



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



**Uticaj jednostavnih ogleda na usvajanje
pojmova iz oblasti „Kretanje“
(III Njutnov zakon)**

- master rad -

Mentor:

dr Ivana Bogdanović

Kandidat:

Nataša Vukašinović

Novi Sad, 2015. godine

Zahvaljujem se prof. dr Dušanki Obadović na predloženoj temi za rad.

Veliku zahvalnost dugujem mojoj dragoj mentorki dr Ivani Bogdanović na pomoći i podršci prilikom izrade rada, kao i na strpljenju i pažnji da sasluša i odgovori na svako moje pitanje.

Zahvaljujem se i članovima komisije prof. dr Maji Stojanović i prof. dr Milici Pavkov-Hrvojević na podršci tokom studija.

Zahvaljujem se učenicima, nastavnici fizike, psihološko-pedagoškoj službi i direktoru Osnovne škole „Emilija Ostojić“ u Požegi, koji su omogućili realizaciju pedagoškog eksperimenta.

Posebnu zahvalnost dugujem svojoj porodici na podršci koju su mi pružali tokom studija i uvek bili uz mene. Bez njih ne bih postigla sve ovo.

Hvala Vam!

Sadržaj

1.	Uvod.....	4
2.	Nešto o Isaku Njutnu	7
3.	Prvi Njutnov zakon - Zakon inercije	11
4.	Drugi Njutnov zakon - Zakon dinamike	14
5.	Treći Njutnov zakon - Zakon akcije i reakcije	17
5.1.	Primeri dejstava sila akcije i reakcije.....	18
6.	Jednostavni ogledi i zadaci rađeni na času obrade novog gradiva	25
6.1.	Samohodna kutija	26
6.2.	Kako pokrenuti autić?	27
6.3.	Balon raketa	28
6.4.	Zadaci.....	29
7.	Metodologija pedagoškog eksperimenta	31
7.1.	Problem, predmet i cilj eksperimenta	31
7.2.	Uzorak i postupak eksperimenta.....	31
7.3.	Instrumenti prikupljanja podataka	32
7.4.	Metod obrade podataka.....	36
8.	Rezultati pedagoškog eksperimenta i diskusija.....	37
8.1.	Mišljenje učenika o nastavnom predmetu Fizika.....	37
8.2.	Ispitivanje prethodnog znanja učenika	40
8.3.	Ispitivanje usvojenog znanja učenika nakon časa obrade novog gradiva.....	41
8.4.	Ispitivanje znanja učenika nakon mesec dana od časa obrade novog gradiva.....	43
9.	Zaključak	45
10.	Literatura.....	46
11.	Prilozi.....	47

11.1.	Prilog 1 - Izvod iz sadržaja programa za nastavni predmet Fizika za sedmi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja	47
11.2.	Prilog 2 - Anketa	48
11.3.	Prilog 3 - Inicijalni test.....	49
11.4.	Prilog 4 - Finalni test.....	50
11.5.	Prilog 5 - Test retencije	53
Kratka biografija.....		55
Ključna dokumentacijska informacija		56

1. Uvod

Nastava fizike ima za cilj da osigura da svi učenici steknu bazičnu naučnu pismenost, da se osposobe da rešavaju probleme i zadatke u novim i nepoznatim situacijama, da izraze i obrazlože svoje mišljenje i diskutuju sa drugima, za aktivno sticanje znanja o fizičkim pojavama kroz istraživanje i da se usmere prema primeni fizičkih zakona u svakodnevnom životu i radu (Pravilnik o nastavnom programu za sedmi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja, Sl. glasnik RS - Prosvetni glasnik, br. 6/2009, 3/2011 - dr. pravilnik i 8/2013). Da bi se ostvarili ovi dugo postavljeni ciljevi neophodno je nastavu dobro strukturirati i osmislti.

Tradiconalan oblik nastave nam sigurno ne pruža dovoljno mogućnosti za to. U ovom obliku nastavnog procesa uloga učenika je uglavnom svedena samo na pasivno slušanje. To je zbog toga jer je u našim školama slabije zastupljeno izvođenje eksperimenata u nastavi i za to postoji verovatno više razloga. Kao jedan od najčešćih razloga nastavnici navode da ne postoje objektivni uslovi za to, kao što su uslovi prostorno-tehničke prirode, zatim nedostatak vremena i slično. Eksperimenti su inače predviđeni u nastavi fizike nastavnim planom i programom ([Prilog 1](#)). Jer, eksperiment je sredstvo očiglednosti, izvor znanja i kriterijum naučne istine. Uloga eksperimenta kao kriterijuma naučne istine u nastavi fizike veoma je očigledna. Njime se potvrđuje ili opovrgava prethodno formulisana teorijska prepostavka.

Postoje dve osnovne vrste eksperimentalnog rada u nastavi fizike: demonstracioni ogledi, koje u većini slučajeva priprema i izvodi nastavnik prilikom interpretacije nastavnog gradiva, i laboratorijske vežbe, koje, po pravilu, izvode sami učenici, naravno, uz kontrolu nastavnika. Oba vida eksperimenta se međusobno dopunjavaju.

Postoje i eksperimentalni zadaci u svojstvu domaćih radova ili u okviru vannastavnih aktivnosti učenika.

Samo u skladu sistematizovanom spoju teorijskog i eksperimentalnog dela može da se očekuje uspešna nastava fizike. U takvom pristupu ostvaruju se naučnost, očiglednost, ubedljivost, racionalnost i ostali nastavni efekti.

Teorija se uteznuje na rezultatima eksperimenata sa jedne strane, a sa druge strane eksperiment verifikuje teoriju.

Prema tome, jedinstvo teorije i eksperimenta čini osnovu metodike nastave fizike na svim nivoima izučavanja.

Što se tiče savremene nastave velika pažnja se poklanja takozvanoj interaktivnoj nastavi. U ovoj nastavi aktivnost je prebačena sa nastavnika na učenika, on istražuje, razmenjuje informacije sa nastavnikom i svim ostalim učenicima iz odeljenja, ili ukoliko se radi u grupama, informacije se razmenjuju između članova grupe, kao i sa ostalim grupama. U okviru interaktivne nastave nastavnik je samo jedan od izvora informacija, učenici još mogu da koriste različitu literaturu (u kojoj se nalazi sve što je u vezi sa temama iz gradiva), Internet, medije i drugo.

Neke od savremenih metoda rada su: naučni metod, učenje putem otkrića, aktivno učenje i problemska nastava.

Korišćenje neke od ovih metoda decu postavlja, kako je već navedeno, u ulogu istraživača, a nastavnike pretvara u medijatore između nauke i učenika. Naravno u početku može biti veoma teško jer je potrebno vreme da se deca „naviknu na takve uloge” odnosno takav način rada, zbog toga nastavnici treba da budu uporni i dosledni u sprovodenju metoda, a ne da odmah odustaju.

Dobre strane primene ovih metoda su: dominacija pozitivnih emocija kod svakog deteta, a samim tim i u celom razredu, viši nivo motivacije, razvijanje saradnje među učenicima, takođe učenici se uče usaglašavanju stavova, zajedničkom radu, toleranciji...

Ali kako se u nekim izvorima navodi, tradicionalna nastava uprkos svojim nedostacima poseduje određenu prednost u odnosu na savremenu, a to je da ne zahteva toliko vremena za obradu neke nastavne teme kao kada se primenjuje neka od prethodno pomenutih savremenih metoda.

U ovom radu su predstavljeni rezultati jednog pedagoškog eksperimenta, koji je za cilj imao da ispita uticaj jednostavnih ogleda, primenjenih u okviru naučnog metoda, na postignuće kod učenika i samim tim na napredak u nastavi. Eksperimentom su bila obuhvaćena dva odeljenja sedmog razreda, jedno odeljenje je uzeto za kontrolnu, a drugo

za eksperimentalnu grupu. Budući da učenici ovih odeljenja nisu imali iskustva sa izvođenjem ogleda u nastavi, jednostavni ogledi u okviru naučnog metoda su sprovedeni na takav način da je učenicima data veća sloboda. Naime, svaka grupa je dobila zadatke i materijal pomoću koga su trebali da realizuju ogled, ali nijednoj od grupa nije dato gotovo uputstvo kako treba realizovati ogled, već su oko toga morali sami da se potrude, za šta su mogli da iskoriste: svoje iskustvo, maštu, kreativnost...

Na samom početku rada najpre je dat teorijski deo u okviru koga je naveden mali istorijski uvod, odnosno nešto o životu i radu Isaka Njutna i Njutnovi zakoni. Svaki od zakona je opisan, među kojima najdetaljnije Treći zakon, uz koji su navedeni brojni primeri iz svakodnevnog života, ali i nekoliko ogleda. Zatim su navedeni jednostavni ogledi i zadaci koje su učenici radili na času. Dalje je predstavljena metodologija eksperimenta, dobijeni rezultati i diskusija. Na kraju rada u Prilozima su dati izvod iz nastavnog plana i programa za sedmi razred osnovne škole i instrumenti koji su korišćeni za prikupljanje podataka.

Namena ovog rada je da pokaže efekat uvođenja naučnog metoda u nastavu fizike, kao i to da je ovo moguće uraditi sa minimumom sredstava, jer su to sredstva koja ima svaki kabinet fizike, a čak, u zavisnosti od vrste ogleda ta sredstva ima i svaki učenik kod kuće. Dakle, iako u velikom broju škola u Srbiji kao što je prethodno navedeno postoje i tehnički problemi i problemi u vezi sa prostorom, jednostavni ogledi, s obzirom na već navedenu skromnost po pitanju sredstava i prostora, mogu se izvoditi samo uz malo više volje, raspoloženja i uverenosti nastavnika da ogledi zaista mogu olakšati učenicima razumevanje gradiva.

2. Nešto o Isaku Njutnu

Isak Njutn (Slika 1) je rođen 25. decembra 1642. godine u engleskom seocetu Vulstorpu, grofovija Linkolnšir, kao nedonošče i strahovalo se da neće preživeti. Majka mu je kasnije govorila kako je bio tako malen da je mogao stati u kriglu od litra. Otac koji je bio zemljoposrednik umire tri meseca pre Isakovog rođenja. Kada su mu bile tri godine majka se preudaje za pastora obližnje crkve. Prvih pet godina je živeo sam s bakom, a zatim kada je pastor umro majka se vratila s troje dece.



Slika 1

Isak Njutn

(25. decembar 1642 – 20. mart 1727)

Posle ranog detinjstva Njutn odlazi u deset kilometara udaljeni gradić Grantam, gde je od XVI veka postojala srednja škola. On je svoje slobodno vreme u Grantamu provodio praveći razne stvari od drveta. Kad je u susedstvu podignuta vetrenjača, on je odlazio do nje i posmatrao je, sve dok nije po njoj napravio model, a u njega stavio miša umesto mlinara. Od gužvanog papira je pravio fenjer koji je koristio zimi kad je u jutarnjim časovima išao u školu. Bio je, takođe, dobar crtač. Soba mu je bila puna crteža ljudi, brodova, ptica, životinja i raznih geometrijskih oblika. Takva zanimanja mu nisu dozvoljavala da se igra s dečacima. Uglavnom je bio sam.

Kad je završio školu, majka je želela da on ostane i da radi na imanju, ali Isak je više voleo knjige. Kad bi ga poslala u polje, on bi našao hladovinu da u njoj čita. Majka je popustila i na insistiranje njegovog učitelja, poslala dečaka na studije.

Njutn stiže u Triniti koledž u Kembridžu juna 1661. i tu ostaje 35 godina. Već posle tri godine studija počinje eksperimente iz optike i piše prve radove koje ne objavljuje. Bio je vredan i disciplinovan student, nikad besposlen, jer je po njemu lenčarenje bilo greh.

Sa 27 godina postaje profesor matematike u Kembridžu, iako još ništa nije objavio. Kao profesor živi u sobi koja je ličila na manastirsку ćeliju. Totalno predan poslu, ni za šta nije imao vremena, čak ni za šetnju. Nije mario ni za jelo ni za oblačenje. Bio je izuzetno strpljiv i uporan.

Takođe je držao predavanja i iz optike, ali je pored matematike, fizike, astronomije, mehanike izučavao i alhemiju, hronologiju i crkvenu istoriju.

1672. godine postaje član Kraljevskog društva, a 1703. i predsednik Društva i na toj poziciji ostaje do kraja svog života. Kao predsednik Društva okuplja mlade sposobne ljude oko sebe, od kojih je očekivao da rade za njega. Oni su branili njegove prioritete, i čak potpisivali tekstove koje je pisao.

Dolaskom u London prestaje Njutnov kreativni period. Ovde se on bavi Biblijom i hronologijom događaja u njoj.

U Londonu obavlja dužnost upravnika Kraljevske kovnice novca.

Kako neki izvori navode zbog veoma uspešnog obavljanja posla u kovnici novca, više nego zbog njegovih pređašnjih doprinosa nauci, kraljica Ana mu dodeljuje titulu viteza (Sera) i tako Njutn postaje prvi naučnik s plemićkom titulom.

Mada Njutn nije imao dece, on je u zadnjim godinama života zaveštao svojim rođacima većinu svoga nasledstva. Umro je u Londonu, 20. marta 1727. godine, i sahranjen je u Vestminsterskoj opatiji.

O Njutnovom doprinosu nauci:

U mehanici Njutn je bio prvi koji je pokazao da se kretanja tela na Zemlji i kretanja nebeskih tela potčinjavaju istim fizičkim zakonima, a takođe je ukazao na veliki značaj principa održanja impulsa i momenta impulsa. Postavio je temelje klasične mehanike, koja se po njemu zove i Njutnova mehanika, definišući tri zakona kretanja.



Slika 2

Duplikat Njutnovog refleksionog teleskopa

U optici, on je napravio prvi praktični refleksioni (ogledalski) teleskop (Slika 2) i otkrio da se propuštanjem bele svetlosti kroz staklenu prizmu ona razlaže u spektar svih boja.

