



**UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU**



Kutija znanja: Eksperimenti za podsticanje naučnog duha

-master rad-

Mentor:

prof. Dr Ivana Bogdanović

Kandidat:

Svjetlana Šašo

Novi Sad, 2024.

Sadržaj

Uvod	4
Mehanika	5
Maksvelovo klatno	5
Jo-Jo	8
Katapult	11
Održavanje ravnoteže	13
Čigra	15
Termodinamika	18
Hidraulična ruka	19
Parni čamac- „Put-Put“	21
Optika	23
Solarni upaljač	23
Prizma	27
Elektronika	30
Automobil na princip hidrolize - “slana baterija“	31
Elektronsko kolo	33
Teslin kalem	35
Aplikacija	38
Korišćenje aplikacije u ulozi učenika	38
Korišćenje aplikacije u ulozi nastavnika	40
Zaključak	43
Literatura	44
Biografija	45

Uvod

Kada nastavnik radi u školi, ono što mu najviše nedostaje u svakodnevnom radu jeste dobijanje tačne povratne informacije od strane učenika. Dok traje čas sve im je jednostavno i jasno, dok rezultati testiranja pokazuju jednu sasvim drugačiju sliku. Takođe, fizika kao nauka je pre svega eksperimentalna, nešto što često biva zanemareno prilikom teorijske ili računske obrade gradiva. U ovom master radu trudila sam se da predstavim rešenje za dva najveća problema u nastavi fizike.

1. Kako na jasan i opipljiv način predstaviti kompleksne prirodne pojave i zakonitosti?
2. Kako dobiti uvid u to koliko učenik razume dato gradivo pre samog zvaničnog testiranja?

”Kutija znanja” predstavlja sveobuhvatnu pokretnu laboratoriju, sa svim potrebnim materijalom za izvođenje ogleda primerenim osnovnoškolskom i srednjoškolskom uzrastu. Ogledi su osmišljeni na takav način da je nastavnička uloga čisto posmatračka a da učenici sami zaključuju i odrađuju date zadatke. Kutija bi trebalo da ih natera razmišljaju van nje, da ih podstakne na smišljanje sopstvenih varijacija eksperimenata. Da ih uči da mere, menjaju varijable, analiziraju podatke i na osnovu datih rezultata dođu do zaključaka. Kutija bi predstavljala njihov pravi uvod u svet naučnika, u svet zaključivanja na osnovu dobijenih rezultata. Sa druge strane, popunjavanjem pitanja na web aplikaciji koja bi pratila Kutiju, nastavnik bi mogao da dobije uvid u to koliko je jasno njegovo predavanje. Na sajtu bi učenici imali priliku da rešavaju zadatke koje bi nastavnik stavljao iz date oblasti, koje bi kasnije davale nastavniku tačan uvid u njihove sposobnosti i razumevanje date teme. Detaljnom analizom i obradom podataka nastavnik bi mogao da vidi tačne oblasti u kojima učenici imaju poteškoće i na osnovu toga bi mogao da menja svoj plan i program kako bi ga prilagodio boljem razumevanju materije. Svaki učenik će imati svoj profil na stranici, a nastavnik će imati tom prilikom prozor u njihovo znanje, bez opterećenja koje nosi ocena. Čitav ovaj rad je urađen sa ulogom nastavnika u prvom planu i razvijanjem ljubavi prema predmetu fizika u osnovnoj i srednjoj školi.

Eksperimenti koje se odrađuju u ovom master radu su osmišljeni na takav način da učenici sami dolaze do zaključaka. Takođe da se podstaknu da sami menjaju uslove eksperimenata i upoređuju različite rezultate. Nema tačnih rezultata, već učenja metodike dobijanja rezultata. Eksperimenti prate plan i program rada nastavnika u osnovnoj i sednjoj školi.

Mehanika

Mehanika je grana fizike koja proučava kretanje i interakciju objekata pod uticajem sila. Delimo je na tri glavna dela:

1. **Kinematika** – proučava samo opis kretanja objekata bez razmatranja sila koje ga uzrokuju. To uključuje brzinu, ubrzanje, pređeni put i vreme.
2. **Dinamika** – proučava uzroke kretanja, odnosno kako sile deluju na objekte i menjaju njihovo kretanje (primenjuje se Newtonov zakon sile: $F=ma$).
3. **Statika** – bavi se objektima koji su u ravnoteži, tj. koji se ne kreću ili se kreću konstantnom brzinom jer su sile koje deluju na njih izbalansirane.

Maksvelovo klatno

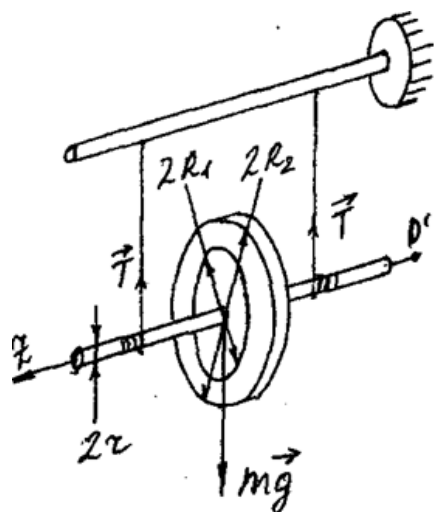


Рис. I.

Uzrast: Srednja škola – prvi razred, dinamika kretanja rotacionog tela, zakoni održanja

Standardi: 2.FI.2.1.5., 2 FI.2.1.6.

Cilj: Ovaj eksperiment jasno pokazuje očuvanje energije i kako se potencijalna energija pretvara u kinetičku energiju i obratno, odrediti moment inercije diska Maksvelovog klatna (teorijski i eksperimentalno)

Oprema: Maksvelovo klatno (točak sa osovinom pričvršćenom na oba kraja), dve čvrste niti ili konopci iste

dužine, postolje ili okvir za pričvršćivanje niti (može biti bilo koja stabilna struktura, poput stalka za eksperimentisanje ili dve visoke površine), metar ili lenjir za merenje visine, hronometar ili štoperica (opcionally, za merenje vremena oscilacija).

Postupak:

Kako bi odredili moment inercije datog točka teorijskim putem koristimo formulu: $I = MR^2/2$, pri čemu su nam poznati masa točka i poluprečnik točka. Uporediti ovako dobijeni moment inercije sa momentom inercije koji se računa po formuli: $I = T^2 MgL/4\pi^2$, pri čemu period T merimo štopericom, dužinu konopca L sa lenjirom, a masa M nam je data. Crtamo grafik kretanja točka - pomeraj, donosimo zaključke na osnovu grafika.



Pitanja:

1. Koji oblici energije su prisutni tokom kretanja Maksvelovog točka?

- **Zaključak:** Učenici bi trebalo da prepoznaju da se potencijalna energija na početku konvertuje u kinetičku energiju rotacije i translacije. Kako točak osciluje, energija se konvertuje između ta dva oblika dok ne bude izgubljena zbog trenja i refleksionih gubitaka.

2. Kako se potencijalna energija menja tokom oscilacija?

- **Zaključak:** Potencijalna energija je najveća u najvišoj tački kretanja, kada točak prestaje da se kreće prema gore, a najmanja u najnižoj tački, gde se energija pretvara u kinetičku.

3. Šta se dešava sa kinetičkom energijom kada se točak usporava? Zašto se točak na kraju zaustavlja?

- **Zaključak:** Učenici treba da shvate da se energija postepeno gubi zbog trenja u nitima, vazdušnog otpora i refleksionih gubitaka, što dovodi do usporavanja i na kraju zaustavljanja točka.

4. Kako možete izračunati moment inercije Maksvelovog točka koristeći podatke iz eksperimenta?

- **Zaključak:** Učenici bi trebalo da razumeju da se moment inercije može izračunati na osnovu merenja perioda oscilacija i primenom formula koje povezuju period sa momentom inercije.

5. Kako bi izgledao grafikon visine točka u odnosu na vreme? Kako se amplituda menja tokom vremena?

- **Zaključak:** Očekuje se da učenici primete da amplituda oscilacija opada s vremenom, što je posledica gubitka energije.

6. Zašto oscilacije postaju ređe (manje učestale) s vremenom?

- **Zaključak:** Postupnim gubitkom energije, točak osciluje sporije, što produžava period svake naredne oscilacije.

7. Kako biste mogli smanjiti gubitke energije u ovom eksperimentu?

- **Zaključak:** Učenici mogu predložiti načine poput smanjenja trenja u nitima, korišćenja tanjih niti, podmazivanja osovine točka, itd.

Teorija

Maksvelovo klatno je homogen disk postavljen na cilindrično vratilo: centri mase diska i osovine leže na osi rotacije. Na osovini poluprečnika r namotane su niti čiji su krajevi pričvršćeni na nosač. Prilikom odmotavanja niti, Maksvelovo klatno pravi kretanje u ravni (sve tačke se kreću u paralelnim ravnima). Kretanje klatna može se predstaviti kao zbir dvaju kretanja - translacijskog kretanja centra mase duž ose OY , brzinom v i rotaciono kretanje sa ugaonom brzinom ω oko ose $O'Z$ prolazeći kroz centar mase klatna. Kako se kreće, potencijalna energija se pretvara u kinetičku energiju rotirajućeg točka. Kada se niti potpuno odmotavaju, one počinju da se namotavaju u suprotnom smeru i točak se podiže, pri čemu se kinetička energija ponovo pretvara u potencijalnu energiju. Zatim se točak ponovo spušta i podiže sve dok se potencijalna energija dobijena iz početne visine točka potpuno ne izgubi zbog refleksionih gubitaka (kada se točak kreće i menja smer, deo energije se gubi zbog neidealnih uslova, kao što su savijanje niti, trenje u osovini, i vibracije) i trenja.

Jo-Jo

Slično kao Maksvelovo klatno, igračka jo-jo nam može pokazati zakon očuvanja energije i pokazati kako se potencijalna energija pretvara u kinetičku i obrnuto. Ono šta je ovde glavna razlika jeste i sam pristup radu eksperimenta.

