog sata s igračkama, učenici su dobili izlaznu anketu koju su anonimno ispunili. Anketom se ispitivalo učeničko zadovoljstvo provedenim nastavnim satom. Rezultati ankete obrađeni su frekvencijskom analizom te ukazuju na učeničko zadovoljstvo uporabom igračaka u provedenom nastavnom satu.





# Summary

In this master thesis toys have been implemented as a part of inquiry – based learning of physics in the eight grade of primary school and first grade of high school. There were six lessons held. Pupils were shown energy transformation, law of energy conservation, as well as longitudinal and transverse waves during demonstration experiments and ones made by themselves. For this purpose some quite popular toys (hot wheel car, Jack in the box, slinky and sling) have been used. After each lesson for which toys were used pupils were given an anonymous exit poll. The aim of the poll was to measure the level of students' satisfaction with the given lesson. The results of the poll were obtained through frequency analysis and indicate students' satisfaction with usage of toys during the lesson.



# Životopis

Dana 17. lipnja 1996. rođena sam u Osijeku. Pohađala sam *Osnovnu školu Jagode Truhelke* u Osijeku te 2010. godine upisala prvi razred *Isusovačke klasične gimnazije s pravom javnosti u Osijeku*. Nakon završetka gimnazije, 2014. godine upisujem *Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij Matematika i fizika; smjer: nastavnički*. Na petoj godini studiranja (2020. godine), osvojila sam *Dekanovu nagradu za izvrsnost*.