Njutn se zalagao za čestičnu prirodu svetlosti.

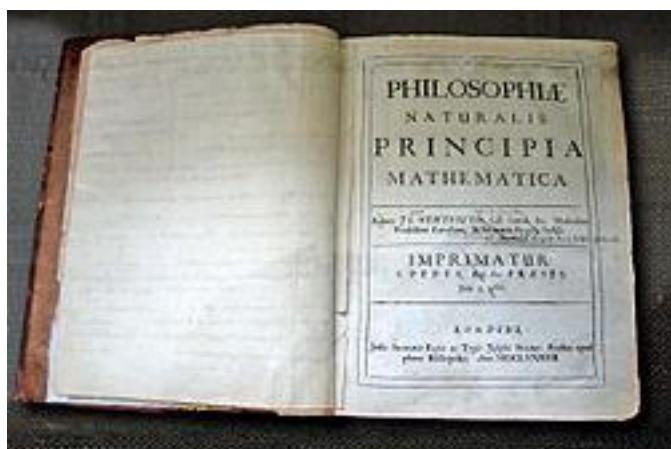
On je takođe formulisao empirijski zakon hlađenja, proučavao brzinu zvuka i predložio teoriju o poreklu zvezda.

U matematici, Njutn deli zasluge sa Gotfridom Lajbnicom za usavršavanje infinitezimalnog računa. Izložio je uopštenu binomsku teoremu, razvijajući na taj način tzv. „Njutnov metod“ za aproksimacije nula funkcije i doprinoseći proučavanjima razlaganja funkcija u redove, došao je do teorije boja, pronašao diferencijalni račun . . .

Njegova kapitalna dela su „Matematički principi filozofije prirode“ (Slika 3) i „Optika ili Rasprava o odbijanju, prelamanju, savijanju i bojama svetlosti“, koja se danas popularno nazivaju kratkim imenom „Principi“ i „Optika“, a zna se za još veliki broj njegovih objavljenih i neobjavljenih radova iz različitih sfera nauke.

Engleski pesnik Aleksandar Pouč, dirnut Njutnovim postignućima, napisao je čuveni epitaf:

„Priroda i prirodni zakoni u noćnoj tami nalaze skrivenost; Bog reče Neka bude Njut’i sve postade svetlost.“



Slika 3

Njutnova lična kopija „Principa“

Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (Matematički principi filozofije prirode) su objavljeni 1687. godine (u manje od 400 primeraka). Drugo izdanje izlazi 1713. i dva puta se preštampava u Amsterdamu (1714. i 1723). Treće izdanje počinje da sprema 1723. kada mu je bila 81 godina, i ono izlazi 1726, preposlednje godine njegovog života.

Principi predstavljaju kapitalno delo, zato što je njima obuhvaćen celokupan Njutnov doprinos fizičkoj mehanici.

Veliki doprinos Njutnovih *Principa* sastoje se, takođe, i u tome što oni otvaraju vrata za široku primenu matematike u fizici, odnosno doprinose zasnivanju moderne fizike, kao pre svega matematičke nauke.

Principi se sastoje od predgovora, zakona kretanja i tri knjige.

Tri Njutnova zakona predstavljaju najvažniji deo *Principa*, u kojima se on ograničava na matematičko opisivanje kretanja, ostavljući po strani uzroke, isto kao što je radio Galilej. Sada će biti naveden citat u kome se navodi originalna verzija zakona kretanja:

„Originalna verzija zakona kretanja:

1. Svako telo ostaje u stanju mirovanja ili ravnomernog pravolinijskog kretanja, ukoliko nije prinuđeno da izmeni to stanje zbog neke sile primenjene na njega.
2. Promena kretanja je srazmerna primenjenoj pokretačkoj sili. Vrši se u smeru primenjene sile.
3. Svakoj akciji uvek se suprostavlja jednaka reakcija; ili, međusobne akcije dva tela jednog na drugo uvek su jednakе i usmerene ka suprotnim delovima.“
(Mlađenović i Jakšić, 1993)

Drugi zakon je drugačiji od današnje formulacije, koja će kasnije biti navedena; on ne sadrži kvantitativan termin kao što je ubrzanje ili impuls, već „promenu kretanja“ koja nije matematički definisana.

Više izvora navodi da ono što zovemo Njutnovim jednačinama ne može se naći u *Principima*. Njih su 50 godina kasnije napisali Ojler i Makloren. Posle toga i na osnovu njih revidirana je formulacija Drugog zakona i u nju uvedene precizne kvantitativne veličine.

3. Prvi Njutnov zakon - Zakon inercije

Svako telo zadržava stanje mirovanja ili ravnomernog pravolinijskog kretanja sve dok druga tela svojim delovanjem to stanje ne promene, tj. dok ne interaguje s drugim telima (ili se delovanja drugih tela međusobno poništavaju).

Iz ove definicije sledi da na telo, kada je pokrenuto, nije potrebno dejstvovati silom da bi se održalo njegovo kretanje. Ovo tvrđenje protivreči svakodnevnom iskustvu. Npr. pretpostavimo da smo gurnuli knjigu po površini stola. Kada prestanemo da delujemo na knjigu, ona ne nastavlja da se kreće neograničeno, već usporava kretanje i staje. Ako bismo hteli da se knjiga kreće ravnomerno, moramo i dalje da delujemo na nju nekom silom. Dejstvo ove sile je potrebno zbog toga što površina stola deluje na knjigu silom trenja čiji je smer suprotan smeru kretanja knjige. Ukoliko su površine knjige i stola više glatke, utoliko je manja i sila trenja i sila kojom treba da delujemo da bismo održali kretanje knjige. Ovaj zakon tvrdi da nikakva sila ne bi bila potrebna za održavanje kretanja knjige koja se kreće, samo ukoliko bi se sila trenja mogla potpuno eliminisati. Odnosno, knjiga bi nastavila da se kreće ravnomerno, ako bi rezultanta sila koje deluju na knjigu bila jednak nuli, a to je slučaj kada je sila trenja uravnotežena jednakom silom koja pokreće knjigu. Drugim rečima, rezultanta jednakaka nuli isto je što i odsustvo sile uopšte.

Prema tome, tvrdnju iz prvog Njutnovog zakona ne možemo dokazati nikakvim ogledom, jer se ne mogu ostvariti potrebni uslovi za to, to jest ne može se eliminisati stalno prisutan uticaj sile trenja.

Međutim, u Vasioni postoje večita kretanja nebeskih tela, jer ona ne nailaze na sile trenja i otpor sredine.

Zato je pojam inercije bio najapstraktniji pojam u fizici kada je uveden. Uveo ga je Galilej (1609. godine), a Njutn je prihvatio ovu osobinu tela kao aksiom i formulisao ga kao prvi osnovni zakon mehanike.

Zbog inercije ne može se ni brzina jednog tela odmah preneti na drugo, već je za to potrebno neko kratko vreme. Zbog toga metak iz puške probija prozorsko staklo samo na

onom mestu na kome neposredno udari, jer taj deo pukne pre nego što se brzina metka prenese na ostale delove stakla.

Ako čašu poklopimo komadom kartona na koji smo stavili dinar (slika 4a), pa karton naglo povučemo u horizontalnom pravcu, dinar će pasti u čašu (slika 4b); ako lagano vućemo karton dinar će na njemu ostati. U prvom slučaju dinar nije mogao za tako kratko vreme da primi brzinu kartona, pa je zato ostao na istom mestu, a pošto nije imao oslonac, pao je u čašu.



Slika 4

Realizovanje ogleda pomoću koga se pokazuje inercija

Na osnovu ovih ogleda sledi **da je za svaku promenu mirovanja ili kretanja jednog tela potrebno neko određeno vreme**.

Evo još nekoliko primera u kojima se ispoljava inercija.

Kada sedimo u kolima, pa kola naglo krenu napred, onda gornji deo tela trge nazad; ako se kola naglo zaustave, telo nam trgne napred. U prvom slučaju naše telo je težilo da ostane u miru, a u drugom nastojalo je da se kreće.

Takođe je poznato da svako telo teži da zadrži pravac svoje brzine. Prema tome da bi se izmenio pravac brzine potrebno je dejstvovati nekom silom na telo.

Na primer, trkačima i biciklistima je teško skrenuti na okukama kada se kretanje vrši velikom brzinom. Kada loptu pustimo da se kotrlja po glatkom ledu, ona će se kretati pravolinijski; čim udari u neku prepreku, npr. kamen, ona će promeniti pravac svog kretanja, pa prema tome i pravac brzine.

Zakon inercije u fizici ima višestruki značaj. Pre svega, on otkriva osnovno svojstvo tela - **inertnost**. Zatim pokazuje ekvivalentnost stanja mirovanja i ravnomernog pravolinijskog kretanja, jer se oba stanja postižu ako je ispunjen jedan isti uslov: isključena ili uzajamno

poništena delovanja drugih tela. Takođe zakon sadrži i kvalitativnu definiciju jednog vida pojma sile kao „nečega što menja stanje kretanja tela“. Kada se primeti da jedno telo počinje da se kreće, ili kada se pokrenuto telo ubrzava, usporava ili menja svoj pravac, zaključujemo da na njega deluje sila.

Konačno, to je unverzalni zakon: primenljiv je na sva tela i čestice, od zvezda i planeta, tela na Zemlji do atoma, protona, elektrona, sve dok je njihova brzina manja od brzine svetlosti u vakuumu.

Matematički izraz I Njutnovog zakona

Suština I Njutnovog zakona je u tome što govori ne o tome šta se dešava sa telom kada nema spoljašnjih sila već šta se dešava kada one prestaju da deluju.

Matematička formula ovog zakona ima oblik:

$$\begin{aligned}v &= 0 \text{ ili } v = \text{const, ukoliko je} \\F &= 0 \text{ ili } \sum_{i=1}^n F_i = 0 \implies a = 0 \text{ ili } \sum_{i=1}^n a_i = 0\end{aligned}$$

Zakon važi samo u tzv. **inercijalnim referentnim sistemima**, koji ili miruju ili se ravnomerno kreću po pravoj liniji.

4. Drugi Njutnov zakon - Zakon dinamike

U školskim udžbenicima navodi se sledeća definicija II Njutnovog zakona:

Ubrzanje koje pri kretanju dobija jedno telo srazmerno je intenzitetu sile koja na njega deluje, a obrnuto srazmerno masi toga tela.

To se može napisati u vidu matematičkog obrasca na sledeći način:

$$a = \frac{F}{m}$$

Masa u ovom izrazu je inercijalna masa i predstavlja meru odupiranja tela promeni stanja kretanja - ona je kvantitativna mera inertnosti tela.

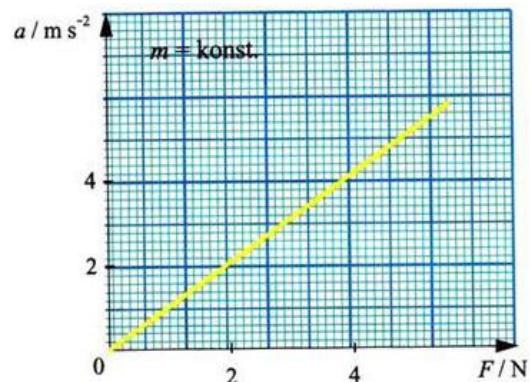
Iz ove jednačine se vide fizički uslovi koji moraju da budu zadovoljeni kod kretanja s konstantnim ubrzanjem; ako je a konstantno, rezultanta sile F mora biti takođe konstantna.

Drugačije rečeno, **pod uticajem stalne sile telo se kreće ravnomerno ubrzano i pravolinijski.**

Ako se sila menja, ubrzanje se menja direktno srazmerno sili, pošto je masa m konstantna (Slika 5).

Smanjivanjem sile koja deluje na isto telo ubrzanje postaje sve manje. Kad intenzitet sile padne na nulu, nema više ni ubrzanja. Telo se od tog trenutka kreće po inerciji (I Njutnov zakon).

Kretanje tela je ravnomerno pravolinijsko, i to onom brzinom koju je imalo u času prestanka delovanja sile. Ovaj zaključak važi i za slučaj kada delovanje sile prestane odjednom.



Slika 5

Grafik zavisnosti ubrzanja od sile

Međutim, II Njutnov zakon češće se piše u obliku:

$$F = m \cdot a$$

koji omogućava da se odredi intenzitet sile koja telu mase m daje ubrzanje a . II Njutnov zakon se zato može iskazati rečima:

Proizvod mase tela i ubrzanja koje ono dobija delovanjem neke sile, jednak je sili koja deluje na to telo.

Ali, ova jednačina nam ništa ne govori o tome da li se telo pre delovanja sile nalazilo u stanju mirovanja ili nekom kretanju, što znači da je delovanje jedne sile nezavisno od toga da li istovremeno na telo deluju i neke druge sile.

Npr. pri padanju tela ubrzanje koje ono stiče je konstantno. To znači da je dejstvo sile teže uvek bilo podjednako, kako u toku prve sekunde, kada je telo polazilo iz stanja mirovanja, tako i u toku ma koje sekunde, kada je telo već imalo izvesnu brzinu. Isto tako i pri svakom promenljivom kretanju priraštaj brzine uvek je proporcionalan sili i ne zavisi od toga da li telo polazi iz mirovanja ili je u kretanju.

Tako, ako u vozu koji se kreće, pustimo neko telo da padne vertikalno, ono će pasti na pod na isto mesto, bez obzira da li se voz kreće ili je u miru.