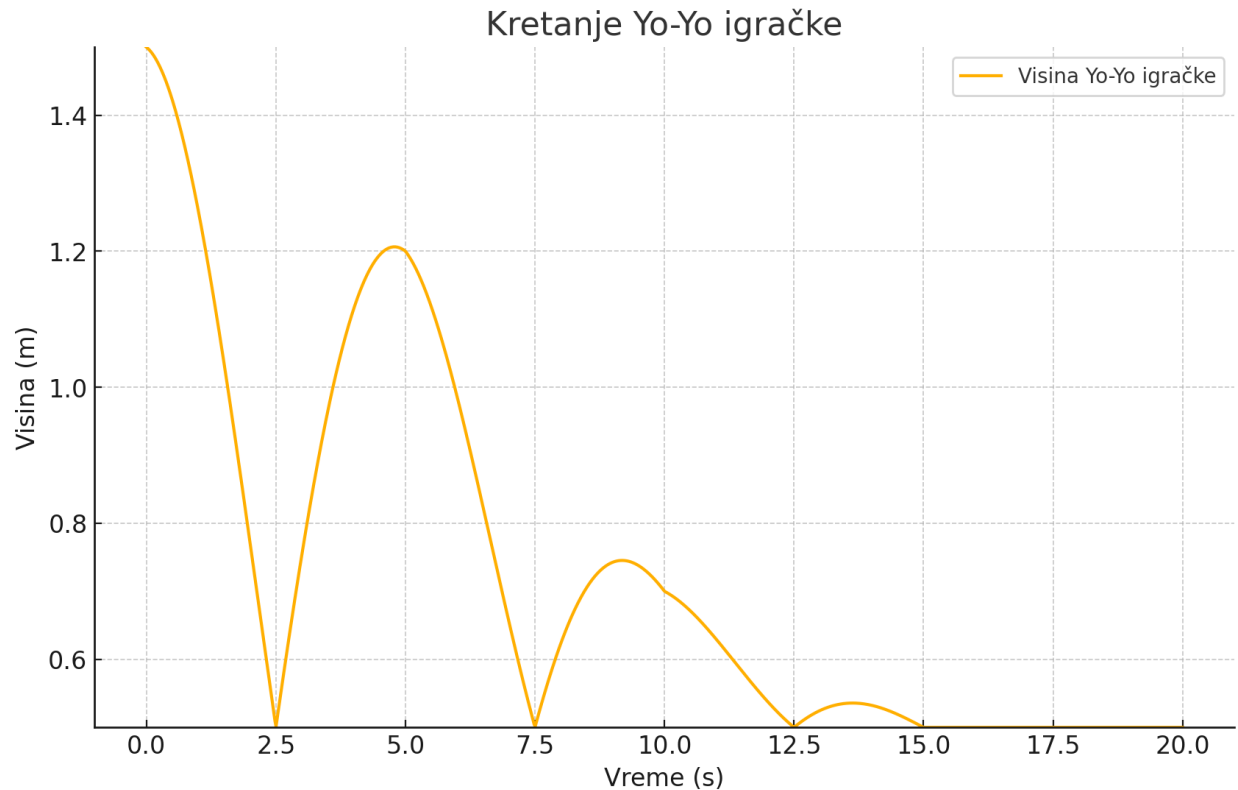
Uzrast: Šesti razred - oblast 'Sila', sedmi razred – oblast 'Mehanički rad, energija i sila'

Standardi : FI1.4.3, FI.2.1.2., FI.2.4.1., FI.2.4.2., FI.2.4.3., FI.2.6.1., FI.2.6.2., FI.2.5.1. GI.2.5.2. FI.2.5.3. FI.3.5.1.

Cilj: pokazati kako se potencijalna energija pretvara u kinetičku, vežbati crtanje grafika

Materijal: igračka jo-jo, metar, telefon (za snimanje)

Postupak: nalepeti metar od papira na zid. Stati pored metra i odrediti tačno sa koje visine puštamo igračku. Snimiti video kako bi videli do koje visine se tačno spušta igračka i kako bi nam dala tačno vreme trajanja oscilacija. Analizirati snimak. Nacrtati grafik zavisnosti visine od vremena.



Pitanja:

- Šta se dešava ako povučemo konopac dok jo jo pada, a šta ako ga pustimo da se sam vrti?

Dok jo-jo dostiže najnižu tačku, povlačenjem konopca ka sebi dodaješ dodatnu energiju. Ovo povlačenje ubrzava jo-jo i omogućava mu da se popne više nego što bi inače mogao. Tako povećavaš kinetičku energiju koja se kasnije pretvara u potencijalnu energiju kada jo-jo dosegne višu tačku. Ako ga pustimo da se sam vrti, nakon kratkog vremena će prestati.

- Šta su uzroci usporavanja jo-jo igračke?

Trenje unutar konopca i osovine, otpor vazduha, mehanička energija se pretvara u toplotu (usled trenja) i zvuk.

Teorija:

Kada držiš jo-jo na visini, on poseduje **potencijalnu energiju** zbog svoje pozicije u gravitacionom polju Zemlje.

Potencijalna energija se može izračunati pomoću formule:

$$E_p = mgh$$

gde je:

- E_p potencijalna energija
- m masa jo-jo igračke,
- g , gravitaciono ubrzanje ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- h visina na kojoj držimo igračku

Kada se jo-jo pusti, ta potencijalna energija se pretvara u **kinetičku energiju**, koja ima dva oblika:

- **Translaciona kinetička energija** zbog njegovog kretanja prema dole: $E_k = mv^2/2$ gde je v brzina jo-jo igračke.
- **Rotaciona kinetička energija** zbog njegovog okretanja: $E_r = I\omega^2/2$
 - I moment inercije jo-jo igračke,
 - ω ugaona brzina (brzina rotacije).

Tokom spuštanja, ukupna mehanička energija jo-joa (potencijalna + kinetička) ostaje **konstantna** (u idealnim uslovima bez trenja). Potencijalna energija se smanjuje, dok se kinetička energija povećava kako jo-jo ubrzava i rotira.

Kada jo-jo rotira, na njega deluje **moment sile**. Moment inercije opisuje kako je masa raspoređena u odnosu na osu rotacije. Veći moment inercije znači da je teže ubrzati rotaciju. Jo-jo se ponaša kao **točak sa osovinom**, gde rotacija na osovini pokreće kretanje navoja konopca. Kada jo-jo dostigne najnižu tačku, konopac se počinje namotavati na osovinu, pretvarajući rotacionu energiju ponovo u translacionu energiju. Ovo omogućava da se jo-jo vraća nazad ka tvojoj ruci.

Međutim, zbog trenja u osovini i otpora vazduha, deo energije se gubi, što uzrokuje da jo-jo vremenom stane. Prema zakonu očuvanja energije, energija jo-jo igračke se ne uništava, već se samo transformiše iz jednog oblika u drugi. Mehanička energija se gubi zbog trenja i pretvara se u toplotnu energiju i malo zvuka.

Katapult

Uzrast: prvi razred srenje škole, sedmi razred osnovne škole

Cilj: da se shvate pojmovi fizike kao što su sila, energija, rad poluge

Oprema: drvena konstrukcija, uglomer, metar, teg, elastična gumica

Standardi: FI.1.4.3, FI.2.1.2., FI.2.4.1., FI.2.4.2., FI.2.4.3., FI.2.6.1., FI.2.6.2.

Postupak:

Učenici će nakon izgradnje jednostavnog katapulta eksperimentu pristupiti na različite načine, menjajući prvo masu tega koji se ispaljuje, a zatim i menjajući ugao pod kojim se teg ispaljuje, u ovom slučaju teg je konstantne mase. Crtaju različite grafike:

1. Domet projektila u zavisnosti od mase projektila:

- **X-osa:** Težina projektila (u gramima ili kao kategorije: laka, srednja, teška).
- **Y-osa:** Domet projektila (udaljenost).
- **Grafik:** Prikazuje kako različite težine projektila utiču na domet.

2. Visina luka projektila u zavisnosti od ugla ispaljivanja:

- **X-osa:** Ugao ispaljivanja (stepeni, npr. 30°, 45°, 60°).
- **Y-osa:** Visina luka (maksimalna visina koju projektil dostigne).
- **Grafik:** Prikazuje kako promena ugla ispaljivanja menja visinu luka i potencijalno domet.

Pitanja:

- Koji je najbolji ugao za ispaljivanje kako bi se postigla najveća visina ili najdalji domet?
- Da li postoji optimalna masa projektila za maksimalni domet?
- Koji faktor najviše utiče na domet?

Teorija:

Katapult je primer **poluge**, jednostavne mašine. Katapult ima tri osnovna dela:

Tačka oslonca (fulkrum):

To je mesto gde je ruka katapulta pričvršćena za bazu. U našem slučaju, to je mesto gde je ruka katapulta zglobno povezana sa osnovom, omogućavajući joj da se okreće. Tačka oslonca je ključna jer određuje kako će se ruka katapulta pomerati.

1. Teret (projektil):

Teret je ono što pokušavamo da pomerimo – u ovom slučaju, projektil (kuglica, papirna loptica itd.) koji katapult baca. Što je teret lakši, katapult će ga dalje baciti, jer je potrebna manja sila da bi ga pokrenuo.

2. Sila:

Sila u katapultu dolazi iz napetosti elastične trake. Kada povučemo ruku katapulta unazad, elastična traka se rasteže, stvarajući napetost. Zatim elastična sila pokreće ruku katapulta i izbacuje projektil.

U fizici, postoje tri vrste poluga, a katapult je primer poluge treće vrste.

- Poluga prve vrste: tačka oslonca je između sile i tereta, primer je klackalica
- Poluga druge vrste: teret je između sile i tačke oslonca, primer su kolica za prevoz tereta
- Poluga treće vrste: sila se primenjuje između tačke oslonca i tereta, primer je katapult

Moment sile je proizvod sile i najkraćeg rastojanja napadne tačke sile od tačke oslonca. U katapultu, moment sile zavisi od dužine ruke katapulta i sile koja se primenjuje povlačenjem elastične trake. Što je ruka katapulta duža ili što je veća sila, to će moment sile biti veći, što će rezultirati snažnijim i dalje ispaljenim projektilom. Zakon očuvanja energije kaže da energija ne može nestati, već se samo menja iz jednog oblika u drugi. U našem katapultu, potencijalna energija elastične trake se pretvara u kinetičku energiju projektila kada se ruka katapulta pusti. Pre ispaljivanja, ruka je zategnuta i katapult ima potencijalnu energiju, tokom ispaljivanja potencijalna energija prelazi u kinetičku i projektil počinje da se kreće.

Održavanje ravnoteže

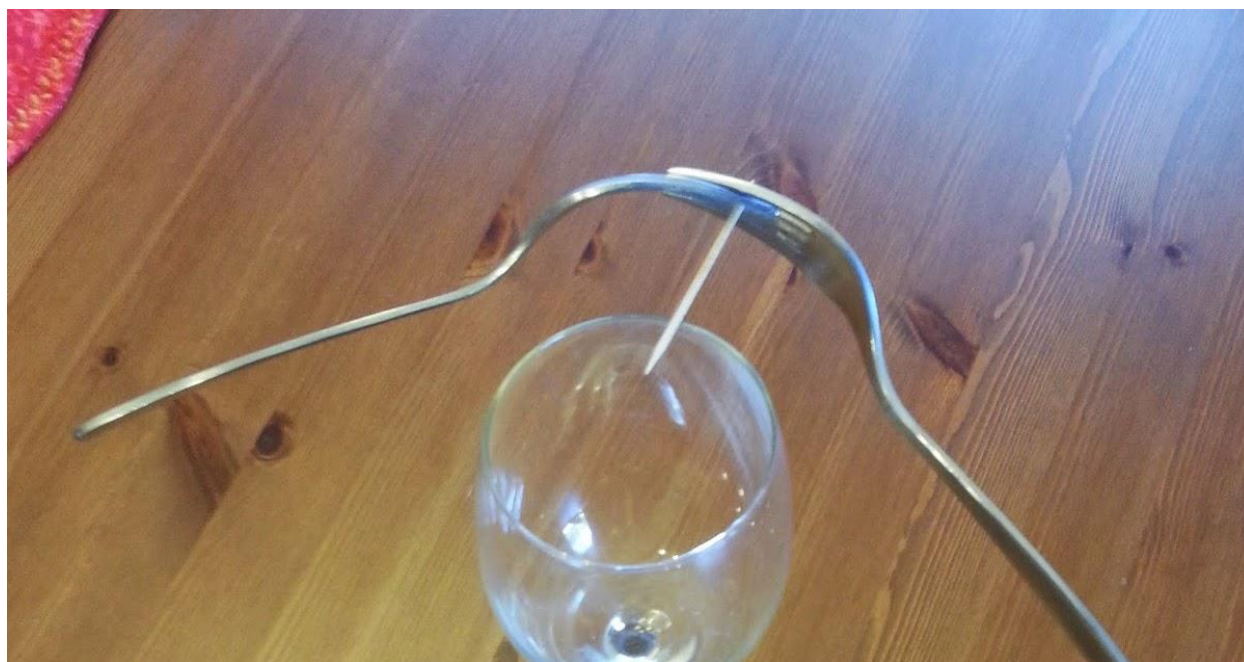
Uzrast: sedmi razred osnovne škole

Cilj: Cilj ovog eksperimenta je pokazati koncept centra mase i kako se može postići stabilnost u ravnoteži, čak i kada sistem izgleda nestabilno.

