



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



Primjena PhET simulacija u izradi domaćih zadataka u okviru nastavne teme Pritisak

- master rad -

Mentor: Dr Ivana Bogdanović

Kandidat: Svjetlana Radović

Novi Sad, 2018.

Sadržaj

Uvod.....	3
1. Upotreba računara u nastavi.....	5
1.1. Računar u funkciji prikazivanja stvarnosti.....	6
1.2. Učenje uz pomoć simulacije.....	7
1.3. PhET simulacije.....	7
2. Pritisak.....	9
2.1. Pritisak čvrstih tijela.....	9
2.2. Pritisak tečnosti i gasova.....	10
2.3. Prenošenje pritiska kroz tečnosti i gasove. Paskalov zakon.....	11
2.4. Mjerenje pritiska.....	12
2.5. Karakteristike pritiska u mirnoj tečnosti. Hidrostatički pritisak.....	12
2.6. Slobodna površina tečnosti. Zakon spojenih sudova.....	14
2.7. Atmosferski pritisak.....	16
2.8. Toričelijev ogled.....	18
2.9. Mjerenje atmosferskog pritiska.....	18
3. Metodologija istraživanja.....	19
3.1. Problem i predmet istraživanja.....	19
3.2. Cilj i zadaci istraživanja.....	19
3.3. Uzorak istraživanja.....	19
3.4. Organizacija i tok istraživanja.....	20
3.5. Instrumenti prikupljanja podataka i metode obrade.....	34
4. Rezultati istraživanja i diskusija.....	35
4.1. Motivacija učenika.....	35
4.2. Postignuća učenika.....	45
Zaključak.....	47
Literatura.....	49
Prilozi.....	50

Uvod

Uloga fizike, kao predmeta u školi, je da učenicima omogući sticanje osnovnih znanja o prirodnim pojavama i zakonitostima. Potrebno je zainteresovati učenike za datu nastavnu temu i navoditi ih da sami dolaze do zaključaka. Bitno je izazvati radoznalost i razviti kritički nacin razmišljanja kod učenika, jer je znanje stečeno na taj način trajnije. Na ovaj način učenici shvataju pojavu, i formiraju svoj naučni pogled na svijet.

Zahvaljujući informatičkoj tehnologiji imamo velike mogućnosti da unaprijedimo nastavu u školama. Nastavnici su u mogućnosti da uvedu nove modele koji se danas u školama rijetko koriste. Potrebno je napraviti prelaz od tradicionalno - reproduktivne ka informatičko - razvijajućoj nastavi. Informatička tehnologija je moćno sredstvo pomoću kojeg se lakše i uspješnije ostvaruju savremenih metodi, pod uslovom da škola ima dobру informatičku osnovu [1].

Nije dovoljno da učenik stiče samo znanja, on mora da se formira kao ličnost sa pozitivnim vrijednostima. Vaspitna uloga škole je glavna komponenta koja je najuspješnija onda kad je učenik ključna ličnost obrazovno - vaspitnog procesa. Učenik treba da bude samostalan, nezavistan i oslobođen od svega što koči njegov razvoj. Učenici istog uzrasta razlikuju se po sociopsihološkim osobinama (interesovanjima, sklonosti, moralnim osobinama, sociokulturalnim porijeklima), psihološkim osobinama (zapažanju, pamćenju, mišljenju, sposobnosti), fiziološkim osobinama (zdravstveno stanje, temperament). Nastavu treba prilagoditi tim odlikama, zbog toga je važno da razvijajuća nastava bude individualizovana da bi učenik mogao da izgrađuje lični identitet. U savremenom informatičkom okruženju postoje svi uslovi za individualan pristup učeniku pošto se računarski programi mogu tako oblikovati da svaki učenik ima vlastitu obrazovnu putanju [1].

Napredak u svim oblastima ljudskog rada i življenja ostvaruje se zahvaljujući otkrićima, pronalascima, inovacijama. Svaka tehnologija, zahvaljujući vrijednostima svojih resursa, oblika i drugih tehnoloških elemenata, raste i razvija se do određene granice iznad koje je moguć napredak samo uvođenjem nove tehnologije višeg nivoa. Neki elementi prethodne tehnologije će ostati, ali se moraju unositi novine koje podižu kvalitet rada. Pojavom informacione tehnologije dolazi do postepene zamjene tradicionalne nastave novom konцепcijom i novom tehnologijom [1].