Postoji veliki broj primera iz kojih se može videti da je dejstvo neke sile na telo nezavisno od toga, da li je ono u miru ili kretanju, kao i to, da dejstvo sile ne zavisi od pravca kretanja i brzine tela i drugih sila, koje bi istovremeno delovale na telo. Na osnovu ovoga još jednom ćemo definisati drugi Njutnov zakon, ali u kontekstu nezavisnosti dejstva sila:

Promena kretanja srazmerna je sili koja deluje na telo i vrši se u pravcu njenog dejstva nezavisno od dejstva drugih sila.

Zbog ovoga je II Njutnov zakon još poznat i kao **princip nezavisnosti dejstva sila**.

Dimenzija za силу je $[F] = [m][a]$.

U SI sistemu, ako stavimo za masu $m = 1 \text{ kg}$, a za ubrzanje $a = 1 \text{ m/s}^2$, onda je

$$F = 1 \text{ kg } 1 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ kg m s}^{-2}$$

Ova jedinica sile se zove **1 njutn**, u čast Njutnu, a označava se sa N. Dakle,

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$$

Jedan njutn je sila, koja masi od 1 kg daje ubrzanje 1 m s⁻².

Jačina svake sile se može odrediti ako je poznata veličina mase, na koju ona deluje i njeni ubrzanjem.

Određivanje jačine sile pomoću drugog Njutnovog zakona kretanja, tj. pomoću jednačine $F = m \cdot a$, je **dinamičko merenje sile**. Glavni problem u njegovoj primeni leži u tome što se telo najčešće kreće pod dejstvom rezultante više sila. Pri tome je uvek prisutna i neka sila otpora sredine, tako da se rezultat obično ne može direktno protumačiti.

Već smo pomenuli da je masa koja figuriše u izrazu za II Njutnov zakon konstantna, međutim postoje slučajevi kada to nije ispunjeno.

Masa kišne kapi, na primer, koja se kreće kroz vlažnu atmosferu stalno se uvećava. Promenljivu masu imaju i reaktivne rakete: motor rakete izbacuje gasove nastale sagorevanjem goriva, a ona se kreće u smeru suprotnom od smera isticanja gasova. U tom slučaju masa rakete se stalno smanjuje. Tada se za opisivanje kretanja ne može koristiti prethodno naveden oblik zakona, već je potrebno koristiti opštiji oblik:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Količnik promene impulsa tela i vremenskog intervala jednak je rezultujućoj sili koja na to telo deluje tokom tog vremena.

Ovo je opšta formulacija osnovnog zakona dinamike.

Ako je Δt proizvoljno veliki vremenski interval, uzima se srednja vrednost sile koja je tokom tog vremena delovala na telo.

Kada je Δt veoma mali vremenski interval (tako da se može smatrati trenutkom) uzima se sila koja deluje na telo u tom trenutku.

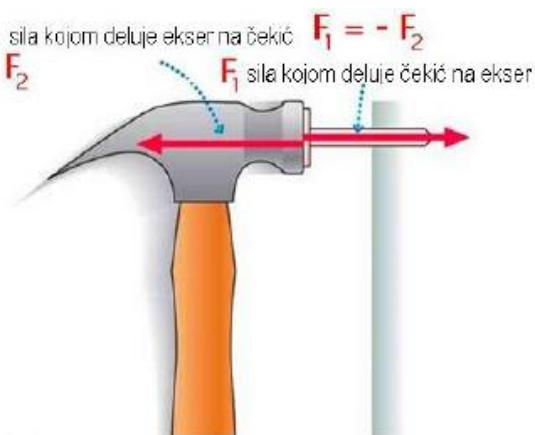
5. Treći Njutnov zakon - Zakon akcije i reakcije

Sila je mera uzajamnog delovanja jednog tela na drugo, usled čega dolazi do promene kretanja tela ili deformacije tela.

Izvor sile koja deluje na neko telo potiče od delovanja spoljašnje sredine, odnosno od nekog drugog tela.

Na primer: kada čekić deluje na ekser on ga zakucava, kada fudbaler šutira loptu, lopta odleti itd.

U ovim navedenim primerima, sila koja deluje na drugo telo potiče od prvog. Međutim, Njutn je uočio da istovremeno i na prvo telo deluje sila od drugog tela: čekić deluje silom na ekser, ali i ekser deluje silom na čekić (Slika 6). Upravo ta sila dovodi do zaustavljanja čekića, čak ako je gvožđe, od koga je napravljen čekić, mekše može i da napravi otisak. Dakle, udarac čekića izaziva reakciju kod eksra istog intenziteta i pravca, ali suprotnog smera.



Slika 6

Primer delovanja sila akcija i reakcije

Tako dolazimo do trećeg Njutnovog zakona koji glasi:

Sile kojima dva tela deluju jedno na drugo jednake su po pravcu i intenzitetu, a suprotne po smeru.

Ako sa F_{12} označimo silu kojom prvo telo deluje na drugo, a sa F_{21} silu kojom drugo telo deluje na prvo, matematički izraz trećeg Njutnovog zakona se može predstaviti kao:

$$F_{12} = F_{21}$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

gde je F_{12} sila akcije ili dejstvo, a F_{21} sila reakcije ili protiv dejstvo.

Ove dve sile se ne razlikuju u tom smislu da je jedna „uzrok“, a druga „posledica“, one istovremeno nastaju i nestaju.

Njutn je zapazio da izolovana sila ne može postojati - sile uvek postoje u parovima. Prema tome, pri govoru o sili u mehanici treba imati u vidu dva tela i dve sile.

Zbog toga se ovaj zakon još naziva i **zakon akcije i reakcije**.

Svaka akcija (F_{12}) izaziva silu reakcije (F_{21}), koja ima isti intenzitet i pravac, a suprotan smer.

Tako je u primeru sa čekićem i ekserom akcija delovanje čekića na ekser, a reakcija dejstvo eksera na čekić.

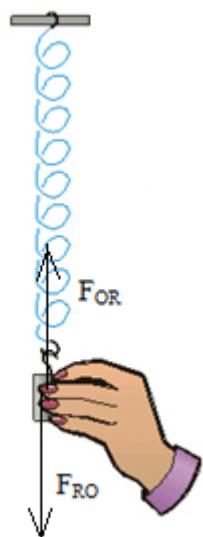
Treba podvući da sile o kojima se govori u trećem Njutnovom zakonu deluju na različita tela i zato se ne mogu uzajamno kompenzovati. Međusobno mogu da se ponište samo sile koje deluju na jedno isto telo.

5.1. Primeri dejstava sila akcije i reakcije

Sile akcije i reakcije deluju na različita tela i uvek su iste prirode (kontaktne¹, električne, gravitacione itd.).

Dalje će biti navedeni primeri koji opisuju dejstva sila akcije i reakcije.

1) Primer za kontaktne sile akcije i rakcije (Slika 7).



F_{RO} - sila (kontaktna) kojom teg deluje na oprugu, ili sila kojom ruka posredno (preko tega) deluje na oprugu

F_{OR} - sila (kontaktna) kojom opruga deluje na teg, ili sila kojom opruga posredno (preko tega) deluje na ruku

Slika 7

Kontaktne sile akcije i reakcije

¹ Sile su kontaktne ukoliko pri interakciji postoji dodir između tela.

- 2) Primer za gravitacione sile akcije i reakcije (Slika 8).

F_{ZM} - sila (gravitaciona) kojom Zemlja privlači Mesec

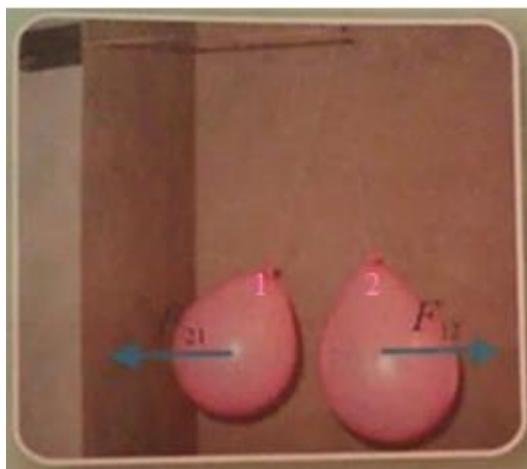
F_{MZ} - sila (gravitaciona) kojom Mesec privlači Zemlju



Slika 8

Gravitacione sile akcije i reakcije

- 3) Primer za električne sile akcije i rakcije (Slika 9).



F_{21} - sila (električna) kojom balon 2 odbija balon 1

F_{12} - sila (električna) kojom balon 1 odbija balon 2

Slika 9

Električne sile akcije i reakcije

Evo još nekoliko primera iz svakodnevnog života i ogleda kojima se može pokazati dejstvo sila akcije i reakcije:

- 4) Pri pucanju iz puške, tj. pilikom pritiska na okidač (sila akcije) zrno izleće napolje (Slika 10), u istom trenutku dolazi do uzmaka puške (sila reakcije).

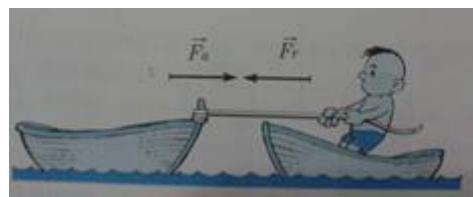


Slika 10

Primer akcije i reakcije: pucanje iz puške

- 5) Ako iz čamca na mirnom jezeru vučemo užetom drugi čamac (Slika 11), zapazićemo da će se oni jedan drugome približiti.

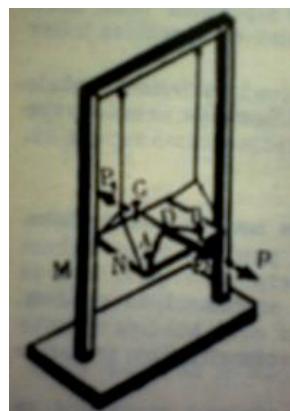
Ukoliko su mase praznog čamca i čamca s dečakom jednake, usled dejstva sila akcije i reakcije čamci će se jednakom približiti jedan drugome. Ali ukoliko su mase različite, npr. ako je masa čamca s dečakom veća od mase praznog čamca, onda će se lakši čamac više pomeriti u odnosu na teži i obrnuto, ako je masa čamca s dečakom manja od praznog čamca, tada će se prazan čamac manje pomeriti u odnosu na čamac s dečakom.



Slika 11

Primer akcije i reakcije: pomeranje čamaca na vodi

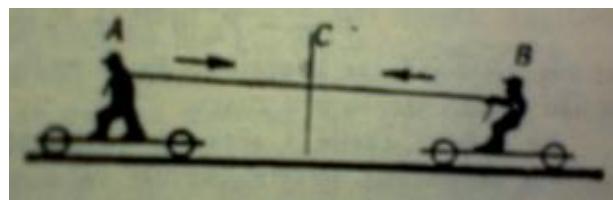
- 6) Ovaj primer predstavlja jedan ogled: Na stalku M (Slika 12) obesimo horizontalnu dasku N kao ljudišku. Na toj dasci utvrđimo tri eksere A, B, C. Za eksere A i B vežemo krajeve gumene niti ADB. Pomoću konca vezanog za eksjer C i sredinu gumene niti D, treba ovu nit održavati zategnuto kao praćku. Uz gumenu nit prislonimo jedan kraj metalne šipke E, koja leži na dasci N. Čim prekinemo konac CD pomoću zapaljene šibice, gumena nit će odbaciti napred šipku E silom P (akcija), usled čega će se daska N odbiti u suprotnom smeru silom P_1 (reakcija).



Slika 12

Aparatura za izvođenje ogleda

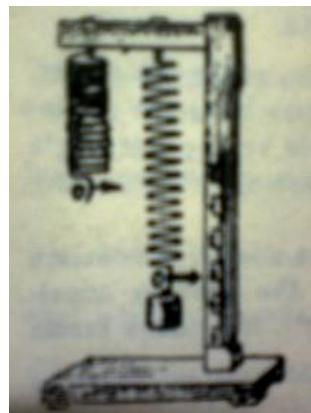
7) Neka dva čoveka stoje na lakim kolicima (Slika 13), koja se nalaze na glatkoj dasci i drže krajeve užeta (pretpostavimo da ova dva čoveka zajedno sa kolicima imaju približno iste mase). Ako jedan od njih, npr. A vuče drugog, tj. ako skraćuje rukama dužinu užeta dok drugi B čvrsto pridržava uže na suprotnom kraju, kolica će se jedna drugima približiti i sastaće se na sredini međusobnog rastojanja kod C. Dakle, dejstvo je isto kao da je čovek B vukao kolica na kojima se nalazi čovek A.



Slika 13

Primer akcije i reakcije: pomeranje kolica

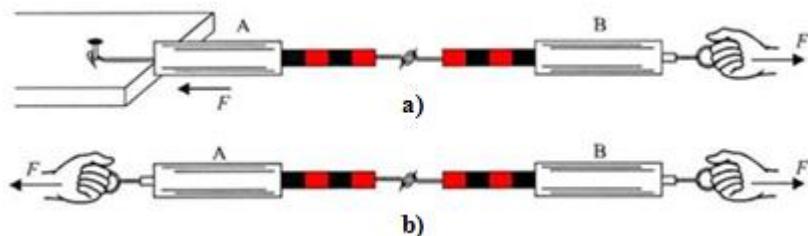
8) Posmatrajmo savijenu elastičnu zavojnicu čiji je jedan kraj utvrđen za stativ (Slika 14). Ako na slobodnom kraju zavojnice vežemo teg, ona će se sve više istezati, ukoliko je teg teži od zavojnice. Pri tome se tačka O pomera do izvesne daljine od svog prvobitnog položaja u kome je bila pre opterećenja, a zatim se umiruje. U ovom trenutku je nastupila ravnoteža, što znači da na tačku O vertikalno naviše deluje neka druga sila kao reakcija, koja je jednaka težini tega, tj. akciji. Ta reakcija je u stvari sila elastičnosti kojom se zavojnica protivi istezanju.