Standardi: FI.1.4.3, FI.2.1.2., FI.2.4.1

Materijal: dve viljuške iste veličine, jedna čačkalica, staklena čaša (najbolje sa tankim rubom)

Postupak: Uzmi dve viljuške i postavi ih tako da su im zubići okrenuti ka spolja, a ručke jedna prema drugoj. Zakači zubiće viljuški da se spoje, tako da izgledaju kao da formiraju jedan komad u obliku slova "V". Provući čačkalicu kroz spoj viljuški, tako da je čačkalica pod uglom i viri izvan viljuški. Najbolje je da viljuške balansiraju na delu čačkalice bliže vrhu. Postavi slobodan kraj čačkalice na ivicu čaše tako da viljuške vise sa strane. Trik je da pronadeš tačku ravnoteže – verovatno ćeš morati malo da pomeraš viljuške dok ne nađeš idealnu poziciju.



Pitanja:

1. Kako bi izgledalo ako bismo koristili kašike umesto viljuški? Da li bi rezultat bio isti?

- Cilj: Razviti razmišljanje o obliku i distribuciji mase kod različitih predmeta.

2. Šta bi se desilo ako bismo pomerili čačalicu bliže vrhu viljuški? Da li bi ostale u ravnoteži?

- Cilj: Osvestiti da promena položaja oslonca može destabilizovati sistem.

3. Da li viljuške mogu da balansiraju na čaši ako su različite veličine? Šta mislite zašto?

- Cilj: Učenici treba da zaključie da simetrična raspodela težine pomaže održavanju ravnoteže.

4. Gde se nalazi centar mase viljuški kada su one spojene i balansiraju na čaši?

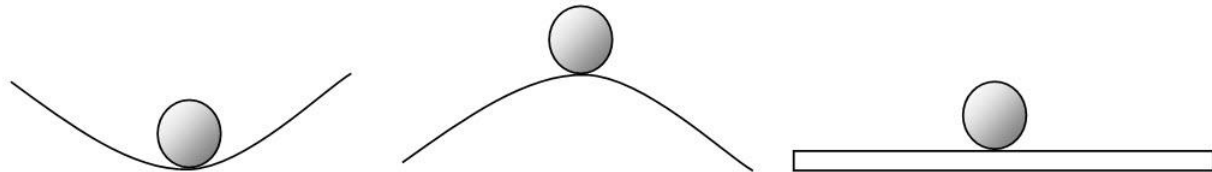
- Cilj: Razumevanje koncepta centra mase.

5. Kako bi sistem reagovao ako bi čaša imala zakrivljene ivice? Kako bi promena oblika tačke oslonca uticala na ravnotežu?

Cilj: Razmišljanje o uticaju tačke kontakta na ravnotežu sistema

Teorija

Ravnoteža je stanje u kojem se sile koje deluju na objekat međusobno poništavaju, omogućavajući objektu da ostane u stabilnom položaju. Postoje tri vrste ravnoteže:



1. **Stabilna ravnoteža:** Objekat se, nakon malog pomeranja, vraća u prvobitni položaj (npr. lopta u dolini).
2. **Nestabilna ravnoteža (labilna):** Objekat nakon pomeranja ne može da se vrati u prvobitni položaj (npr. lopta na vrhu brda).
3. **Neutralna ravnoteža (indifirentna):** Objekat se zadržava u novom položaju nakon pomeranja, ali ne vraća se u stari (npr. lopta na ravnoj površini).

Centar mase je tačka u kojoj se može zamisliti da je koncentrisana ukupna masa objekta. Pa ako sistem nije podržan u svom centru mase, on će se prevrnuti. Međutim, ako centar mase ostane direktno iznad tačke oslonca, sistem će biti u ravnoteži.

Kod eksperimenta sa viljuškama i čačkalicom, centar mase nije tačno u sredini viljuški, već negde ispod tačke gde čačkalica dodiruje čašu. To omogućava viljuškama da deluju kao poluga i ostaju stabilne uprkos prividnoj nestabilnosti.

Isto može da se demonstrira i igračkama poput plastične ptice koja može da balansira kljunom naslonjenim u jednoj tački, na primer na prstu, ivici stola ili nosača. To je moguće zahvaljujući njenom obliku i odgovarajućoj raspodeli mase.

Čigra

Uzrast: osnovna i srednja škola

Cilj: razumevanje očuvanja momenta impulsa i pojave precesije

Materijal: papir, olovka, šmirgl papir, tkanina, parče stakla ili plastike, makaze

Standardi: FI.1.4.3, FI.2.1.2, FI.2.4.3

Postupak:

Izreži krugove od papira, sa prečnikom od 5cm, 10cm i 15cm. Olovkom probuši rupu u centru kruga i ostavi olovku kao osovinu čigre. Postavi različite površine na sto, materijale koje su hrapavi na različitim nivoima (staklo, papir i parče tkanine). Učenici mogu istražiti kako raspodela mase utiče na rotaciju jednostavnim pomeranjem kartona po olovci.

Pitanja:

- **Kako izgleda čigra pre nego što je zavrtiš?**

Cilj: Podstaknuti decu da posmatraju oblik i stabilnost čigre pre nego što je zavrtite.

- **Šta misliš, zašto čigra ostaje uspravna dok se vrti?**

Cilj: Uvesti koncept očuvanja momenta impulsa.

- **Zašto čigra počinje da se naginje dok se usporava?**

Cilj: Objasniti uticaj trenja i gravitacije na precesiju.

- **Zašto se čigra nikada ne okreće večno?**

Cilj: Uvesti pojmove trenja sa podlogom i otpora vazduha.

- **Šta se dešava sa čigrom ako je zavrtiš brže? Da li duže ostaje stabilna?**

Cilj: Deca mogu da primete vezu između brzine rotacije i stabilnosti čigre.

- **Kako misliš da trenje utiče na trajanje rotacije čigre?**

Cilj: Podstaci razmišljanje o gubicima energije tokom rotacije.

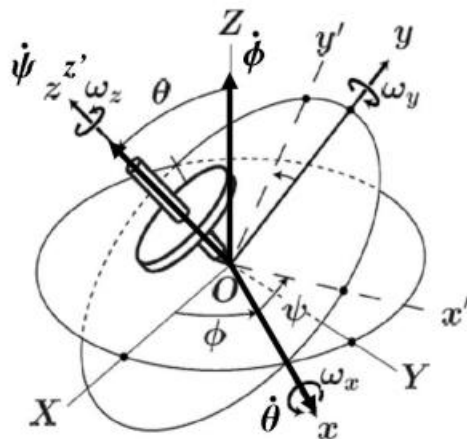
- **Zašto se čigra drugačije ponaša kada je blizu kraja rotacije u poređenju sa početkom?**

Cilj: Objasniti razlike u dinamici rotacije pri visokoj i niskoj brzini.

Teorija:

Čigra, ili zvrk, funkcioniše na principima fizike koji uključuju očuvanje momenta impulsa i pojavu poznatu kao precesija.

Kada čigra počne da se vrti, ona stvara moment impulsa, što znači da se rotaciona energija stabilizuje njenu rotaciju. Čigra nastavlja da se okreće oko svoje ose zahvaljujući zakonu, koji kaže da će rotirajući objekat nastaviti da rotira sve dok na njega ne deluje neka spoljašnja sila, poput trenja ili gravitacije. U idealnim uslovima, čigra bi se mogla okretati beskonačno dugo, ali u stvarnosti, trenje sa podlogom i otpor vazduha postepeno usporavaju rotaciju. Kako rotacija čigre počinje da se usporava zbog trenja, gravitacija delujući na njen centar mase izaziva

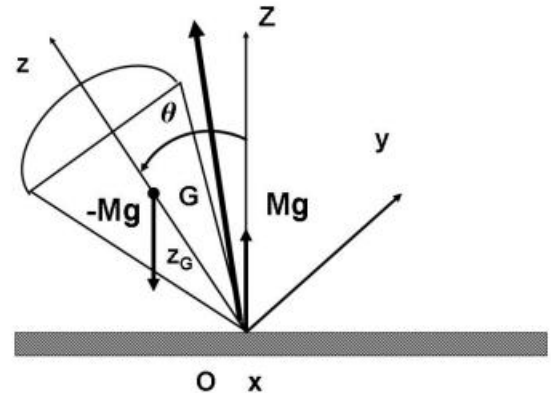


postepeni gubitak stabilnosti. Umesto da odmah padne, čigra počinje da se naginje i rotira oko svoje uspravno postavljene ose. Ova pojava se naziva **precesija**, i ona omogućava čigri da održi stabilnost još neko vreme pre nego što se potpuno zaustavi i sruši.

Kako funkcioniše precesija:

1. **Moment impulsa:** Kada čigra rotira, ona stvara ugaoni moment impulsa. Moment impulsa definiše koliko brzo i u kom smeru objekat rotira. On je vektor, što znači da ima i veličinu i pravac i smer, a čigra će se ponašati tako da pokušava da očuva ovaj moment impulsa.
2. **Gravitacija i moment sile (torque):** Kada čigra nije savršeno vertikalna, gravitacija stvara moment sile koji deluje na njen centar mase. Ovaj moment vuče čigru ka zemlji, ali umesto da čigra odmah padne, moment sile stvara precesiju, što je rotacija ose same čigre. Umesto da se nagne i odmah padne, osa čigre počinje da pravi kružne pokrete oko vertikalne ose.
3. **Očuvanje momenta impulsa:** Precesija je rezultat očuvanja momenta impulsa. Zbog toga što gravitacija stvara bočni moment sile, osa čigre se polako pomera, ali moment impulsa "odlaže" pad čigre.
4. **Brzina precesije:** Brzina precesije zavisi od brzine rotacije čigre i veličine gravitacionog momenta sile. Što čigra brže rotira, precesija će biti sporija. Kada čigra uspori, precesija postaje izraženija, dok na kraju ne prestane da se okreće, što dovodi do pada čigre.

U suštini, precesija je mehanizam kojim čigra ili bilo koji drugi rotirajući objekat odlaže pad, stabilizujući se uprkos gravitaciji, zahvaljujući očuvanju momenta impulsa i interakciji sa spoljašnjim silama poput gravitacije.