U ovom radu je istaknut značaj koji savremene kompjuterske tehnologije imaju u nastavi fizike. Jedna od mogućnosti upotrebe računara u nastavi fizike jeste korišćenje PhET simulacija koje pokrivaju veliki broj nastavnih tema za osnovu školu. U ovom radu je korišćena PhET simulacija hidrostatički pritisak i ispitana je njen uticaj na savladavanje gradiva iz oblasti Pritisak, kod učenika šestog razreda osnovne škole, kao i na motivaciju učenika za učenje fizike.

Pregled nastavne teme Pritisak je dat u ovom radu i njime su obuhvaćene nastavne jedinice: Pojam pritiska i pritisak čvrstih tijela, Hidrostatički pritisak, Atmosferski pritisak, Toričelijev ogled i Paskalov zakon.

Tema ovog rada je bilo upoređivanje efekta tradicionalne nastavne fizike i nastave fizike korišćenjem PhET simulacije u okviru domaćih zadataka na motivaciju učenika i njihovo razumjevanje gradiva. Ovo upoređivanje je izvršeno tako što su jednoj grupi učenika zadavani klasični računski zadaci, a drugoj grupi zadaci koji se rješavaju uz pomoć PhET simulacija. Zatim je identičnom proverom znanja utvrđen i upoređen nivo razumjevanja gradiva kod obje grupe učenika. Pored toga, upoređena je i zainteresovanost učenika obje grupe za nastavu fizike pomoću upitnika.

1. Upotreba računara u nastavi

Savremena informaciona tehnologija izmjenila je način rada skoro u svim oblastima. Najveće promjene je izazvala u prijemu, obradi i analizi informacija. Škola, nastavnici i učenici nalaze se u drugačijem informacionom okruženju nego prije nekoliko decenija [1].

Škola ne može da ostane na tradicionalnom načinu rada u kome su nastavnik i udžbenik jedini izvori informacija. Uloga informacionog okruženja postaje sve bitnija i značajnija, a škola postaje modernija i uspješnija ukoliko nastavnici u što skorijem vremenu primjene nove metode učenja. Veliki dio posla koji je obavljao nastavnik preuzimaju moderna sredstava za prezentovanje informacija. Učenik može iz svoje radne sobe, preko računara i drugih sredstava, da se osloni na vrlo raznovrsne i bogate izvore [1].

Energija koju je nastavnik morao da troši na pribavljanje mnogih podataka i izvornih materijala može mnogo korisnije da se upotrijebi na analizu informacija pribavljenih modernom tehnologijom. I učenikova energija može mnogo racionalnije da se iskoristi. Umjesto silnih rutinskih izučavanja, koja su odnosila mnogo vremena, napor treba usmjeriti na apstraktno mišljenje. Nova tehnologija omogućava nastavniku i učenicima da učenje podignu na viši misaoni nivo, da se bave analizom, sintezom i zaključivanjem.

Savremena nastava mora se temeljiti na savremenoj informatičkoj tehnologiji koja omogućava učenicima i nastavniku da pristupe ogromnoj količini najraznovrsnijih informacija. Informatička nastava pruža široke mogućnosti. Nastavni sadržaji i zadaci se modeluju i transformišu na različite načine zavisno od postavljenog cilja i prethodnog znanja učenika. Uz pomoć kompjutera nastavnik može u svakom trenutku da organizuje bogatiji i zanimljiviji nastavni čas [1].

Nastavnik treba da odabere nastavne metode i medije koji nude najveći stepen interaktivnosti. Zavisno od vrste gradiva i postavljenog cilja biraju se različite metode. Vazno je da se materijal didaktički oblikuje u skladu sa postavljenim ciljevima, zatim se bira medij pomoću koga će se zadaci realizovati [1].

Kompjuterska tehnologija zahtjeva drugačije definisanje ciljeva nego u tradicionalnoj nastavi. Programi koji se realizuju uz upotrebu računara treba da budu tako oblikovani da podstiču učenike da kosntruišu znanje, a ne samo primaju informacije. Učenicima treba omogućiti da misle i istražuju u čemu dobro primjenjena računarska tehnologija može dosta da pomogne [1].

Savremene informacione tehnologije, prvenstveno računarska, omogućile su čovjeku da preuzeme aktivnu ulogu u informacionom procesu i da ne bude samo običan primalac informacija koje mu neko šalje. Čovjek može da uči samostalno, nezavisno od vršnjaka iz grupe ili odjeljenja i napreduje u skladu sa svojim potencijalima.