Slika 14

Primer akcije i reakcije: istezanje elastične zavojnice

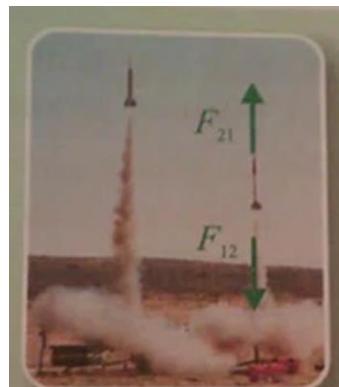
- 9) Kada se jedan dinamometar učvrsti (Slika 15a), a drugi vuče, kazaljka kod oba dinamometra treba da pokazuje istu merenu vrednost. Isto se događa i kada dva čoveka vuku dinamometre u suprotnim smerovima (Slika 15b).



Slika 15

Primer akcije i reakcije: istezanje dinamometara

- 10) Na zakonu akcije i reakcije zasnovano je kretanje rakete. Motor raketne izbacuje velikom brzinom gasove nastale sagorevanjem raketnog goriva (Slika 16). Ovi gasovi deluju na raketu reaktivnom silom pa se ona kreće u smeru suprotnom od smera njihovog isticanja.



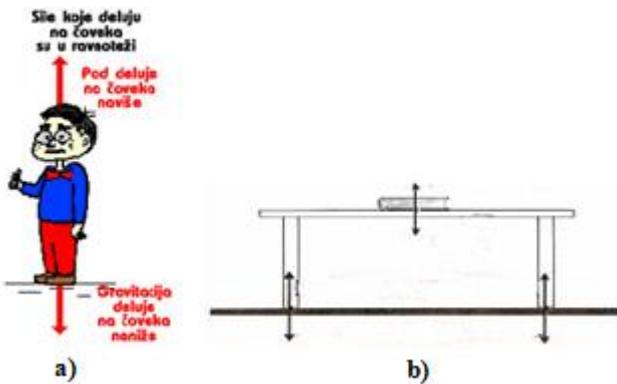
F_{21} - sila kojom
gasovi potiskuju raketu

F_{12} - sila kojom raketa
izbacuje gasove

Slika 16

Primer akcije i reakcije: lansiranje rakete

- 11) Svako telo deluje na horizontalnu podlogu silom koja je jednaka težini tog tela (Slike 17a i 17b), a istovremeno i podloga deluje na telo silom iste jačine i pravca, a suprotnog smera (sila normalne reakcije podloge).

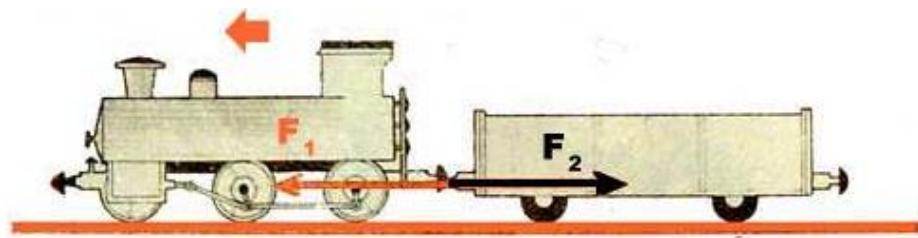


Slika 17

Primer akcije i reakcije: a) dejstvo bića; b) dejstvo predmeta na podlogu

- 12) Spojnice između lokomotive i vagona zatežu dve sile (Slika 18). U smeru kretanja deluje vučna sila lokomotive (F_1), dok u suprotnom smeru deluje vagon i to silom istog intenziteta (F_2).

Ali i lokomotiva i vagon će se pokrenuti u istom smeru zahvaljujući postojanju vučne sile, koju proizvodi lokomotiva, i rezultantne sile svih otpora. Jer ako je razlika ovih sila veća od nule, sistem (lokomotiva + vagon) će ubrzavati, ako je manja od nule - usporavaće, a ako je razlika jednak nuli sistem će se kretati ravnomerno.



Slika 18

Primer akcije i reakcije: zatezanje spojnica između lokomotive i vagona

Na osnovu svih ovih primera se može zaključiti da iako su sile akcije i reakcije jednake, posledice njihovih dejstava nisu, jer su i tela na koja deluju najčešće različita.

Pored gore već pomenutog ograničenja Njutnovih zakona da mogu opisivati kretanja tela čije su brzine manje od brzine svetlosti u vakuumu, takođe važi da se ovi zakoni mogu

primenjivati na interakcije između čestica koje se nalaze na međusobnom rastojanju većem od 10^{-10} m.

Ali bez obzira na svoje granice klasična (Galilej - Njutnova) mehanika je i dalje nezamenljiva pri opisivanju mehaničkog kretanja tela (čestica) i makroskopskih pojava i procesa.

6. Jednostavni ogledi i zadaci rađeni na času obrade novog gradiva

Jednostavni ogledi se mogu realizovati pomoću materijala koji se nalazi svuda oko nas.

Mogu se koristiti od najnižeg uzrasta učenika pa do kraja srednjeg obrazovanja.

Pomoću ovih ogleda se demonstrira fizička pojava. Ogledi se mogu izvoditi na času, a mogu ih i sami učenici izvoditi kod kuće.

Ukoliko se koriste u nastavi, uz odgovarajuće vođenje od strane nastavnika, mogu poslužiti za uvođenje naučnog metoda. Naučni metod je baziran na ustanovljavanju zakonitosti zasnovanih na činjenicama. Primena ovog metoda omogućuje opažanje bliskih predmeta i fenomena iz realnog sveta i eksperimentisanje na njima.

Da bi se realizovao ovaj metod u nastavi neophodno je pridržavati se svih njegovih elemenata: hipoteza, ogled, prikaz rezultata, zaključak i ključne reči.

Kroz ovakav rad podstiče se razmišljanje učenika, razvijaju veštine da na osnovu poznavanja matematičkog aparata dublje analiziraju pojave, kao i veštine usmenog objašnjenja pojava koje se u ogledima prikazuju.

Takođe, ogledi omogućuju proveru teorijskog znanja, bolje razumevanje pojava u prirodi, podstiču kreativnost i radoznalost učenika.

Što se tiče izvođenja ovih ogleda kod kuće, nastavnik treba da skrene učenicima pažnju koje oglede mogu probati sami da izvedu. Jer za razumevanje i analizu ogleda, bez obzira na relativnu lakoću njegovog izvođenja, neophodno je poznavanje određenog matematičkog aparata, što zahteva prethodno predznanje. Zbog toga je nastavnik taj koji treba da: poznaje uzrast učenika, razmisli o njihovom predznanju, postavi cilj ogleda, pripremi sredstva koja su potrebna za izvođenje ogleda i da pripremi svaku fazu za realizaciju naučnog metoda.

Dalje će biti navedeni jednostavni ogledi i zadaci koji su rađeni na času obrade novog gradiva.

6.1. Samohodna kutija

Potreban materijal (Slika 19a):

- manja kutija bez poklopca
- balon
- klikeri ili plastični kolutovi
- štipaljka
- makaze

Izvođenje ogleda:

Rasporediti plastične kolutove na podlozi (Slika 19b), napraviti otvor na kutiji (pomoću makaza). Staviti balon u kutiju i provući grlić balona kroz napravljeni otvor. Naduvati balon i zatvoriti grlić štipaljkom. Staviti kutiju na kolutove i ispustiti vazduh iz balona (skloniti štipaljku).

Posmatrati šta će se dogoditi. Kutija će se pokrenuti.



Slika 19a

Potreban materijal



Slika 19b

Realizovanje ogleda

Objašnjenje:

Kada se štipaljka skine s balona, vazduh izlazi pod dejstvom sile elastičnosti balona, to je sila akcije, pa se kutija pokreće u suprotnom smeru u odnosu na smer isticanja vazduha kao posledica delovanja sile reakcije.

Ovaj ogled pokazuje delovanje sila akcije i reakcije, a takođe za starije razrede može da posluži kao ogled za zakon održanja impulsa:

Impuls vazduha koji izlazi iz balona je \vec{p}_v . U početnom trenutku, pre skidanja štipaljke sistem (kutija sa balonom) miruje i njegov impuls je $\vec{p}_k = 0$. Posle skidanja štipaljke kutija s balonom dobija impuls u suprotnom smeru. Na osnovu zakona održanja impulsa biće:

$$\begin{aligned}\vec{p}_k &= \vec{p}_v + \vec{p}'_k \\ 0 &= \vec{p}_v + \vec{p}'_k \\ \vec{p}_v &= -\vec{p}'_k\end{aligned}$$

Zato kutija s balonom dobija impuls u suprotnom smeru od smera isticanja vazduha i kotrlja se preko klikera sve dok se usled trenja ne zaustavi. Znači, ukupan impuls sistema pre i nakon ispuštanja vazduha iz balona se ne menja.

6.2. Kako pokrenuti autić?

Potreban materijal (Slika 20a):

- dečiji autić
- balon
- slamčica
- lepljiva traka

Izvođenje ogleda:

Jedan kraj slamčice ubaciti u balon i pomoću lepljive trake fiksirati je za balon (Slika 20b). Zatim tu slamčicu s balonom zlepiti za autić. Naduvati balon i pustiti da vazduh izlazi. Posmatrati šta se događa. Autić se pokreuo.



Slika 20a

Potreban materijal



Slika 20b

Realizovanje ogleda

Objašnjenje:

Slično kao i u prethodnom ogledu, pod dejstvom sile elastičnosti balona (sile akcije) vazduh izlazi, a pošto se sila akcije i sila reakcije javljaju u paru, autić se pokreće u istom pravcu, a suprotnom smeru od smera isticanja vazduha (dejstvo sile reakcije).

6.3. Balon raka

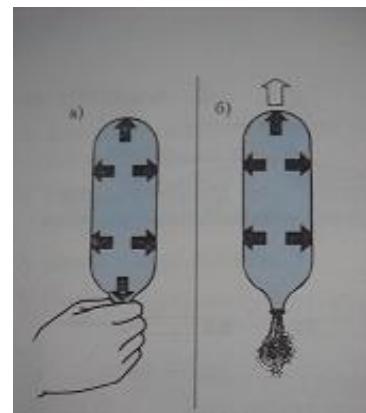
Potreban materijal:

- dečiji balon

Izvođenje ogleda:

Naduvati balon i okrenuti ga otvorom na dole (Slika 21).

Pustiti da vazduh izlazi. Šta se događa s balonom?



Slika 21

Objašnjenje ogleda:

Realizovanje ogleda

Pod dejstvom sile elastičnosti zidovi balona deluju na vazduh i potiskuju ga napolje. Sila elastičnosti ovde predstavlja silu akcije, a sila reakcije je delovanje vazduha na balon, zbog čega balon odleće u smeru koji je suprotan smeru isticanja vazduha.

Na ovom principu se zasniva i lansiranje raka. Naime, raka izbacuje velikom brzinom gasove razvijene sagorevanjem baruta ili kakve druge eksplozivne materije i zbog toga se kreće u suprotnom smeru, odnosno odvaja se od zemlje i kreće se prema nebu.

Usvojeni pojmovi:

Svi ovi ogledi se uvode da bi se usvojio jedan ključni pojam, a to je treći Njutnov zakon, odnosno jednakost sila akcije i reakcije.

6.4. Zadaci

1. Čekić deluje na ekser silom 120 N. Koliki je intenzitet sile kojom ekser deluje na čekić?

Podaci: $F_{12} = 120 \text{ N}$

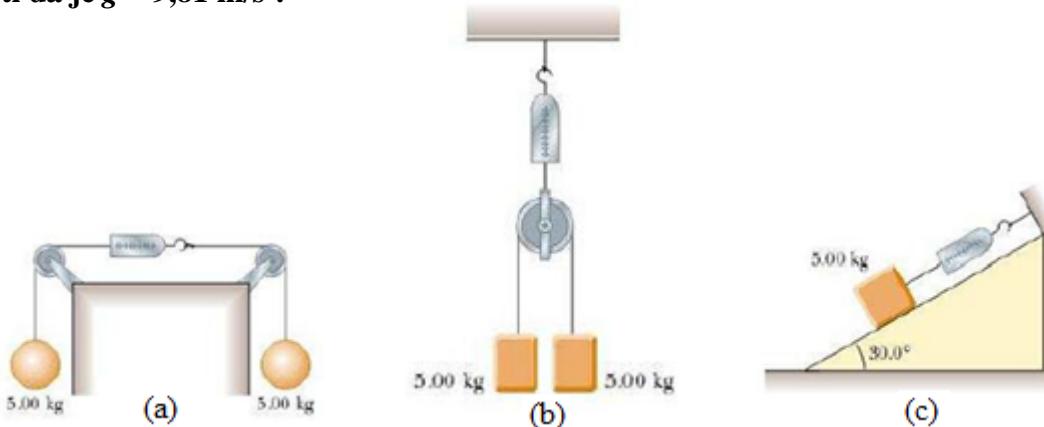
Traži se: $F_{21} = ?$

Rešenje: $F_{12} = F_{21} \Rightarrow F_{21} = 120 \text{ N}$

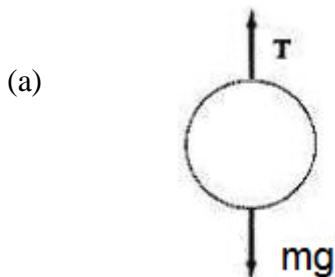
Odgovor: Intenzitet sile kojom ekser deluje na čekić je 120 N.

2. Koliku silu pokazuje dinamometar na datim slikama (pod a, b i c)?

Uzeti da je $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$.