Termodinamika

Termodinamika je oblast fizike koja proučava energiju, toplinu i rad, kao i zakone koji upravljaju njihovom transformacijom. Ključni aspekt termodinamike je razumevanje kako se energija prenosi između sistema i okoline i kako utiče na fizičke osobine materije. Postoje četiri osnovna zakona termodinamike:

1. **Nulti zakon termodinamike** – Ako su dva sistema u termičkoj ravnoteži sa trećim sistemom, oni su u ravnoteži i međusobno. Ovo definiše temperaturu kao veličinu koja omogućava termičku ravnotežu.
2. **Prvi zakon termodinamike** – Zakon očuvanja energije. Energija se ne može stvoriti niti uništiti, već samo transformisati iz jednog oblika u drugi. U matematičkom smislu: promena unutrašnje energije sistema jednaka je dodatoj toploti umanjenoj za rad koji sistem izvrši
3. **Drugi zakon termodinamike** – Entropija, koja je mera nereda u sistemu, uvek raste u zatvorenom sistemu. Ovaj zakon ukazuje na to da procesi u prirodi teže ka povećanju entropije i nereda, čime se ograničava efikasnost pretvaranja toplote u rad.
4. **Treći zakon termodinamike** – Kako se temperatura sistema približava apsolutnoj nuli (0 K), entropija sistema teži minimumu, ali apsolutna nula se ne može dostići u praksi.

Termodinamika je ključna za razumevanje procesa poput sagorevanja, rashladnih sistema, rada motora, pa čak i širenja svemira.

Hidraulična ruka

Uzrast: Osnovna škola – šesti razred

Standardi: FI.2.4.1., FI.2.4.2., FI.2.4.3

Cilj: Dokazivanje Paskalovog zakona

Oprema: dva šprica (bez igle), drvena ruka, tanko crevo, voda

Postupak: Napunite veći špric sa vodom i zakačite ga tako da je povezan sa manjim preko plastične cevčice. Pritisnite špric i posmatrajte kako se ruka zatvara, zatim ga opustite i posmatrajte kako se ruka otvara.



Pitanja:

1. Kako bi se sistem promenio ako bi koristili ulje umesto vode?

- Cilj: Diskusija o viskoznosti različitih tečnosti i njihovom uticaju na sistem.

2. Kako bi mogli poboljšati dizajn ove ruke da podiže teže objekte?

- Cilj: Razvijanje kreativnosti i inženjerskog razmišljanja kod učenika.

3. Šta misliš, zašto Paskalov zakon funkcioniše samo u zatvorenim sistemima?

- Cilj: Povezivanje teorije sa osnovnim principima zatvorenih hidrauličkih sistema.

4. Šta se dešava kada pritisnemo jedan špric?

- Cilj: Da učenici razumeju prenos pritiska kroz tečnost u hidrauličkom sistemu.

5. Zašto misliš da manji špric proizvodi manju silu?

- Cilj: Učenici će moći da objasne kako veća površina klipa u većem špricu može proizvesti veću ukupnu silu.

6. Kako hidraulička ruka može da bude korisna u stvarnom svetu?

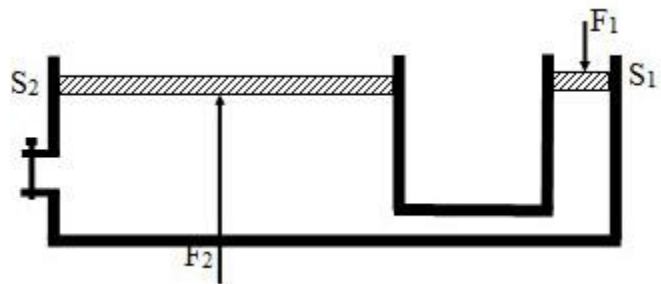
- Cilj: Povezivanje eksperimenta sa stvarnim primenama, kao što su rad mašina, bageri, dizalice i kočioni sistemi.

Teorija:

Eksperiment demonstrira **Paskalov zakon**, koji kaže da pritisak unutar zatvorenog sistema tečnosti ostaje konstantan i prenosi se ravnomerno u svim pravcima. Kada pritisnete jedan špric, tečnost unutar sistema prenosi pritisak na drugi špric, izazivajući njegov pokret. Ovo je osnovni princip hidraulike. Eksperiment demonstrira koliko efikasno tečnost može preneti silu i pokret, omogućavajući preciznu kontrolu i velike snage sa malim naporom.

Formula za Paskalov zakon glasi:

$$P = \frac{F}{A}$$



- ***P*** pritisak (izražen u paskalima, Pa),
- ***F*** sila (izražena u njutnima, N),
- ***A*** površina na koju se primenjuje sila (u kvadratnim metrima, m²)

Ako primenite silu na jedan deo fluida, pritisak koji se stvara na tom mestu biće isti na svim tačkama unutar fluida, bez obzira na oblik sistema ili njegov položaj.

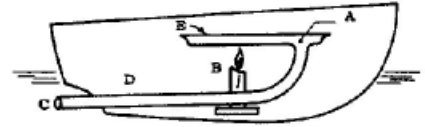
Primena u svakodnevnom životu:

- **Automobilske kočnice:** Kada pritisnete kočnicu u automobilu, tečnost u kočionom sistemu (koji je zatvoren) prenosi pritisak ravnomerno do svih točkova.
- **Hidraulične dizalice:** Dizalice koje koriste tečnost za podizanje velikih tereta funkcionišu tako što mala sila na jednom kraju sistema uzrokuje veći pritisak i podiže velike težine na drugom kraju.

Parni čamac- „Put-Put“

Uzrast: sedmi razred

Cilj: Shvatanje principa Trećeg Njutnovog zakona, isparavanje, pritisak, potisak



Standardi: 2FI.2.2.2

Materijal: sveća, mali metalni brodić, cevčica za punjenje (pipeta), posuda sa vodom

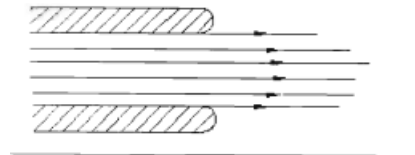
Postupak:

Na početku napuniti cevi ispod brodića sa vodom, zatim staviti sveću ispod glavnog bojlera (mala teglica sa vodom). Upaliti sveću i čekati da se voda dovoljno zagreje kako bi se brodić pokrenuo. Objasniti šta se dešava.

Pitanja:

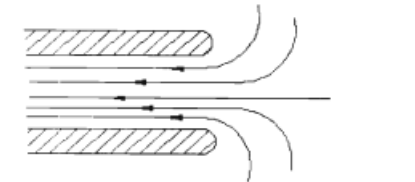
1. Ako je količina vode koju čamac primi i otpusti ista, zašto čamac ne osciluje samo levo-desno, zašto ide napred?

Zaključak Zbog razlike u brzinama fluida , onog koji ulazi u cev i onog fluida koji izlazi iz cevi.



2. Zašto brodić proizvodi svoj prepoznatljivi put-put zvuk?

Zaključak: Kada se para nastala zagrevanjem cevčica ponovo vrati u svoj tečni oblik, namesti se mali vakuum u cevima. Zidovi bojlera se onda malo skupe i ponovo kasnije šire. To je uzrok tog zvuka.



3. Kako toplota sveće utiče na kretanje brodića?

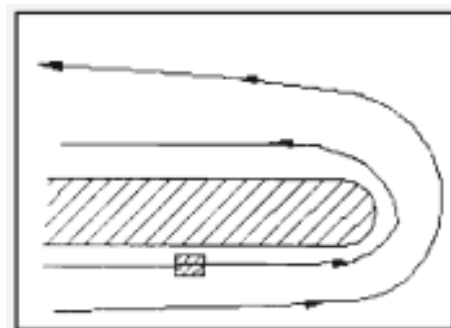
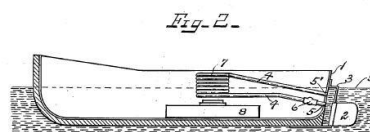
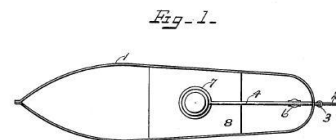
Zaključak: Sveća zagrejava vodu, pretvara je u paru, para se kasnije kondenzuje i izlazi iz brodića.

Teorija:

Cevi i kotao se pune vodom. Zatim, sveća zagreva vodu i pretvara je u paru, koja izlazi kroz izduvne cevi. Kada se komora isprazni, čamac se pokreće napred zahvaljujući izduvavanju pare, stvarajući mali sistem negativnog pritiska u kotlu. To zatim uvlači vodu nazad kroz izduvne cevi, voda se zagreva, isparava i ponovo izbacuje. Ovaj ciklus uvlačenja i izbacivanja u malim naletima pokreće čamac da se stalno kreće napred, dok voda ulazi i para izlazi, stvarajući efekat "put-put"! Kada se kotao zagreva, para se širi i izbacuje vodu iz cevi, što pokreće čamac i stvara zvuk "pop". Nakon što pritisak opadne, voda se vraća u kotao i ciklus se ponavlja. Previše vazduha u kotlu može prekinuti ovaj proces jer sprečava stvaranje pare. Rad čamca na principu "pop-pop" može delovati iznenađujuće, jer bi se moglo očekivati da će se čamac samo tresti napred-nazad ako voda ide unutra i napolje kroz izduvnu cev. Međutim, kada se voda izbacuje, ona nosi svoj impuls, koji mora biti uravnotežen (prema trećem Njutnovom zakonu) suprotnim impulsom čamca. Voda koja se uvlači brzo udara u unutrašnjost kotla i prenosi svoj impuls na čamac. Početna sila koja bi povukla čamac unazad se time poništava, jer voda kada udari unutar kotla gura čamac napred. Kao rezultat, uvlačenje vode ne stvara primetnu silu na čamac.

Neki autori tvrde da čamac radi zato što voda koja izlazi iz čamca formira uski mlaz, dok se voda koja se uvlači tokom drugog dela ciklusa povlači iz svih pravaca. Ova asimetrija se može uporediti sa duvanjem sveće: lako je ugasiti sveću duvanjem, jer vazduh koji se izbacuje kreće se u koncentrisanom pravcu, dok je mnogo teže ugasiti plamen uvlačenjem vazduha, jer on dolazi iz svih pravaca. Iako je

tačna, ova opservacija nije ključni razlog zbog kog se čamac kreće napred. Asimetrija između uvlačenja i izbacivanja posledica je viskoznosti vode, dok bi čamac mogao da funkcioniše i u idealnom fluidu. Kada prolaze kroz izduvne cevi, voda koja ulazi i voda koja izlazi nose isti impuls (u suprotnim pravcima) u odnosu na čamac. Razlika je u tome što se impuls izlazne vode izbacuje, dok se impuls ulazne vode prenosi na čamac.



Optika

Optika je grana fizike koja proučava svetlost, njeno ponašanje i interakciju sa materijom. To obuhvata proučavanje kako se svetlost propagira, reflektuje, prelama, raspršuje i apsorbuje. Postoje dve osnovne grane optike:

1. **Geometrijska optika** – zasniva se na ideji da svetlost putuje u pravim linijama (zakovima). Proučava pojave kao što su refleksija (odbijanje svetlosti od površine) i refrakcija (prelamanje svetlosti kada prelazi iz jednog medijuma u drugi, npr. iz vazduha u vodu).
2. **Talasna optika** – bavi se svetlošću kao talasom i proučava fenomene kao što su interferencija (kada se dva talasa sudare i kombinuju), difrakcija (savijanje svetlosti oko prepreka) i polarizacija (orijentacija talasa svetlosti).

Optika se bavi i prirodom svetlosti, koja može imati svojstva i talasa i čestica, prema teoriji kvantne optike (dualnost talas-čestica).