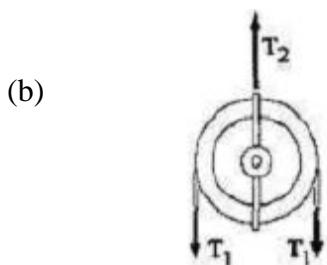


Rešenje:



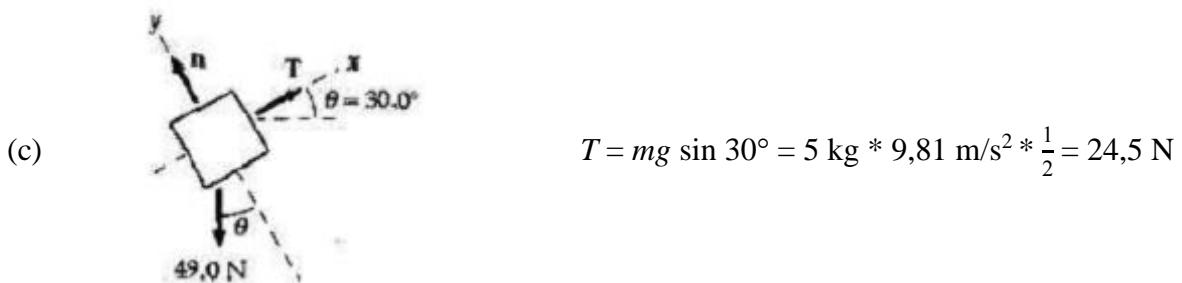
$$T + mg = 0$$

$$|T| = |mg| = 5 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 49,05 \text{ N}$$



$$T_2 + 2T_1 = 0$$

$$|T_2| = 2|T_1| = 2 * 5 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 98,1 \text{ N}$$



3. Milan i Petar stoe na klizaljkama na ledu i drže kanap (kao što je prikazano na slici). Milan povuče kanap silom od 12 N. Ako je Milanova masa 50 kg, a Petrova 30 kg, odrediti ubrzanje dečaka i vreme do njihovog susreta, ako je početno rastojanje između njih bilo 10 m.

Podaci: $F_{MP} = 12 \text{ N}$

$$m_M = 50 \text{ kg}$$

$$m_P = 30 \text{ kg}$$

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

Traži se: $a_M = ?, a_P = ?, t = ?$

Rešenje: $|F_{MP}| = |F_{PM}|$

$$a_M = \frac{F_{PM}}{m_M} = \frac{12 \text{ N}}{50 \text{ kg}} = 0,24 \text{ m/s}^2$$

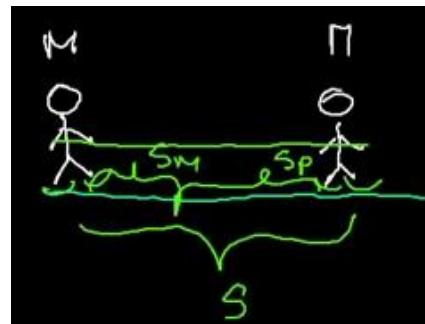
$$a_P = \frac{F_{MP}}{m_P} = \frac{12 \text{ N}}{30 \text{ kg}} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

$$s = s_P + s_M$$

$$s_P = \frac{a_P t^2}{2}$$

$$s_M = \frac{a_M t^2}{2}$$

$$s = \frac{a_P t^2}{2} + \frac{a_M t^2}{2} \Rightarrow t^2 = \frac{2s}{a_P + a_M} = \frac{2 * 10 \text{ m}}{0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 0,24 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 31,25 \text{ s}^2 \Rightarrow t = 5,6 \text{ s}$$



7. Metodologija pedagoškog eksperimenta

U ovom delu rada je opisana metodologija pedagoškog eksperimenta. Predstavljeni su problem, predmet, cilj i zadaci eksperimenta, uzorak, instrumenti, metod obrade podataka i postupak kojim je eksperiment realizovan.

7.1. Problem, predmet i cilj eksperimenta

Problem kojim se bavi ovaj eksperiment je sadržan u pitanju kakav je uticaj jednostavnih ogleda na obrazovni učinak učenika. Predmet eksperimenta je uticaj jednostavnih ogleda, primenjenih u obradi nastavne jedinice treći Njutnov zakon na obrazovni učinak učenika. Cilj eksperimenta je upravo ispitivanje ovog uticaja.

Zadaci eksperimenta:

- Ispitati zainteresovanost učenika za nastavu fizike
- Ispitati uticaj jednostavnih ogleda na kognitivni nivo² učenika

7.2. Uzorak i postupak eksperimenta

Pedagoški eksperiment je realizovan u Osnovnoj školi „Emilija Ostojić“ u opštini Požega, u novembru 2014. godine. Njime su bila obuhvaćena 2 odeljenja sedmog razreda, oba odeljenja su u proseku imala po 20 učenika.

Učenici oba odeljenja su prvi čas popunjavali anketu. Anketa je bila anonimna, a cilj joj je bio da ispita stavove učenika o tome da li vole fiziku i da li vole da rade zadatke i eksperimente.

Pre realizacije eksperimenta učenici su radili inicijalni test. Pitanja na testu su se odnosila na gradivo koje su do tada učili (gradivo iz oblasti *Kretanje* i gradivo iz šestog razreda koje je povezano s kretanjem). Rezultati testa su omogućili da se odredi koje odeljenje će biti uzeto za kontrolnu, a koje za eksperimentalnu grupu.

² Pod „kognitivnim“ se smatraju takve aktivnosti kao što su pamćenje i reprodukcija znanja, mišljenje, rešavanje problema, kreativnost.

Sledeći čas je obrađivano novo gradivo, odnosno kako je već navedeno nastavna jedinica je bila „Treći Njutnov zakon“. Ali, ova jedinica je različito obrađena u ova dva odeljenja. Naime, u odeljenju, koje je po rezultatima testa pokazalo lošije rezultate, nastavna jedinica je obrađena uz korišćenje jednostavnih ogleda, koje su učenici sami izvodili, a u drugom, boljem odeljenju, sve isto je rađeno samo bez ogleda, dakle tradicionalan pristup uz korišćenje samo krede i table.

Evo kako je izgledao postupak izvođenja ogleda: učenici su se podelili u manje grupe, svaka grupa je dobila određeni materijal (koji je potreban za izvođenje odgovarajućeg ogleda), zatim su grupe dobile zadatke. Zadatak je, u stvari, bio da koristeći dobijene materijale naprave ogled pomoću koga će pokazati treći Njutnov zakon, s tim da je bilo više različitih ogleda (ranije navedeni), pa nisu mogli da „prepisuju“ jedni od drugih već su morali da razmišljaju kako da ga realizuju. Za razmišljanje kako da realizuju ogled imali su određeno vreme, sve što im nije bilo jasno mogli su da pitaju, a takođe su dobijali određene smernice da li su na dobrom putu ili ne. Nakon isteka tog vremena svaka grupa je izabrala dva predstavnika, jedan je trebalo da izvede ogled, a drugi da ga objasni.

Na kraju je zajedno s učenicima izведен novi pojam koji je trebalo da se usvoji.

Sledeći čas učenici oba odeljenja su radili finalni test. Cilj ovog testa je bio da ispita nivo reprodukcije, nivo razumevanja i nivo primene novog gradiva kod učenika.

Nakon mesec dana od dana obrade navedene nastavne jedinice ova odeljenja su radila test retencije ili retest. Njegov cilj je bio da proveri u kolikoj se meri učenici sećaju gradiva sa časa obrade trećeg Njutnovog zakona.

7.3. Instrumenti prikupljanja podataka

Dakle, kao instrumenti pedagoškog eksperimenta korisćeni su kako je već navedeno anketa i testovi. Oni su dati u Prilozima.

Sada će biti analizirana struktura svakog od ovih instrumenata.

1. Anketa ([Prilog 2](#)). U anketi je navedeno nekoliko ajtema koji se odnose na to da li učenici vole da uče fiziku, da rade zadatke i eksperimente. Za svaki ajtem je navedena

petostepena numerička skala, gde odabirom jednog od brojeva sa skale izražavaju svoje slaganje/neslaganje sa navedenim ajtemom.

2. Inicijalni test (Prilog 3). Pitanja na testu su se odnosila na pojmove koji su sadržani u nastavnim jedinicama, u okviru nastavne teme Kretanje, predviđene nastavnim planom i programom za sedmi razred (videti [Prilog 1](#)), i u okviru nastavne oblasti Masa i gustina (oblast *Masa i gustina* je predviđena nastavnim programom za šesti razred osnovne škole).

Pitanja su raspoređena po obrazovnim nivoima (o kojima će biti više reči kasnije): nivo znanja, shvatanja i primene.

Sada će biti navedeni primeri pitanja iz testa za svaki od pomenutih nivoa.

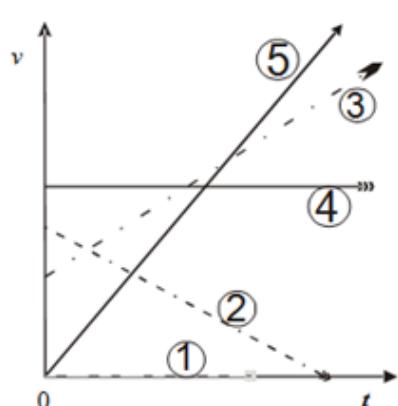
Primer pitanja za:

a) nivo znanja

2. Dopuni sledeću rečenicu: *Delovanje sile na telo dovodi do promene*
_____.

b) nivo shvatanja

5. Koji od navedenih grafika odgovara kom kretanju? (U kvadratiču ispred teksta napiši odgovarajući broj.)



	ravnomerno kretanje
	ravnomerno ubrzano kretanje bez početne brzine
	ravnomerno ubrzano kretanje sa početnom brzinom
	ravnomerno usporeno kretanje
	mirovanje

c) nivo primene

6. Autobus se kreće brzinom 54 km/h . Na kom rastojanju od stanice treba da počne da koči ako je usporenje autobusa 1 m/s^2 ?

3. Finalni test (Prilog 4).

Pitanja na testu su se odnosila na pojmove koji su uvedeni na času obrade nastavne jedinice treći Njutnov zakon, kao i na celokupno gradivo fizike iz oblasti Sila i kretanje.

Sada će biti dat kratak pregled kognitivnih nivoa u okviru Blumove taksonomije i za svaki od nivoa će biti dat primer pitanja s testa.

U svojoj prvoj verziji koju su 1956. godine razvili Blum i saradnici taksonomija je imala šest glavnih kategorija:

1. Znanje
2. Shvatanje
3. Primena
4. Analiza
5. Sinteza
6. Evaluacija

Ove kategorije predstavljaju obrazovno-vaspitne ciljeve u okviru kognitivnog područja učenikove ličnosti.

U korišćenim testovima pitanja su raspoređena u tri nivoa znanja (znanje, shvatanje i primena). Zadržana su tri nivoa jer su u okviru primene obuhvaćeni viši nivoi znanja, a to su: primena, analiza, sinteza i evaluacija.

Ovako je urađeno zbog toga što se, prema nekim stručnjacima, u nekim prirodnim naukama, poput fizike i hemije, ne može uvek insistirati na primeni znanja ukoliko se ne upotrebe i viši nivoi znanja - analiza, sinteza i evaluacija.

Znanje uključuje one oblike ponašanja i ispitnih situacija u kojima je naglašeno pamćenje, bilo da se ono ogleda u prepoznavanju ili u reprodukciji ideja, nastavnog gradiva ili različitih pojava. Znanje uključuje i procese stvaranja odnosa i prosudjivanja. Naime, od učenika se očekuje da će odgovarati i na pitanja koja se donekle razlikuju od pitanja u originalnoj situaciji učenja.

Primer takvog pitanja je trinaesto pitanje na testu:

13. Kako glasi treći Njutnov zakon, zakon akcije i reakcije?

Shvatanje. To je najniži nivo razumevanja u kome učenik zna o čemu se govori i može se na neki način koristiti gradivom ili idejom koja mu je saopštена, a da pri tome ne mora videti u kom su odnosu ti podaci s drugim gradivom i kakve su sve njihove implikacije.

Primer pitanja za ovaj kognitivni nivo je osamnaesto pitanje na testu:

18. Dva dečaka su na koturaljkama i zatežu uže. Kada dečak A vuče konopac:

- a) dečak B će se kretati prema dečaku A
- b) dečak A će se kretati prema dečaku B

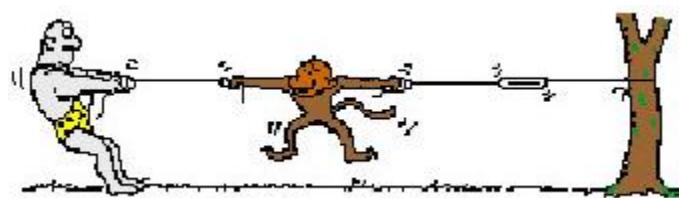
c) obojica će se kretati jedan u susret drugome.

Primena. Da učenik može primeniti znanje dokazuje time što će se s njim ispravno služiti u situaciji u kojoj putevi i načini rešavanja nisu određeni.

U primeni se valja setiti i iskoristiti neku generalizaciju ili odgovarajući princip koji se odnosi na zadato gradivo.

Takvo je na primer devetnaesto pitanje na testu:

19. Odredite sve parove sila akcije i reakcije na slici:



4. **Test retencije (Prilog 5).** Pitanja na ovom testu su se odnosila samo na pojmove uvedene prilikom obrade trećeg Njutnovog zakona.

I u ovom testu pitanja su raspoređena po obrazovnim nivoima.

Primer pitanja za nivo znanja:

1. Treći Njutnov zakon se naziva i :

- a) Zakon akcije
- b) Zakon reakcije
- c) Zakon akcije i reakcije

Primer pitanja za nivo shvatanja:

3. Ako lopta deluje silom 30 N na mrežicu koša, kolika je sila kojom mrežica deluje na loptu?

Primer pitanja za nivo primene:

5. Kada opalite iz pištolja, on trza unazad. To je posledica delovanja sila akcije i reakcije.

Kakvo je ubrzanje pištolja pri trzaju:

a)

b)

c)

manje od ubrzanja metka isto kao i ubrzanje metka veće od ubrzanja metka

7.4. Metod obrade podataka

Prilikom obrade podataka primenjena je statistička mera proseka. Dobijeni rezultati su predstavljeni tabelarno i radi bolje preglednosti prikazani su grafički.

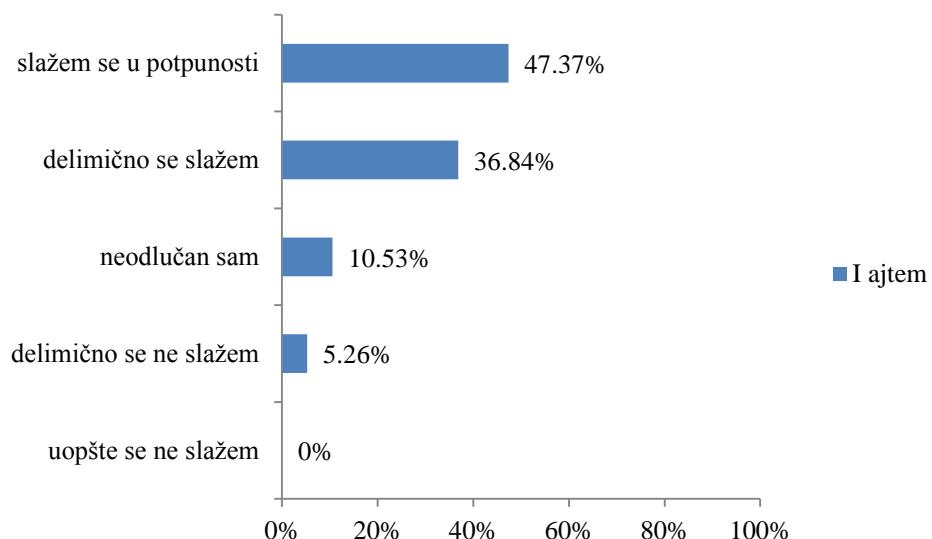
8. Rezultati pedagoškog eksperimenta i diskusija

8.1. Mišljenje učenika o nastavnom predmetu Fizika

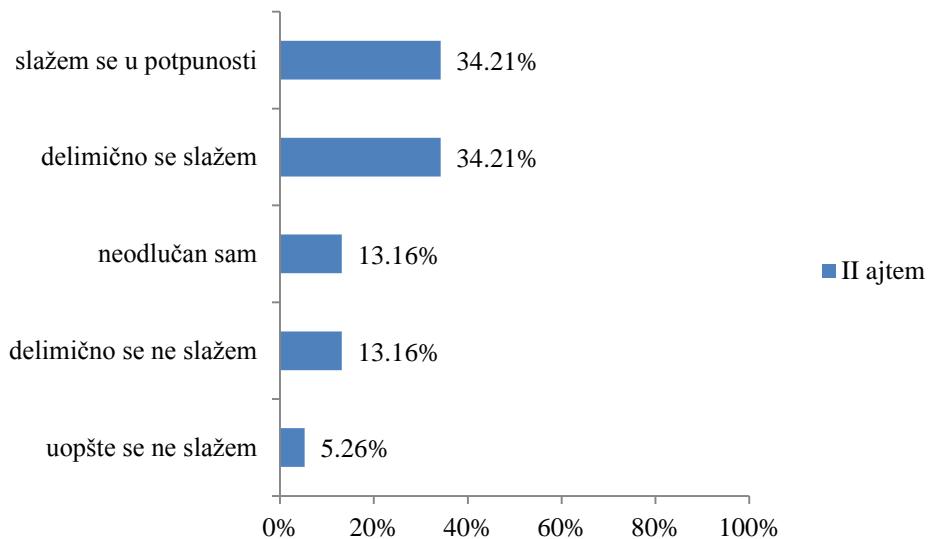
Mišljenje učenika o nastavnom predmetu Fizika je ispitano pomoću ankete koja sadrži 7 ajtema. Uz svaki ajtem je ponuđena petostepena skala, pri čemu vrednosti od 1 do 5 označavaju stepen slaganja učenika s ajtemom (1 – uopšte se ne slažem, 2 – delimično se ne slažem, 3 – neodlučan sam, 4 – delimično se slažem, 5 – slažem se u potpunosti).

Sada će za svaki od ajtema biti dat grafički rezime svih odgovora.

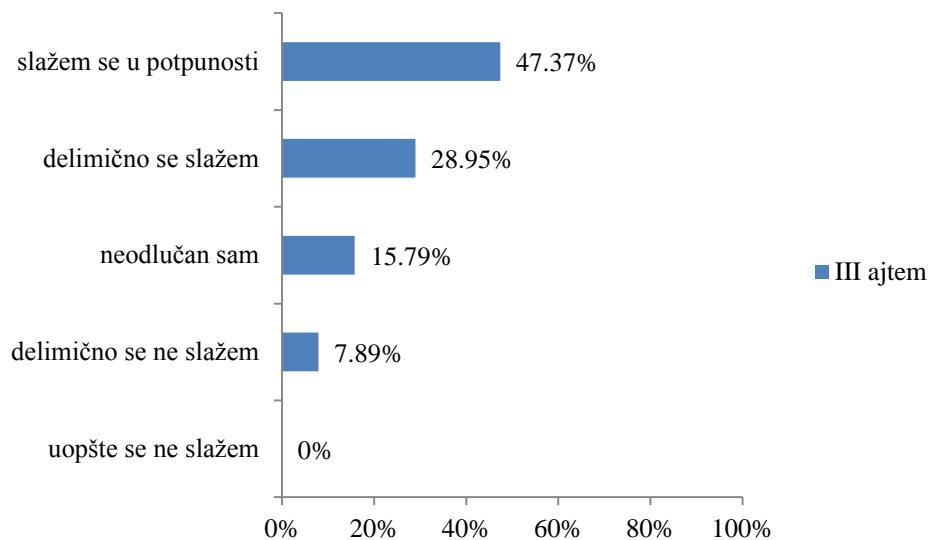
1. Fizika je zanimljiva.



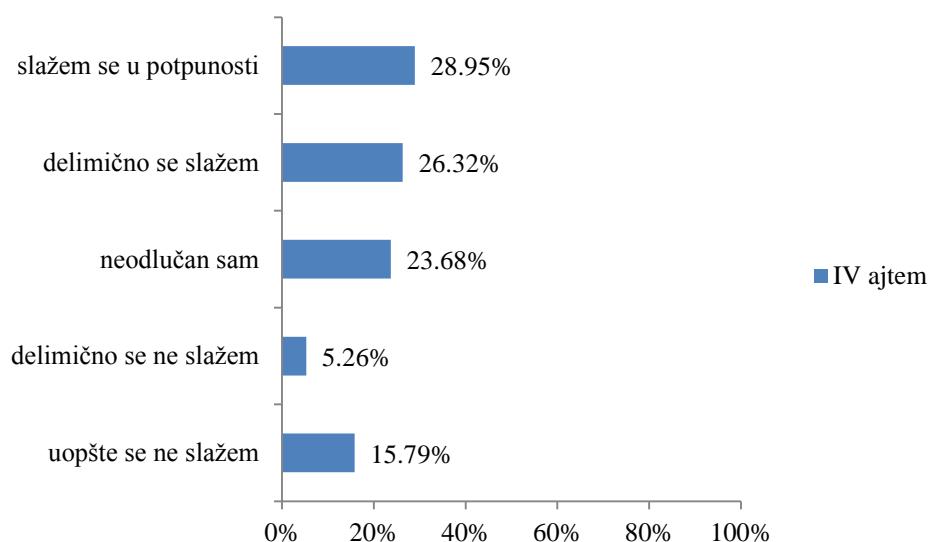
2. Volim da učim fiziku.



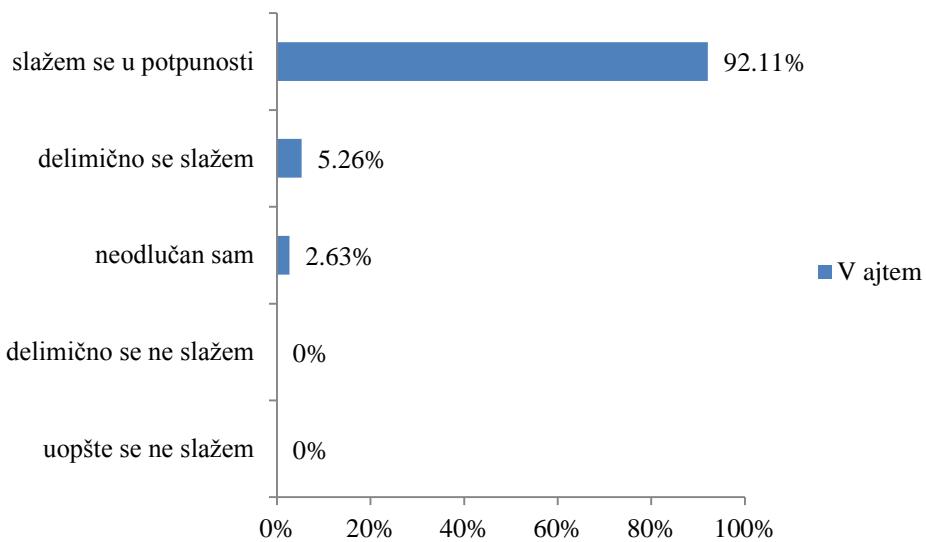
3. Volim da radim zadatke iz fizike.



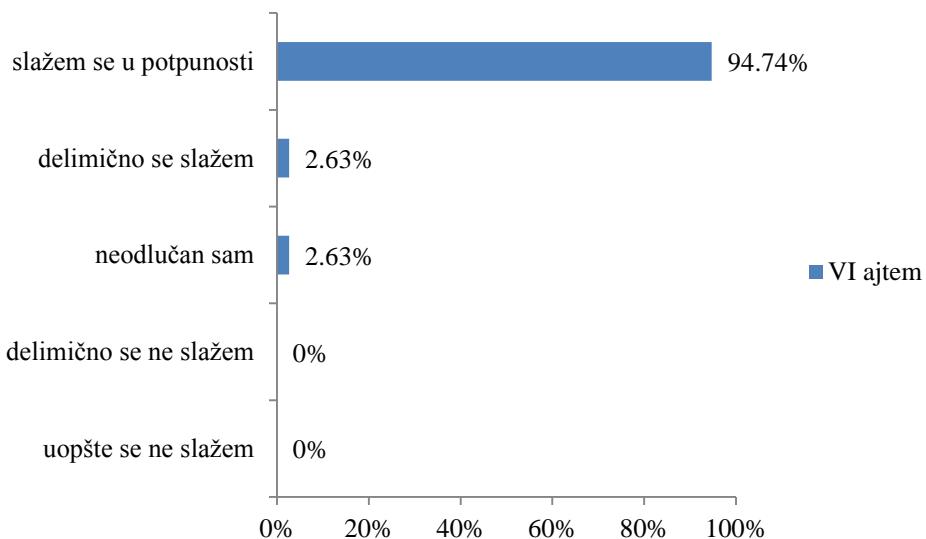
4. Na časovima fizike treba da se radi više zadataka.



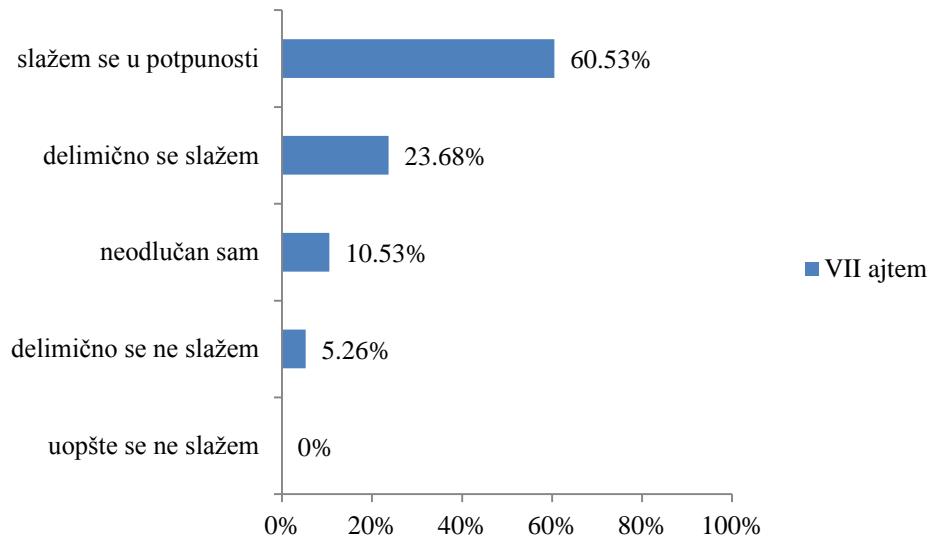
5. Eksperimenti iz fizike su zanimljivi.



6. Volim da radim eksperimente.



7. Na časovima fizike treba da se radi više eksperimenata.



Kako pokazuju rezultati ankete učenici su izrazili slaganje s većinom ajtema. Najviše su se složili s ajtemima da su eksperimenti iz fizike zanimljivi, da vole da rade eksperimente i da na časovima fizike treba da se radi više eksperimenata. Ono što se još može navesti jeste da nijedan učenik nije izrazio neslaganje sa svim ajtemima, dok za pojedine ajteme postoji neslaganje, ali u jako malim procentima. Što se tiče slaganja, tri su učenika izrazila potpuno slaganje sa svim ajtemima.