Optika je ključna za mnoge tehnologije kao što su mikroskopi, teleskopi, kamere, naočare i laseri. Takođe je osnovna za razumevanje prirodnih pojava poput duge, prelamanja svetlosti prilikom prolaska kroz prizmu, i boja neba.

Solarni upaljač

Uzrast: Osmi razred – oblast 'Svetlosne pojave'

Standardi : FI.2.7.2, FI.2.7.3, FI3.2.5, FI.3.2.6., FI. 3.7.1

Cilji: upoznati se sa osobinama konkavnog ogledala i pokazati transformaciju energije (svetlosne u toplotnu). Eksperiment pokazuje kako se sunčeva energija (svetlosna energija) može koncentrisati i pretvoriti u toplotnu energiju. Ogledalo (posebno konkavno ogledalo) može

fokusirati paralelne sunčeve zrake u jednu tačku, povećavajući intenzitet svetlosti i toplote u toj tački. Kada se sunčevi zraci fokusiraju na malu površinu pomoću ogledala, oni mogu proizvesti dovoljno toplotne energije da zagreju žicu do te mere da može zapaliti materijal. Koristeći ogledalo za fokusiranje sunčeve svetlosti, možeš zapaliti papir ili travu, što pokazuje kako sunčeva energija može biti korisna u svakodnevnom životu, npr. u situacijama preživljavanja gde je potrebno napraviti vatru bez uobičajenih sredstava. Isto tako eksperiment može pokazati koliko opasno može biti ostaviti staklenu flašu ili bilo kakvu reflektujuću površinu iza sebe, pogotovo u vreme kad je opasnost od šumskih požara povećana.

Oprema: ogledalo, žica, papir ili suva trava, sunčan dan

Postupak: Postavi ogledalo na držač pod uglom tako da može da fokusira sunčeve zrake u jednu tačku. Postavi žicu u fokalnu tačku koju stvara ogledalo. Kada je žica dovoljno zagrejana, postavi papir ili travu u kontakt sa žicom. Trebalo bi da vidiš dim, a zatim i da materijal počne da gori.



Pitanja:

- Šta bi se dogodilo ako bi koristili različitu vrstu ogledala (ravno, konkavno, konveksno)?
- Kako se sunčeva energija pretvara u toplotnu energiju u ovom eksperimentu?
- Koju ulogu ima ogledalo u ovom eksperimentu?
- Kako funkcioniše solarni upaljač?
- Kakvi bi rezultati bili ujutru, u podne ili popodne?
- Podela sfernih ogledala. (Nacrtaj slike i objasni.)
- Elementi sfernih ogledala. (Nacrtaj slike i objasni.)

Teorija:

$$\pm \frac{1}{f} = \frac{1}{p} \pm \frac{1}{l}$$

+ se koristi kod konkavnih (udubljenih) ogledala

+ se koristi kod relanih (stvarnih) likova

- se koristi kod konveksnih (ispupčenih) ogledala

- se koristi kod imaginarnih (nestvarnih) likova

Kod konkavnih (udubljenih) ogledala

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l} \quad \text{Kada je lik realan} \quad p > f$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{l} \quad \text{Kada je lik imaginaran} \quad p < f$$

Kod konveksnih (ispupčenih) ogledala

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{l}$$

Jednačina sfernog ogledala je matematička definicija kojom je određen odnos žižne daljine, daljine predmeta i daljine lika. Uvećanje ili umanjeње (u) lika u sfernim ogledalima su određeni odnosom daljine lika (l) i daljine predmeta (p): $u = l/p$.

Sferna ogledala su ogledala koja imaju oblik dela sfere, i mogu biti konkavna (udubljena) ili konveksna (ispupčena). Njihova osnovna osobina je da menjaju smer svetlosnih zraka koji na njih padaju, uzrokujući da se svetlost reflektuje na specifičan način.

Elementi sfernih ogledala

1. **Optička osa** – Prava koja prolazi kroz središte sfere od koje je ogledalo napravljeno i kroz sredinu reflektujuće površine ogledala. To je zamišljena linija koja pomaže u analizi refleksije svetlosnih zraka.
2. **Teme ogledala (T)** – Tačka u kojoj optička osa seče površinu ogledala. Ovo je središnja tačka reflektujuće površine.
3. **Centar sfere (C)** – Tačka koja se nalazi u središtu zamišljene sfere od koje je ogledalo deo. Centar sfere je važan jer se sve refleksije računaju u odnosu na njega.

4. **Žižna daljina (f)**– Udaljenost između žarišta ogledala i temena ogledala. Kod konkavnih ogledala žarište se nalazi ispred ogledala, a kod konveksnih iza ogledala.
5. **Žarište (fokus) (F)** – Tačka u kojoj se skupljaju ili iz koje izgledaju kao da izlaze svetlosni zraci nakon refleksije od ogledala. Kod konkavnih ogledala, žarište je ispred ogledala, dok je kod konveksnih ogledala žarište iza ogledala.
6. **Poluprečnik zakrivljenosti (r)**– Udaljenost od centra sfere do površine ogledala. Poluprečnik zakrivljenosti je uvek dvostruko veći od žižne daljine ($r=2f$)

Kada svetlost padne na površinu sfernog ogledala, ona se odbija prema zakonu refleksije. Po ovom zakonu, **upadni ugao** (ugao između upadnog svetlosnog zraka i normale na površinu ogledala) jednak je **uglu refleksije** (ugao između reflektovanog svetlosnog zraka i normale).

- **Konkavno ogledalo** fokusira paralelne svetlosne zrake ka žarištu ispred ogledala. To znači da može stvoriti **stvarne slike**, koje mogu biti uvećane, smanjene ili jednake veličine, u zavisnosti od udaljenosti predmeta od ogledala.
- **Konveksno ogledalo**, s druge strane, odbija paralelne zrake svetlosti na način da izgledaju kao da dolaze iz tačke iza ogledala. Slike koje formira konveksno ogledalo su **prividne**, uvek smanjene i uspravne.

Konstrukcija slike kod sfernih ogledala

1. Konkavno ogledalo:

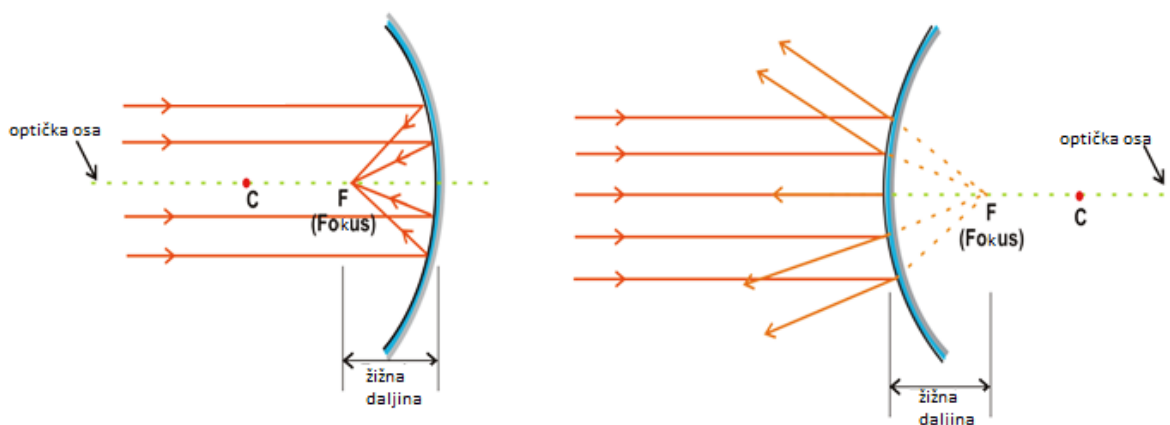
- Kada se predmet nalazi **daleko** od žarišta, formira se **stvarna, umanjena** slika.
- Kada je predmet **blizu** žarišta, slika je **uvećana i stvarna**.
- Ako je predmet između žarišta i ogledala, slika postaje **uvećana i prividna**.

2. Konveksno ogledalo:

- Slike uvek izgledaju kao da dolaze iz žarišta iza ogledala. Slika je **uspravna, smanjena i prividna**, bez obzira na položaj predmeta.

Praktične primene sfernih ogledala

- **Konkavna ogledala** se koriste u teleskopima, reflektorima, farovima automobila i kozmetičkim ogledalima jer fokusiraju svetlost i stvaraju uvećane slike.
- **Konveksna ogledala** se koriste u retrovizorima automobila, sigurnosnim ogledalima u prodavnicama i raskrsnicama, jer daju širok pregled prostora i omogućavaju uvid u šire područje.



Prizma

Uzrast: osmi razred osnovne škole

Standardi: FI. 2.7.3, FI.2.7.2, FI.1.7.1.

1. Cilj: Prikaži rastavljanje bele svetlosti u spektar boja.

Materijal: prizma, sunčeva svetlost

Postupak: Ako imaš izvor bele svetlosti (npr. sunčeva svetlost ili sijalica), usmeri ga na prizmu pod određenim uglom. Na suprotnoj strani prizme postavi beli ekran ili zid, i trebalo bi da vidiš rastavljanje svetlosti u spektar boja (duga).

2. Cilj: Prikaži kako se svetlost prelama kada prolazi kroz prizmu.

Postupak: Usmeri snop svetlosti (lampu sa uskim snopom- blic telefona) na jednu stranu prizme. Posmatraj kako se svetlost prelama unutar prizme i izlazi sa suprotne strane pod različitim

uglovima. Možeš meriti upadne i izlazne uglove i uporediti ih sa teoretskim vrednostima koristeći Snellov zakon.

Objašnjenje: Svetlost se prelama jer se menja brzina njenog prostiranja kada prelazi iz jednog medijuma u drugi (vazduh → staklo i obrnuto).

Korelacija sa predmetom matematika:

3. Cilj: Prikaži osnovne geometrijske osobine prizme.

Postupak: Prouči osobine trougla u bazi prizme, kao što su uglovi i stranice. Možeš meriti zapreminu i površinu prizme koristeći standardne formule za prizmu sa trouglastom bazom. Objašnjenje: Ovi eksperimenti pomažu učenicima da bolje razumeju prostornu geometriju i njene primene u stvarnom svetu.

Pitanja:

Šta se dešava kada bela svetlost prođe kroz prizmu? Koje boje vidite?

Koja boja je najviše prelomljena, a koja najmanje? Zašto mislite da se to dešava?

Kako prizma pomaže u razdvajanju različitih boja svetlosti? Šta to govori o prirodi svetlosti?

Kako biste izračunali zapreminu ove prizme? Koje formule treba koristiti?

Kako izgledaju uglovi i stranice trougla u bazi prizme? Možete li ih izmeriti i opisati?

Kako prizma izgleda iz različitih uglova posmatranja?

Zašto je važno razumeti kako svetlost prolazi kroz prizmu? Kako se to znanje može koristiti?

Šta mislite, kako bi izgledao svet bez prelamanja i rasipanja svetlosti?

Na koji način biste mogli dalje istraživati optičke osobine prizmi?

Teorija:

Kada snop bele svetlosti ulazi u prizmu, dolazi do **disperzije svetlosti**. Bela svetlost je mešavina različitih boja, pri čemu svaka boja predstavlja različitu talasnu dužinu svetlosti. Zbog razlike u talasnim dužinama, svaka boja se prelama pod različitim uglom prilikom prolaska kroz prizmu,

što dovodi do rastavljanja bele svetlosti u spektar boja — **crvenu, narandžastu, žutu, zelenu, plavu, indigo i ljubičastu** (tzv. duga).

Taj fenomen je prvi detaljno proučio Isak Njutn, koji je pomoću prizme dokazao da bela svetlost zapravo sadrži sve ove boje.

Kada svetlost prolazi kroz prizmu, dolazi do njenog prelamanja ili refrakcije, što znači da svetlost menja pravac kretanja usled promene brzine pri prelasku iz jednog medijuma u drugi.

Za prelamanje svetlosti kroz prizmu koristi se Snelov zakon, koji opisuje vezu između upadnog ugla (ugla pod kojim svetlost dolazi do površine prizme) i ugla prelamanja (ugla pod kojim svetlost izlazi iz prizme).

Svetlost je oblik elektromagnetnog zračenja koje se kreće kroz prostor u talasima. Ona se ponaša i kao čestica i kao talas, što je poznato kao **dualna priroda svetlosti**.

Sunčeva svetlost je izvor bele svetlosti koja je kombinacija svih boja vidljivog spektra. **Vidljiva svetlost** je samo jedan mali deo elektromagnetnog spektra, koji se proteže od radio talasa, infracrvenog zračenja, pa sve do ultraljubičastih talasa, rendgenskih i gama zračenja. Ljudsko oko može da percipira svetlost sa talasnim dužinama u rasponu od oko 380 nm (ljubičasta) do 700 nm (crvena).

Kada sunčeva svetlost prolazi kroz atmosferu, ona se rasejava i prelama. Fenomeni kao što su plavo nebo i crveno nebo pri zalasku sunca su posledica **Rejlijeveve raspršene svetlosti**, koja zavisi od talasne dužine. Plava svetlost ima kraću talasnu dužinu i raspršuje se više nego crvena, što objašnjava zašto je nebo plavo tokom dana.

Sunčeva svetlost igra ključnu ulogu u životu na Zemlji, jer osim što osvetljava i zagreva planetu, ona je neophodna za fotosintezu — proces kojim biljke pretvaraju svetlosnu energiju u hemijsku energiju.

U eksperimentima sa prizmom, upravo ova sunčeva bela svetlost može biti rastavljena na spektar boja, što dokazuje njenu složenost i otkriva sve boje koje nosi u sebi.

Elektronika

Elektronika je grana u fizici koja se bavi proučavanjem i primenom elektrona, električnih kola, i elektronskih uređaja. Ona proučava kako se električni signali kreću kroz materijale, kao i kako se upravlja tim signalima za obavljanje različitih funkcija.

Ključne komponente elektronike uključuju:

1. **Električni tokovi** – Kreću se kroz provodnike i poluprovodnike, omogućavajući prenos energije i informacija.
2. **Elektronske komponente:**
 - **Otpornici** – Ograničavaju protok struje.
 - **Kondenzatori** – Skladište i oslobađaju električnu energiju.
 - **Induktori** – Skladište energiju u magnetnom polju.
 - **Dioda** – Propušta struju u jednom smeru.
 - **Tranzistori** – Koriste se za pojačanje signala i prebacivanje struje.
3. **Digitalna elektronika** – Proučava binarne signale (0 i 1), osnove logičkih kola, procesora i digitalnih sistema poput računara.
4. **Analogna elektronika** – Bavi se signalima koji mogu imati neprekidne vrednosti i uključuje pojačivače i oscilatore.

Automobil na princip hidrolize - “slana baterija”

Fizika ovog eksperimenta kombinuje principe elektrohemije (stvaranje električne struje hemijskom reakcijom), elektromagnetizma (kretanje motora uz pomoć struje) i mehanike (pokretanje autića). Ovi procesi ilustruju kako različite forme energije prelaze jedna u drugu, a sve se vodi zakonima termodinamike i elektromagnetizma.

Uzrast: Osmi razred- oblast „Električno polje“

Standardi: 2.FI.1.3.2, 2.FI.1.3.4., 2.FI.1.3.6

Cilji: Eksperiment demonstrira zakon očuvanja energije, gde se energija ne stvara niti nestaje, već se pretvara iz jednog oblika u drugi – u ovom slučaju, iz hemijske u električnu, a zatim u mehaničku energiju.

Materijal: elektrode, mali motorić, sol, voda, autić

Postupak: Stavi 5ml vode u plastičnu posudicu i sipaj 5g soli. Promešaj vodu. Jednu elektrodu spoji za motor, a drugim krajem za komadić bakra i uroni u posudicu, isto ponovi sa drugim elektrodom samo je zakači za komadić magnezijuma. Gledaj šta se dešava kad povežeš motorić i autić.

Pitanja:

- Šta pokreće autić u ovom eksperimentu?
- Zašto je važno da koristimo slanu vodu, a ne običnu vodu?
- Koju ulogu imaju metali (elektrode) u ovom eksperimentu?
- Šta mislite, šta bi se dogodilo kada bismo promenili vrstu soli ili metala?
- Koliko dugo autić može da se kreće pre nego što stane? Zašto stane?
- Kako slana voda može da proizvede električnu energiju?
- Zašto su potrebne dve različite metalne elektrode (npr. magnezijum i bakar)?
- Koji su joni prisutni u slanoj vodi, i kako oni pomažu u stvaranju električne struje?
- Kako mislite da koncentracija soli utiče na brzinu ili trajanje vožnje autića?
- Zašto motor staje nakon nekog vremena? Kako možemo produžiti trajanje vožnje?

- Objasnite oksidaciono-redukционе reakcije koje se dešavaju na elektrodama. Koja elektroda oksiduje, a koja redukuje?
- Kako biste izračunali efikasnost ove slane baterije? Koliko energije se pretvara u mehaničku energiju autića?
- Kako se elektromagnetizam koristi u električnom motoru autića?
- Šta bi se desilo ako bismo zamenili elektrode sa istim metalom (npr. dva bakra)? Da li bi se generisala električna energija?
- Kako bismo mogli povećati izlaznu snagu ovog elektrohemijskog sistema? Šta bi bilo potrebno da se dobije više energije?

Pitanja za kritičko razmišljanje i istraživanje:

- Kako ovaj eksperiment ilustruje zakon očuvanja energije? Gde se energija gubi tokom rada autića?
- Kako ovaj eksperiment može biti koristan u svakodnevnom životu? Gde se slična tehnologija koristi?
- Na koji način bi ovakav koncept mogao da se primeni u razvoju zelenih izvora energije?
- Da li biste mogli dizajnirati drugačiji sistem koji koristi sličan princip, ali sa drugim izvorima energije (npr. voće kao bateriju)?

Teorija:

Kada slana voda (elektrolit) dođe u kontakt sa različitim metalima (elektrodama), dolazi do oksidaciono-redukcionih reakcija. Jedna elektroda (magnezijum) oksiduje (gubi elektrone), dok druga elektroda (bakar) prihvata te elektrone (redukcija). Ovaj proces generiše razliku potencijala između elektroda. Ova razlika potencijala uzrokuje tok elektrona kroz spoljni strujni krug (žice i motor autića), pretvarajući hemijsku energiju u električnu energiju. Električna energija dobijena iz reakcije koristi se za napajanje električnog motora autića. U motoru su prisutni sledeći ključni fizički koncepti:

- Kada kroz žicu prolazi električna struja, stvara se **magnetno polje**.

- Motor koristi **elektromagnetnu indukciju**: Struja kroz namotaje (zavojnice) u motoru stvara magnetna polja koja reaguju sa stalnim magnetima unutar motora, uzrokujući okretanje rotora. Ovaj rotacioni pokret pretvara električnu energiju u mehaničku energiju, koja pokreće točkove autića.

Slana voda (rastvor natrijum-hlorida u vodi) deluje kao provodnik jer sadrži slobodne jone (Na^+ i Cl^-). Ovi joni omogućavaju prenos električne struje kroz rastvor.

Fizički proces se vodi principom očuvanja energije: hemijska energija iz reakcije u slanoj vodi pretvara se u električnu energiju, a zatim u mehaničku energiju koja pokreće autić. Uvek postoje neki gubitci energije u vidu toplote zbog otpora u žicama i motoru, ali ukupna energija ostaje konstantna. Kada se motor pokrene, on proizvodi mehaničku energiju koja se koristi za rotaciju točkova. Ovaj pokret prenosi energiju na autić, ali je njegov rad takođe ograničen trenjem između točkova i podloge.

Elektronsko kolo

Uzrast: osmi razred osnovne škole

Cilj: naučiti spajati osnovne elektronske komponente u kolo

Standardi: : 2.FI.1.3.2, 2.FI.1.3.4., 2.FI.1.3.6

Materijal: Tri LE diode (crvena, žuta, zelena), otpornici (220 om), push dugme, baterija (9V) ili napajanje sa USB-a, prototipska ploča

Postupak: Napravi jednostavan semafor sa tri LED diode koje simuliraju saobraćajna svetla. Možeš dodati **push dugme** da simuliraš pešački prelaz. Kada se dugme pritisne, svetlo menja stanje iz crvenog u zeleno ili obrnuto.

Napravi svoje elektronsko kolo: može biti lik nekog čudovišta ili inicijali tvog imena

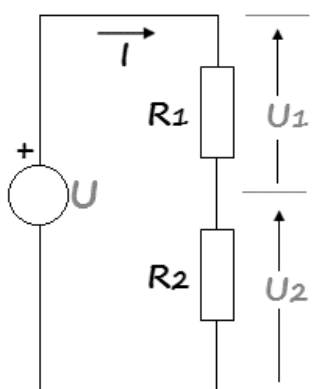
Teorija:

Strujna kola su sistemi kroz koje teče električna struja, čime se omogućava napajanje različitih električnih uređaja. Ključni elementi svakog strujnog kola su izvor napajanja (npr. baterija), provodnici (žice) i potrošači energije, poput sijalica ili elektronskih komponenti. Jedan od

najjednostavnijih primera strujnog kola uključuje **LED** (light-emitting diode) – poluprovodničke uređaje koji emituju svetlost kada kroz njih prolazi električna struja.

Električne komponente se mogu povezivati na različite načine:

- **Serijsko kolo:** Komponente su spojene jedna za drugom, tako da isti električni tok prolazi kroz svaku komponentu. Međutim, kvar jedne komponente dovodi do prekida celog kola.
- **Paralelno kolo:** Komponente su povezane tako da svaka ima svoj put za protok struje, što omogućava nezavisno funkcionisanje svake komponente.



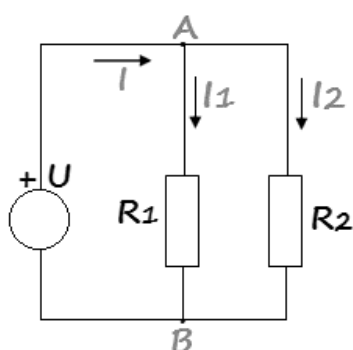
Redna veza otpornika - RAZDELNIK NAPONA

$$U = U_1 + U_2 \quad U_1 = R_1 * I \quad U_2 = R_2 * I$$

$$U = R_1 * I + R_2 * I = (R_1 + R_2) * I = R_e * I$$

$$R_e = R_1 + R_2$$

*Kod redne veze otpornosti se sabiraju.
Nema ni jednog čvora, struja je ista.*



Paralelna veza otpornika - RAZDELNIK STRUJE

$$I = I_1 + I_2 \quad I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2}$$

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = U * \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = U * \frac{R_1 + R_2}{R_1 * R_2}$$

$$I = \frac{U}{R_e} \quad \Leftrightarrow \quad I = U * \frac{1}{R_e} = U * \frac{1}{\frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}}$$

$$R_e = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

Re za dva otpornika.