8.2. Ispitivanje prethodnog znanja učenika

Test I (Inicijalni test)

Ovaj test sadrži 6 zadataka s maksimalnim skorom 16. Struktura testa po tipovima pitanja izgleda ovako:

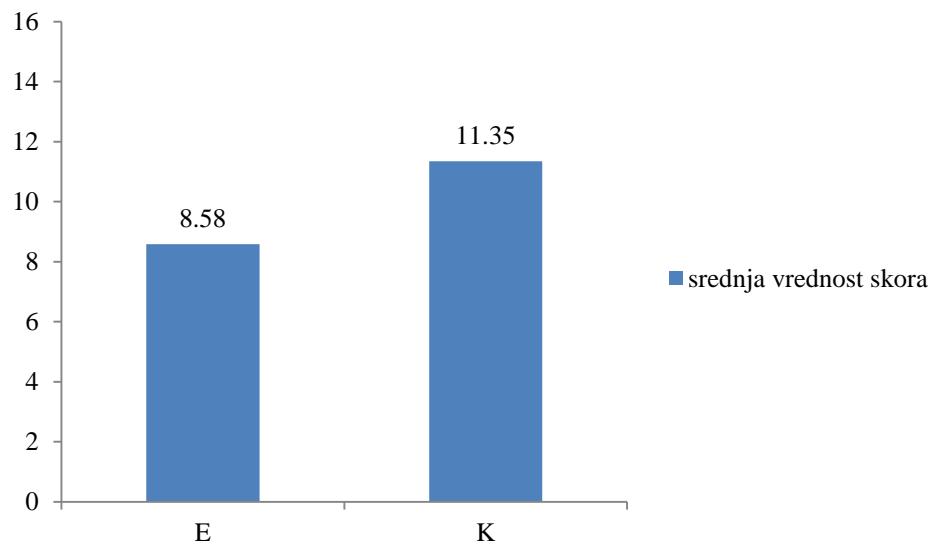
1. Zadaci otvorenog tipa (2 zadatka)
2. Zadaci višestrukog izbora (1 zadatak)
3. Zadaci dopunjavanja (1 zadatak)
4. Numerički zadaci (2 zadatka)

U Tabeli 1 su date srednje vrednosti skorova koje su eksperimentalna i kontrolna grupa postigle na ovom testu, i takođe su prikazane grafički (Grafik 1).

Tabela 1

Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe na testu I

Test I	Eksperimentalna grupa (E)	Kontrolna grupa (K)
srednja vrednost skora	8,58	11,35



Grafik 1

Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe na testu I

Ova dva odeljenja, tačnije grupe (eksperimentalna i kontrolna) u eksperiment su ušla sa neujednačenim znanjem kao što pokazuju rezultati merenja znanja prikazani u tabeli i na grafiku.

Grupa koja je postigla bolji uspeh uzeta je za kontrolnu.

8.3. Ispitivanje usvojenog znanja učenika nakon časa obrade novog gradiva

Test II (Finalni test)

Ovaj test sadrži 21 zadatak s maksimalnim skorom 49. Kao što je već pomenuto pitanja su raspoređena po obrazovnim nivoima, a takođe i maksimalan skor za svaki od nivoa, tako da je maksimalan skor za nivo znanja 13, za nivo shvatanja 15 i za nivo primene 21.

Struktura testa po tipovima pitanja izgleda ovako:

1. Zadaci otvorenog tipa (10 zadataka)

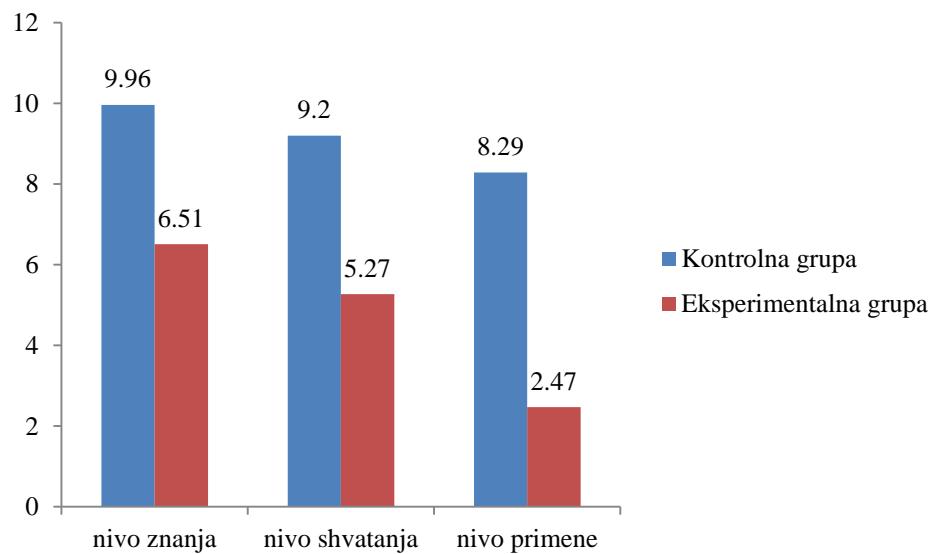
2. Zadaci zatvorenog tipa (11 zadataka)

Za svaki od nivoa (nivo znanja, nivo shvatanja i nivo primene) su date srednje vrednosti skorova koje su ostvarili eksperimentalna i kontrolna grupa (Tabela 2), a takođe su ti rezultati predstavljeni i grafički (Grafik 2).

Tabela 2

Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe na testu II

Test II	Eksperimentalna grupa (E)	Kontrolna grupa (K)
sr. vr. skora za nivo znanja	6,51	9,96
sr. vr. skora za nivo shvatanja	5,27	9,20
sr. vr. skora za nivo primene	2,47	8,29



Grafik 2

Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe na testu II

Kao što se iz rezultata testa može videti kontrolna grupa je opet pokazala bolje rezultate nego eksperimentalna na svim obrazovnim nivoima. I jedna i druga grupa postigle su najveći uspeh u reprodukciji znanja, slabiji rezultat je postignut na nivou shvatanja, a najslabiji na nivou primene.

Mogući razlozi nedovoljnog uspeha eksperimentalne grupe su:

- učenici se prvi put susreću s jednostavnim ogledima u nastavi fizike, a s ovim u vezi je
- neusredsredost na povezivanje znanja s onim što se u ogledima dešava
- nedovoljno vreme za obradu nastavne jedinice, s obzirom na vreme potrebno za realizaciju ogleda, dok je kod kontrolne grupe, budući da nisu rađeni ogledi, bilo više vremena da se šire obradi nastavna jedinica. Naime, pored teorije koja je u sklopu date nastavne jedinice, navedeni su brojni primeri iz svakodnevnog života, ovo je učenicima bilo veoma zanimljivo i sami su se uključivali navodeći primere za koje su smatrali da dobro opisuju izneti teorijski sadržaj. Osim ovoga urađeno je i nekoliko računskih zadataka.
- lično neiskustvo predavača u ulozi nastavnika, odnosno u radu s učenicima, zbog čega nisu možda dovoljno analizirani svi aspekti ogleda koji su rađeni (npr. ako ogled nije uspeo, trebalo je prodiskutovati zbog čega nije uspeo, šta je sve uticalo na to, koju to pojavu iz svakodnevnog života opisuje ogled ili da li dati ogled može poslužiti za opisivanje još neke pojave).

8.4. Ispitivanje znanja učenika nakon mesec dana od časa obrade novog gradiva

Test III (Test retencije)

Ovaj test sadrži 6 zadataka s maksimalnim skorom 15. Struktura testa po tipovima pitanja izgleda ovako:

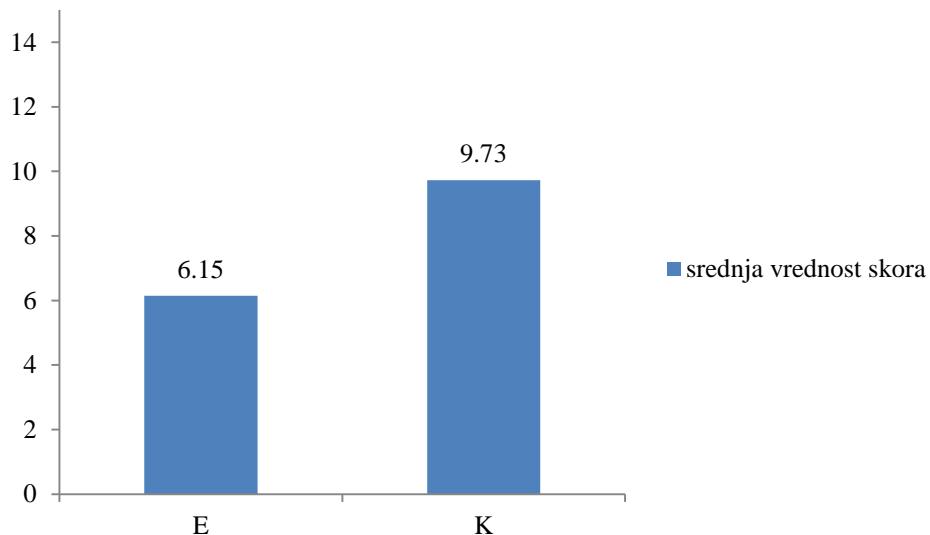
1. Zadaci višestrukog izbora (3 zadatka)
2. Zadaci grafičkog označavanja (1 zadatak)
3. Numerički zadaci (2 zadatka)

U Tabeli 3 i na Grafiku 3 su prikazane srednje vrednosti skorova koje su ostvarili eksperimentalna i kontrolna grupa na testu III.

Tabela 3

Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe na testu III

Test III	Eksperimentalna grupa (E)	Kontrolna grupa (K)
srednja vrednost skora	6,15	9,73



Grafik 3

Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe na testu III

Kontrolna grupa koja je od početka bila bolja i ostala je bolja. Mogući razlozi neuspeha eksperimentalne grupe već su navedeni. Osim toga, predavač prvi put dolazi u ta odeljenja i ne poznaje decu. Kada bi proveo više vremena sa njima, više bi ih upoznao, verovatno bi i korigovao koncepciju oko izvođenja ogleda, i samog pristupa času dok ne bi dobio neki model u okviru koga bi se učenici dobro snalazili i postizali bolje rezultate.

Ali ako su rezultati čak i ovakvi ne treba se razočarati i odustajati od primene ogleda. Bitno je da su ogledi uvedeni u nastavu i treba insistirati da ostanu njen sastavni deo. Da bi bilo vidljivih rezultata uticaja ogleda na obrazovni učinak učenika potrebno je da prođe određeni vremenski period. To vreme je neophodno pre svega učenicima da se naviknu na izvođenje ogleda i veću angažovanost na času, a sa druge strane i nastavicima da isplaniraju i organizuju čas.

9. Zaključak

U ovom radu su predstavljeni rezultati jednog pedagoškog eksperimenta sprovedenog sa ciljem da se ispita uticaj jednostavnih ogleda na obrazovni učinak učenika. Predmet ovog eksperimenta je bio uticaj jednostavnih ogleda, primenjenih u obradi nastavne jedinice „Treći Njutnov zakon“ na obrazovni učinak učenika. Rezultati sprovedenog eksperimenta treba da daju odgovor na pitanje postavljeno ciljem eksperimenta.

Po rezultatima koji su prethodno navedeni eksperimentalna grupa, to jest grupa kod koje su primenjeni jednostavni ogledi, pokazala je lošije rezultate od kontrolne grupe, kod koje je nastava izvedena na tradicionalan način. Navedeni su mogući razlozi koji su na to uticali. Ali, bez obzira na ovakve rezultate, ne treba odustajati od primene jednostavnih ogleda u nastavi. Postoji više razloga za to. Jednostavni ogledi daju veću slobodu učenicima, tako što zahtevaju od njih da razmišljaju, da upotrebe svoje znanje, iskustvo, svoju maštu i kreativnost.

Primena ovakvog pristupa u nastavi omogućuje i razvijanje i usavršavanje određenih sposobnosti kod učenika. Naime, kroz rad u grupama kod njih se podstiče socijalizacija, uvažavanje tuđeg mišljenja, uzajamna pomoć, usavršavanje načina izlaganja i prezentovanja, takođe se kod učenika razvijaju veštine rešavanja problema i sposobnosti upotrebe znanja u novim situacijama.

Da bi učenici stekli potrebne navike ponašanja i naučili svoje zadatke pri izvođenju jednostavnih ogleda, potrebno je oglede kontinuirano koristiti u nastavi, naravno kad god to nastavna jedinica omogućava.

Sa druge strane, jednostavne oglede treba koristiti u nastavi jer je čine zanimljivom i interesantnom i omogućavaju razumevanje gradiva na lak i jednostavan način.

Kroz ovakav rad nakon nekog vremena učenici formiraju određene navike, povećavaju odgovornost, ozbiljnost i preciznost u rešavanju konkretnih zadataka. Na taj način, oni počinju sa pripremom za radni poziv, praksu i nove izazove.

10. Literatura

- [1] Bloom, B. (1981). *Taksonomija ili klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva - Knjiga I Kognitivno područje*. Beograd: Republički zavod za unapređivanje vaspitanja i obrazovanja.
- [2] Đurić, B. i Ćulum, Ž. (1967). *Fizika I deo, mehanika čvrstih, tečnih i gasovitih tela za studente više pedagoške škole*. 6. izd. Beograd: Naučna knjiga.
- [3] Latas, D. i Balaž, A. (2010). *Fizika 7, udžbenik sa zbirkom zadataka i laboratorijskim vežbama za sedmi razred osnovne škole*. Beograd: Novi Logos.
- [4] Obadović, D. Ž. i Rančić, I. (2012). *Praktikum jednostavnih eksperimenata u nastavi fizike*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet.
- [5] Pravilnik o nastavnom programu za sedmi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja ("Sl. glasnik RS - Prosvetni glasnik", br. 6/2009, 3/2011 - dr. pravilnik i 8/2013) - dostupan na stranici Zavoda za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja: <http://www.zuov.gov.rs/%D0%BEsnovno-obrazovanje-i-vaspitanje/?lng=lat>
- [6] Raspopović, M. (1992). *Metodika nastave fizike*. 1. izd. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- [7] Raspopović, M. (2006). *Fizika za I razred gimnazije*. 3. izd. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- [8] Raspopović, M., Nikolić, B., Ivanović, D., Tomić, J. i Krpić, D. (2004). *Fizika za 7. razred osnovne škole*. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- [9] Sirs, F. W. (1962). *Mehanika, talasno kretanje i toplota*. Beograd: Naučna knjiga.
- [10] Šetrajčić, J. P. i Kapor, D. V. (2006). *Fizika za 7. razred osnovne škole*. 2. izd. Beograd: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- [11] Linkovi:
- [12] http://tesla.pmf.ni.ac.rs/people/nesiclj/studenti/diplomski%20radovi/Biljana%20Rajkovic/Prezentacija/html/Newton_III.htm
- [13] <http://enastavnik.com/>
- [14] <https://www.youtube.com/watch?v=M4EMI2HX9pM>
- [15] <https://www.youtube.com/watch?v=MqlGfhiZpFQ>

11. Prilozi

11.1. Prilog 1 - Izvod iz sadržaja programa za nastavni predmet Fizika za sedmi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja

SILA I KRETANJE (9 + 14 + 2)

Obnavljanje dela gradiva iz šestog razreda koje se odnosi na ravnomerno pravolinijsko kretanje, silu kao uzrok promene stanja tela i inertnosti tela. (0 + 2)

Sila kao uzrok promene brzine tela. Pojam ubrzanja. (1 + 1)

Uspostavljanje veze između sile, mase tela i ubrzanja. Drugi Njutnov zakon. (1 + 2)

Dinamičko merenje sile. (0 + 1)

Ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje. Intenzitet, pravac i smer brzine i ubrzanja. (1 + 1)

Trenutna i srednja brzina tela. (1 + 0)

Zavisnost brzine i puta od vremena pri ravnomerno promenljivom pravolinijskom kretanju. (2 + 2)

Grafičko predstavljanje zavisnosti brzine i puta od vremena kod ravnomerno pravolinijskog kretanja. Grafičko predstavljanje zavisnosti brzine tela od vremena kod ravnomerno promenljivog pravolinijskog kretanja. (2 + 2)

Međusobno delovanje dva tela - sile akcije i reakcije. Treći Njutnov zakon. Primeri. (1 + 1)

Sistematisacija i obnavljanje gradiva. (0 + 2)

Demonstracioni ogledi: Ilustrovanje inercije tela pomoću papira i tega. Kretanje kuglice niz Galilejev žljeb. Kretanje tela pod dejstvom stalne sile. Merenje sile dinamometrom. Ilustrovanje zakona akcije i reakcije pomoću dinamometra i kolica, kolica sa oprugom i drugih ogleda (reaktivno kretanje balona i plastične boce).

Laboratorijske vežbe

1. Određivanje stalnog ubrzanja pri kretanju kuglice niz žljeb. (1)
2. Provera Drugog Njutnovog zakona pomoću pokretnog tela (kolica) ili pomoću Atvudove mašine. (1)

11.2. Prilog 2 - Anketa

Za svaki navedeni ajtem izabratи jedan od brojeva sa skale od 1 do 5:

1 - uopšte se ne slažem, 2 - delimično se neslažem, 3 - neodlučan sam, 4 - delimično se
slažem, 5 -slažem se u potpunosti.

Fizika je zanimljiva.

1 2 3 4 5

Volim da učim fiziku.

1 2 3 4 5

Volim da radim zadatke iz fizike.

1 2 3 4 5

Na časovima fizike treba da se radi više zadataka

1 2 3 4 5

Eksperimenti iz fizike su zanimljivi.

1 2 3 4 5

Volim da radim eksperimente.

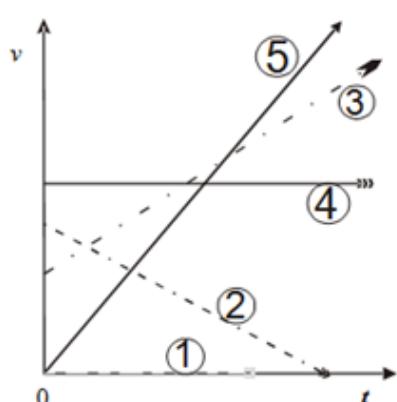
1 2 3 4 5

Na časovima fizike treba da se radi više eksperimenata. 1 2 3 4 5

Komentar o predavaču:

Hvala na saradnji!

11.3. Prilog 3 - Inicijalni test



	ravnomerno kretanje
	ravnomerno ubrzano kretanje bez početne brzine
	ravnomerno ubrzano kretanje sa početnom brzinom
	ravnomerno usporeno kretanje
	mirovanje

6. Autobus se kreće brzinom 54 km/h . Na kom rastojanju od stanice treba da počne da koči ako je usporenje autobusa 1 m/s^2 ?

11.4. Prilog 4 - Finalni test

1. Isak Njutn je bio:

- a) škotski
- b) engleski
- c) irski fizičar

2. Šta je sila:

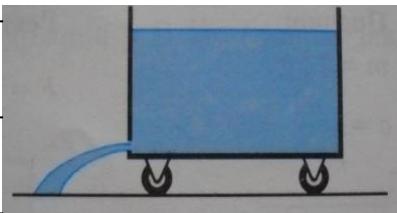
3. Pod mehaničkim kretanjem podrazumevamo:

- a) kretanje tela pod dejstvom sile u ograničenom prostoru
- b) kretanje po unapred utvrđenoj trajektoriji
- c) promenu položaja tela u odnosu na druga tela
- d) kretanje tela u prostoru bez dejstva sile

4. 1 N se drugačije može zapisati kao:

- a) $\frac{\text{kg m}}{\text{s}}$
- b) $\frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}$
- c) $\frac{\text{kg m}^2}{\text{s}}$

5. Šta će se dogoditi i zašto kada voda iz kolica počne da ističe?



6. Pokušajte da objasnite kretanje raketa pomoću trećeg Njutnovog zakona.

7. Ubrzanje je:

- a) skalarna
- b) vektorska
- c) tenzorska veličina

8. Sila je vektorska veličina.

- a) da
- b) ne

9. Ukoliko se dva tela razlikuju jedino po masi (sve ostale veličine su jednake), sila kojom se zaustavlja telo manje mase u odnosu na silu kojom se zaustavlja telo veće mase je:

- a) veća
- b) manja
- c) jednaka

10. Mogu li da se kompenzuju sile koje deluju na različita tela?

- a) da
- b) ne

11. Za drvo na obali jezera privezan je konopac. Šta će se dogoditi kada čovek iz čamca počne da vuče konopac?

12. Dva dečaka vuku kanap u suprotnim smerovima silama intenziteta 50 N. Da li će se kanap prekinuti ako on može da izdrži zatezanje od 70 N?

13. Kako glasi treći Njutnov zakon, zakon akcije i reakcije?

14. Sila akcije i sila reakcije deluju na:

- a) jedno telo
- b) dva tela

15. a) Da li se može pokrenuti čamac sa jedrom ako se na jedro usmeri jaka vazdušna struja iz ventilatora koji se nalazi u tom čamcu?

b) Šta će se desiti ako se vazdušna struja usmeri mimo jedra?

16. Ako na telo ne deluje sila, njegova brzina se menja.

- a) da
- b) ne

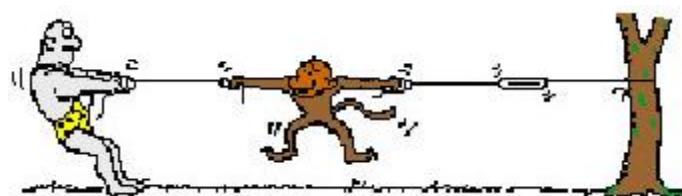
17. Ako je sila koja deluje na neko telo 100 N, koliko je to u mN:

- a) 1
- b) 0,01
- c) 0,1

18. Dva dečaka su na koturaljkama i zatežu uže. Kada dečak A vuče konopac:

- a) dečak B će se kretati prema dečaku A
- b) dečak A će se kretati prema dečaku B
- c) obojica će se kretati jedan u susret drugome

19. Odredite sve parove sila akcije i reakcije na slici:



20. Kada opalite iz pištolja, on trza unazad. Zbog čega se to dešava?

21. Da li je teže iskočiti na obalu iz čamca manje ili iz čamca veće mase i zašto?

11.5. Prilog 5 - Test retencije

1. Treći Njutnov zakon se naziva i :

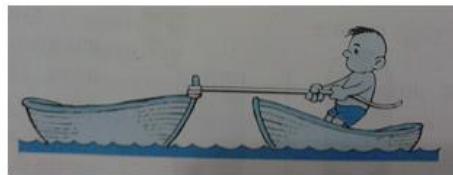
- a) Zakon akcije
- b) Zakon reakcije
- c) Zakon akcije i reakcije

2. Razmotrite interagovanje dva igrača s loptom. Igrač A udara loptu B u istom trenutku kada to radi i igrač C. Nači dva para sila akcije i reakcije.



3. Ako lopta deluje silom 30 N na mrežicu koša, kolika je sila kojom mrežica deluje na loptu?

4. Dečak se nalazi u čamcu na vodi i užetom vuče drugi čamac (kao što je prikazano na slici). Šta će se dogoditi sa čamcem u kom je dečak?



5. Kada opalite iz pištolja, on trza unazad. To je posledica delovanja sila akcije i reakcije.
Kakvo je ubrzanje pištolja pri trzaju:

a)

b)

c)

manje od ubrzanja metka isto kao i ubrzanje metka veće od ubrzanja metka

6. Koliku silu pokazuje dinamometar na dатој slici?

(Mase obe kugle su po 5 kg , $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.)



Kratka biografija



Nataša Vukašinović je rođena 17.10.1991. godine u Užicu. Završila je Osnovnu školu „Emilija Ostojić“ u selu Rogama i 2006. godine upisala Gimnaziju „Sveti Sava“ u Požegi. Godine 2010. završava gimnaziju i upisuje studije fizike, nastavni smer, na Departmanu za fiziku Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu. Školske 2013/14. godine je bila dobitnik stipendije „Dositeja“ Fonda za mlade talente Republike Srbije. Godine 2014. završava osnovne akademske studije fizike sa prosekom 9,86 i iste godine, na istom fakultetu, upisuje master akademske studije Profesor fizike. U toku školske 2014/15. polaže sve ispite predviđene nastavnim planom i programom sa prosečnom ocenom 10,00.

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: Nataša Vukašinović

AU

Mentor: dr Ivana Bogdanović, docent

MN

Naslov rada: Uticaj jednostavnih ogleda na usvajanje pojmoveva iz oblasti „Kretanje“ (III Njutnov zakon)

NR

Jezik publikacije: srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda: srpski/engleski

JI

Zemlja publikovanja: Srbija

ZP

Uže geografsko područje: Vojvodina

UGP

Godina: 2015

GO

Izdavač: Autorski reprint

IZ

<i>Mesto i adresa:</i>	Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
MA	
<i>Fizički opis rada:</i>	11/61/6/3/23/10/5
FO	
<i>Naučna oblast:</i>	Fizika
NO	
<i>Naučna disciplina:</i>	Metodika nastave fizike
ND	
<i>Predmetna odrednica/ ključne reči:</i>	pedagoški eksperiment, postignuća učenika, jednostavni ogledi, naučni metod, Njutnovi zakoni
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 ovom radu su predstavljeni rezultati pedagoškog eksperimenta, koji je za cilj imao da ispita uticaj jednostavnih ogleda, primenjenih u okviru naučnog metoda, na postignuće kod učenika i samim tim na napredak u nastavi. Pedagoški eksperiment je sproveden tokom realizacije oblasti „Kretanje“ (III Njutnov zakon), pa je dat i odgovarajući teorijski uvod iz navedene oblasti. Takođe, ispitano je mišljenje učenika o nastavnom predmetu Fizika.
IZ	
<i>Datum prihvatanja teme od NN veća:</i>	11.06.2015.
DP	
<i>Datum odbrane:</i>	17.06.2015.
DO	
<i>Članovi komisije:</i>	
KO	

Predsednik: Dr Milica Pavkov-Hrvojević, redovni profesor
član: Dr Maja Stojanović, vanredni profesor
član: Dr Ivana Bogdanovć, docent

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: Nataša Vukašinović

AU

Mentor/comentor: Ph.D. Ivana Bogdanović

MN

Title: The Impact of Simple Experiments on Adoption of Concepts in the Field of "Motion" (The Third Newton's Law)

Language of text: Serbian (Latin)

LT

Language of abstract: English

LA

Country of publication: Serbia

CP

Locality of publication: Vojvodina

LP

Publication year: 2015

PY

Publisher: Author's reprint

PU

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

PP

Physical description: 11/61/6/3/23/10/5

PD

Scientific field: Physics

SF

Scientific discipline: Teaching Physics

SD

Subject/ Key words: pedagogical experiment, student achievement,

SKW simple experiments, scientific method, Newton's laws

UC

Holding data: Library of Department of Physics, Trg Dositeja

HD Obradovića 4

Note: none

N

Abstract: This paper presents the results of pedagogical

AB experiment, conducted with the aim to examine the impact of simple experiments, applied according to the scientific method, on the student achievement, and thus their progress in the classroom. Pedagogical experiment was conducted during the treatment of the theme "Motion" (The Third Newton's Law), so an appropriate theoretical background in the above mentioned theme is given. Also the students' opinion on Physics as school subject is examined.

Accepted by the Scientific Board: 11.06.2015.

ASB

Defended on: 17.06.2015.

DE

Thesis defend board:

DB

President: Ph.D. Milica Pavkov-Hrvojević, full professor

Member: Ph.D. Maja Stojanović, associate professor

Member: Ph.D. Ivana Bogdanović, assistant professor