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad \text{Obrazac za više otpornika povezanih paralelno.}$$

Kod paralelne veze sabiraju se struje, a napon na otpornicima je isti.

Teslin kalem

Uzrast: osmi razred osnovne škole

Standardi: : 2.FI.1.3.2, 2.FI.1.3.4., 2.FI.1.3.6

Cilj: shvatanje principa funkcionisanja Teslinog kalema

Oprema: tranzistor, bakarna žica, plastična cev, otpornik, baterija od 12V, dugme, dve LE diode, lepak, izolir traka

Postupak: Spojite jedan kraj sekundarnog kalema na bazu tranzistora kroz otpornik od 1 k Ω . Drugi kraj sekundarnog kalema spojite na minus pol napajanja. Jedan kraj primarnog kalema spojite na kolektor tranzistora, a drugi kraj primarnog kalema na plus pol napajanja. LE dioda u sredini će zasvetliti kad se se poveže sistem na bateriju. Primaknite drugu diodu dok ne zasvetli i ona.

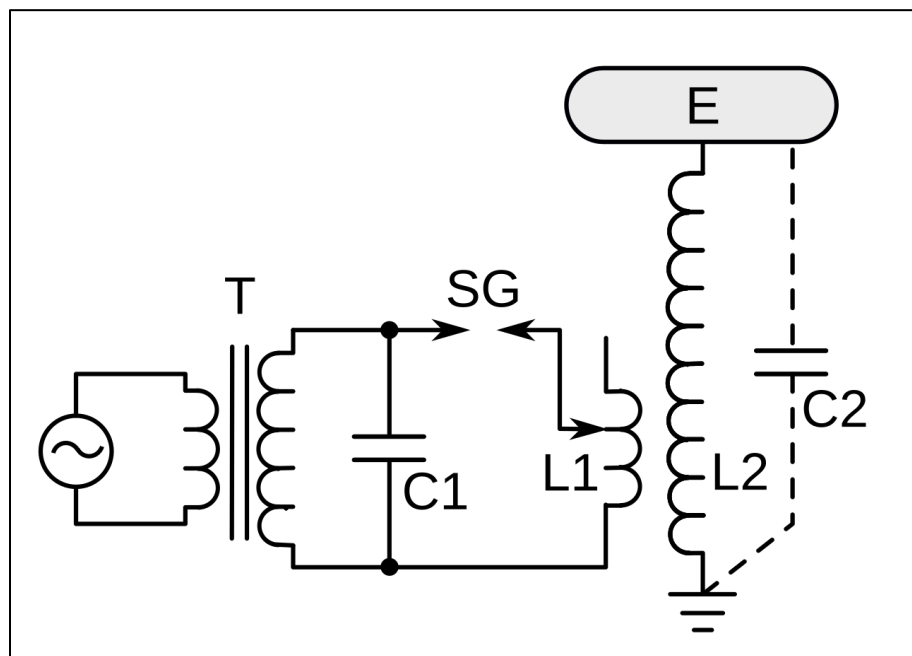
Pitanja:

- **Kako Teslin kalem proizvodi tako visoke napone?**
Cilj: Uvod u princip elektromagnetne indukcije i rezonantnog transformatora.
- **Zašto svetle lampe čak i kada nisu povezane sa Teslinim kalemom?**
Cilj: Razumevanje bežičnog prenosa energije i visokofrekventnog elektromagnetnog polja.
- **Kako se struja ponaša u sekundarnom kalemu u poređenju sa primarnim kalemom?**
Cilj: Poređenje struja visokog napona i niske struje u sekundarnom kalemu i objašnjenje principa rezonancije.
- **Šta misliš, zašto je važna geometrija kalema (primarni i sekundarni kalem)?**
Cilj: Objašnjenje kako broj namotaja utiče na indukciju napona.
- **Šta bi se desilo ako bismo povećali broj namotaja na sekundarnom kalemu?**
Cilj: Razmatranje uticaja broja namotaja na pojačanje napona.
- **Zašto Teslin kalem može da stvara pražnjenja kroz vazduh?**
Cilj: Objašnjenje električnog polja, jonizacije vazduha i stvaranja plazme.

- **Kako misliš, šta bi se desilo ako bismo kalem postavili blizu metalnog objekta?**
Cilj: Istraživanje uticaja visokofrekventnih elektromagnetnih polja na metale.
- **Kako bi trenje i otpornost vazduha uticali na snagu pražnjenja Teslinog kalema?**
Cilj: Diskusija o gubicima energije kroz okruženje.
- **Zašto se visoka frekvencija koristi u Teslinom kalemu, a ne niska frekvencija?**
Cilj: Objašnjenje veze između frekvencije i prenosa energije.
- **Kako bi promena napona napajanja uticala na ponašanje kalema?**
Cilj: Istraživanje uticaja napajanja na visinu napona i snagu pražnjenja.
- **Šta se dešava kada približiš ruku Teslinom kalemu? Da li osećaš nešto?**
Cilj: Diskusija o visokofrekventnim strujama koje su niskog intenziteta i bezbedne na površini kože, ali štetne unutra.
- **Šta misliš, na kojim mestima se u svakodnevnom životu koriste principi Teslinog kalema?**
Cilj: Povezivanje sa aplikacijama kao što su bežični punjači, medicinski uređaji, i radio tehnologije.

Teorija:

Teslin kalem, nazvan po poznatom naučniku Nikoli Tesli, predstavlja visokofrekventni transformator koji radi na veoma visokom naponu. Njegova glavna svrha je proizvodnja visokog napona visoke frekvencije, a Tesla ga je koristio za različite



eksperimente poput stvaranja munja, istraživanja električnog osvetljenja, rendgenskih zraka,

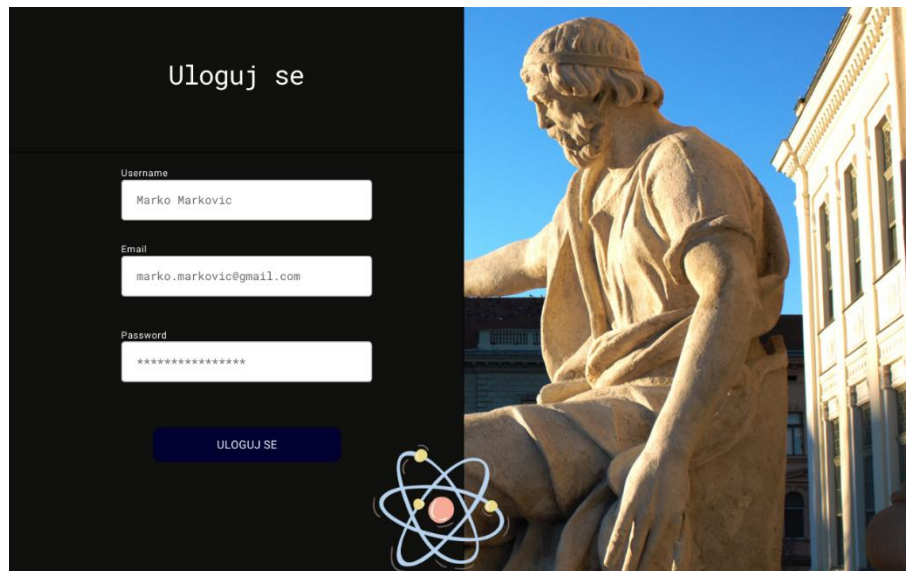
elektroterapije, kao i bežičnog prenosa električne energije i signala. Kao i drugi transformatori, Teslin kalem ima dva glavna dela: primarno i sekundarno kolo. Primarno kolo sadrži kalem i kondenzator koji formiraju oscilatorno kolo, omogućavajući skladištenje i razmenu energije između električnog i magnetnog polja. Kada se na primarno kolo dovede struja, energija se prenosi kroz promene u magnetnom polju ka sekundarnom kalemu, gde nastaje veoma visok napon koji stvara iskre i munje. Sekundarno kolo sadrži žice i elektrode, a visokonaponska energija koju generiše može da izazove pražnjenje u vazduhu i stvara munje duge i do 40 metara. Zbog prirode oscilatornog kola, naelektrisanje u sekundarnom kalemu stalno osciluje između pozitivnog i negativnog, čineći Teslin kalem visokofrekventnim uređajem i snažnim emiterom elektromagnetnih talasa. Iako je Tesla originalno konstruisao kalem sa ciljem bežičnog prenosa energije, ovaj princip se najviše primenjuje u radio-predajnicima i prijemnicima. Tesla je dokazao efikasnost svog kalema tokom eksperimenata, kao što je bežično osvetljenje sijalice na daljini od nekoliko desetina metara, bez direktne veze između predajnika i prijemnika. Struja koja teče kroz primarni kalem stvara promenljivo magnetno polje, koje indukuje visok napon u sekundarnom kalemu.

Aplikacija

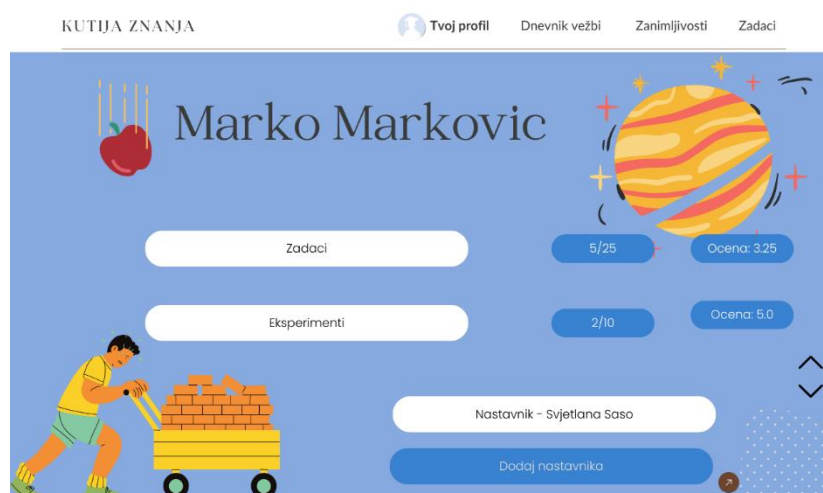
Drugi deo master rada čini platforma nazvana „Kutija znanja“. Glavna funkcija ove aplikacije da da olakša dobijanje povratne informacije nastavnicima nakon održanog časa i da učenicima omogućiti da sami produbljaju znanje koristeći računar. Učenici će imati opciju da nakon završenog ogleda unesu svoja opažanja u elektronski dnevnik vežbi. Takođe na platformi će u vidu kviza, imati mogućnost da rešavaju zadatke i testove. To rešavanje će im omogućiti da sami vide koliko su dobro razumeli lekciju, a i nastavnicima dati podatak o tome koliko su učenici naučili, pre zvaničnog testiranja na času. Aplikacija je osmišljena na taj način da uvek može da raste. Da je moguće da se dodaju novi zadaci i novi eksperimenti, čak i da se menjaju postojeći na optimalan način.

Korišćenje aplikacije u ulozi učenika

Nakon odrađenog eksperimenta učenik odlazi na stranicu „Kutija znanja.com“ kako bi uneo svoje rezultate u dnevnik vežbi. Tu ga čeka jednostavna autentifikacija pri čemu mora napisati validan mejl. Nakon toga dobija pristup svom profilu. Može da odabere razred i doda nastavnika po želji. Takođe je dodana opcija da može da doda više od jednog nastavnika, jer je moguća situacija da se nastavnik promeni tokom godine. Nakon toga učenik odlazi na deo predviđen za dnevnik eksperimentalnih vežbi. Tu popunjava formu vezanu za konkretnu vežbu i ima mogućnost da preda svoj rad. Nakon svega toga, može da ode na stranicu nazvanu „Zadaci“ gde bira zadatke po težini i oblasti. Nakon što nastavnik pregleda rad, učenik ima uvid u komentare i ocene koje je nastavnik ostavio, takođe mu se odmah i prosek računa. Na narednim slikama je predstavljen izgled stranica kada aplikaciju koriste korisnici u ulozi učenika:



1. Stranica za prijavu



2. Stranica koja pokazuje profil učenika- sa prosekom ocena



3. Stranica sa spisakom vežbi – pokazuje koje su odrađene i ocenjene



4. Stranica sa zadacima- pokazuje mogućnost biranja težine zadatka

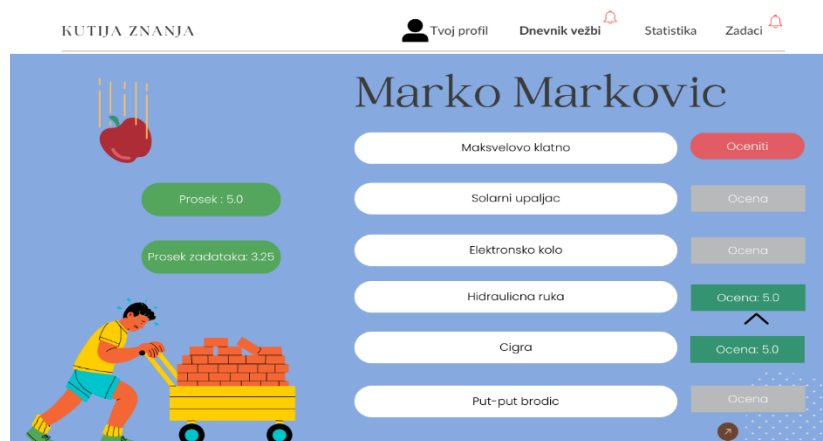
Korišćenje aplikacije u ulozi nastavnika

Nastavnik takođe prolazi kroz isti sistem uologovanja, jedina razlika je ta da je on pri registraciji, kada je bio nov korisnik, prvo napomenuo svoju titulu, kako bi dobio drugačija (admin) ovlašćenja u odnosu na ulogu učenika. Nakon pristupa svom profilu nastavnik automatski dobija obaveštenja čim neko od njegovih učenika (koji su prethodno dodani na njegovu bazu) odradi neku promenu: ažurira svoj dnevnik vežbi ili neki od zadataka. Nakon toga nastavnik ima mogućnost da pregleda i oceni novonastale promene. On takođe ima mogućnost da doda zadatak ili da izmeni ili doda pitanja vezana za eksperimente. Velika razlika u odnosu uloge učenika, jeste da nastavnik ima uvid

u celokupnu statistiku odeljenja kojem predaje. Statistika se bazira na dva aspekta: postotak rešenih zadataka poređanih po težini kao i ukupan prosek učenika. Na taj način nastavnik ima uvid u to koliko učenika može da reši najteže zadatke, kao i činjenicu koliko njih ne može da reši ni najlakše zadatke sa spiska. Samim tim nastavnik ima potpunu sliku o znanju kako pojedinca, tako i odeljenja kao celine i na osnovu tih podataka može da planira svoje buduće časove. Na narednim slikama je prikazan izgled stranica kada ih koristi nastavnik.



1. Stranica koja pokazuje spisak svih učenika jednog odeljenja



2. Stranica koja pokazuje kog učenika treba oceniti i gde je promena nastala

KUTIJA ZNANJA

Tvoj profil Dnevnik vežbi Statistika Zadaci

Dodaj zadatak

Oblast 1

Oblast 2

Oblast 3

Oblast 4

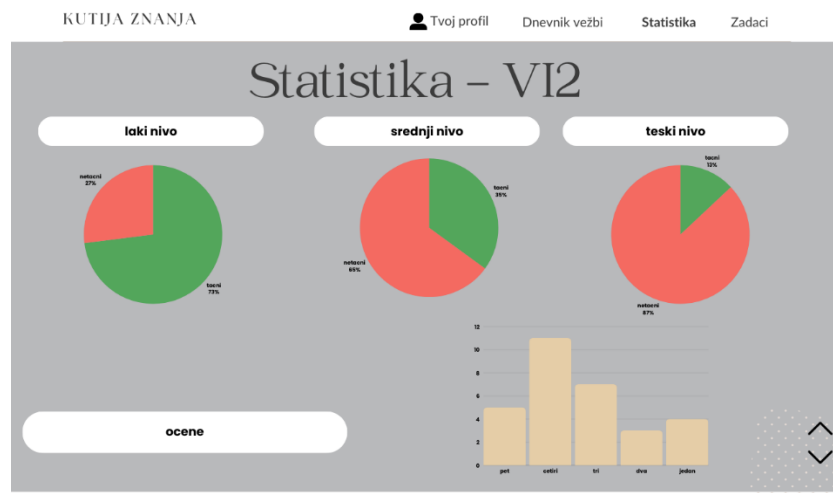
Oblast 5

Oblast 6

Oblast 7

Oblast 8

3. Stranica za dodavanje novog zadatka



4. Stranica koja prikazuje uvid u statistiku odeljenja

Zaključak

Ovakav način rada u učionici je nešto što treba primenjivati što više. Apsolutna autonomija učenika u procesu učenja je nešto što treba podsticati i nagrađivati. Učenici pomoću aplikacije mogu da prate sopstven napredak, kao i da dobijaju blagovremene komentare od strane nastavnika. S druge strane, rad nastavnika biva olakšan, jer učenici mogu na organizovan i jasan način da odrade posao koji im je zadan. Sve se na kraju krajeva svodi na širenje ljubavi prema predmetu fizika, koji mnogim učenicima predstavlja velik bauk. Fizika je svet koji nas okružuje i on može delovati strašno, ali kad ga razumemo, kada naučimo pravila igrice sve postaje jednostavnije i lakše. Ne smemo više dopuštati da se fizika svede na puko učenje teorije napamet i pamćenje nepoznatih formula.

Literatura

1. I Finnie and R L Curl, Physics in a toy boat, American Journal of Physics, Vol. 31, p. 289, 1962
2. J S Miller, Physics in a toy boat, American Journal of Physics, Vol. 26,p 199, 1958
3. Leo Lazauskas, John Winters, E 0 Tuck, Hydrodynamic drag of small sea kayaks, Courtesy: www.maths.adelaide.edu.au
4. Jaywant H Arakeri and P N Shankar, Ludwig Prandtl and Boundary Layers in Fluid Flow, Resonance, Vol.5, No.12pp.48-63, 2000.
5. <https://www.youtube.com/watch?v=y9KV6c7MH7s-> The Weird Physics of The Putt-Putt Boat
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Pop_pop_boat
7. Propulsion of the Putt-Putt Boat - IV Sharadha and Jaywant H Arakeri
8. <https://www.elprocus.com/what-is-tesla-coil-circuit-diagram-working-its-applications/>
9. <https://www.teslacoildesign.com/construction.html>
10. J. Peraire, S. Widnall 16.07 Dynamics Fall 2008- 3D Rigid Body Dynamics: Euler Equations in Euler Angles
11. D. Kleppner, R.J. Kolenkow, An introduction to Mechanics,Chapter 7
12. J. H. Ginsberg, Advanced Engineering Dynamics, Second Edition, Chapter 8
13. W.T. Thompson, Introduction to Space Dynamics, Chapter 5

Biografija

Svjetlana Šašo je rođena 15.08.1996. godine u Novom Gradu, Bosna i Hercegovina. Gimnaziju „Petar Kočić“ završava kao odličan učenik i 2015. godine upisuje Prirodno matematički fakultet u Novom Sadu. Hobiji su joj igranje društvenih igara, povrtlarjenje, slikanje i sviranje klavira.



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa:

Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada:

Master rad

VR

Autor:

Svjetlana Šašo

AU

Mentor:

Dr Ivana Bogdanović

MN

Naslov rada:

Kutija znanja – eksperimenti za podsticanje naučnog duha

NR

Jezik publikacije:

srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda:

srpski/engleski

JI

Zemlja publikovanja:

Republika Srbija

ZP

Uže geografsko područje:

Vojvodina

UGP

Godina:

2024

GO

<i>Izdavač:</i>	Autorski reprint
IZ	
<i>Mesto i adresa:</i>	Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
MA	
<i>Fizički opis rada:</i>	Broj poglavlja:8/broj strana:44/ broj literalnih citata:13/broj tabela:0/broj slika:23/broj grafika:2/broj priloga:0
FO	
<i>Naučna oblast:</i>	Fizika
NO	
<i>Naučna disciplina:</i>	Metodika nastave fizike
<i>ND</i>	
<i>Predmetna odrednica/ ključne reči:</i>	Eksperiment, aplikacija
PO	
UDK	
<i>Čuva se:</i>	Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu
ČU	
<i>Važna napomena:</i>	nema
VN	
<i>Izvod:</i>	U radu je predstavljeno 13 ogleda koji bi se na jednostavan način mogli izvoditi u školi. Eksperimente prati aplikacija koja služi kao virtualni dnevnik vežbi i mesto gde nastavnik može da prati napredak učenika.
IZ	
<i>Datum prihvatanja teme od NN veća:</i>	
DP	
<i>Datum odbrane:</i>	03.10.2024.
DO:	
<i>Članovi komisije:</i>	
KO	
<i>Predsednik:</i>	dr Sonja Skuban
<i>član:</i>	dr Teodora Gajo
<i>član:</i>	dr Ivana Bogdanović

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type: Monograph publication

DT

Type of record: Textual printed material

TR

Content code: Final paper

CC

Author: Svjetlana Šašo

AU

Mentor/comentor:

Phd Ivana Bogdanović

MN

*Title: "Knowledge Box: Experiments to
Encourage Scientific Spirit"*

TI

Language of text: Serbian (Latin)

LT

Language of abstract: English

LA

Country of publication: Republic of Serbia

CP

Locality of publication: Vojvodina

LP

Publication year: 2005

PY

Publisher: Author's reprint

PU

Publication place: Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

PP

Physical description: 8/44/13/0/23/2/0

PD

Scientific field: Physics

SF

*Scientific discipline: Methodology of
Physics Teaching*

SD

Subject/ Key words: experiments, application

SKW**UC**

Holding data: Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note: none

N

Abstract: The paper presents 13 experiments that could be easily conducted in school. The experiments are accompanied by an application that serves as a virtual lab journal and a place where the teacher can monitor the students' progress

AB

Accepted by the Scientific Board:

ASB

Defended on: 03.10.2024.

DE

Thesis defend board:

DB

President:

Phd Sonja Skuban

Member:

Phd Teodora Gajo

Member:

Phd Ivana Bogdanović