Od savremene nastave zahtjeva se bogata interakcija u kojoj učenik postavlja pitanja, predlaže, daje svoje mišljenje i upoređuje ga sa mišljenjima vršnjaka i nastavnika. Kada nastavnik bira nastavne metode, treba da izabere one koje nude najveći stepen interaktivnosti. Važno je da se materijal didaktički oblikuje u skladu sa postavljenim ciljevima, i zatim se bira neka od savremenih metoda uz pomoć koje će se zadaci ralizovati. Savremena kompjuterska tehnologija pomaže da se nastavni ciljevi efikasnije ostvaruju, uslov za uspjeh je da se tehnologija koristi u skladu sa ciljevima.

1.1. Računar u funkciji prikazivanja stvarnosti

Materijal koji se učenicima prezentuje posredstvom računara treba da bude blizak stvarnosti. Nastavnik treba da vodi računa o tome da li neki kompjuterski prikaz (animacija, simulacija) odgovara stvarnosti i kako se prikazuje.

Prikazivanje stvarnosti pomoću računara može se ostvariti na četiri različita oblika:

- Realna forma – kompjuterski prikaz pomoću određenih isječaka iz stvarnosti;
- Forma modela – predstavlja opis realnog sistema sa svim karakteristikama koje su značajne, to je pojednostavljena slika realnosti;
- Slikovita forma – prezentacija slike ili šematskog prikaza;
- Simbolička forma – primjer u jezičkom obliku.

Prikaz treba da podstakne učenike da konstruišu znanje, a ne samo da pamte informacije. Potrebno je odabrati kompjuterki prikaz koji izostavlja ono što nije važno i prikazuje suštinu, na taj način se učeniku olakšava učenje [1].

Nastava uz pomoć računara daje učenicima i nastavnicima niz mogućnosti, neke od njih su:

- Upravljanje procesom učenja
- Praćenje napredovanja učenika
- Izarada šema, tabela, grafikona, emitovanje zvuka, prikaz fotografija
- Usvajanje sadržaja kroz interaktivni odnos sa računaram, ponavljanje i utvrđivanje usvojenih znanja, kontrola i samokontrola postignutih rezultata kao i korekcija procesa učenja.

Uloga nastavnika u kompjutresko - informacionoj nastavi je drugačija od uloge u tradicionalnoj nastavi. Nastavnikova uloga je prvenstveno organizaciona, bavi se pripremom, realizacijom i kontrolom učenika. Računar preuzima izlaganje i tumačenje činjenica [1].

1.2. Učenje uz pomoć simulacije

Virtuelna realnost se predstavlja pomoću trodimenzionalne kompjuterske simulacije koju korisnik doživljava u realnom vremenu [1]. Pomoću određenog modela moguće je opisati rad nekog realnog sistema, vršiti istraživanje i analizu njegovog ponašanja, kako bi se dobili zaključci. Na ovaj način se stvara model realnog sistema koji predstavlja pojednostavljen prikaz realnog sistema. Uz pomoć određenog modela se predstavlja ponašanje realnog sistema i tako se ostvaruje mogućnost da se prate promjene određenih parametara i uticaj promjena na ponašanje elemenata i sistema u cjelini.

Simulacija ne mora uvijek biti računarska. Ona se može predstaviti na papiru u formi verbalnog opisa, šeme, dijagrama ili tabelarnog predstavljanja realnosti uz ručno manipulisanje. Simulacija se koristi da bi se opisalo ponašanje realnog sistema tokom vremena. Ova tehnika najčešće podrazumjeva upotrebu računarskog programa, koji obavlja simulaciona prikazivanja.

Učenik koji uči uz pomoć simulacija ima doživljaj trodimenzionalnog prostora. Opažanje ostvaruje svim čulima (vizuelni, auditivni i motorički doživljaji). Njegova interakcija sa simuliranom realnošću je potpuna i stvarna. Učenje pomoću virtuelne realnosti može biti izuzetno uspješno. Dobro pripremljene simulacije nude obilje materijala i informacija, omogućuju zanimljivo učenje [1].

1.3. PhET simulacije

Nastava fizike se može unaprijediti upotrebom računara. Informacione tehnologije nude nastavnicima veliki broj klipova, igrica i simulacija koje opisuju određeno gradivo iz fizike. Nastavnik treba da odabere sadržaj koji nudi najveći stepen interaktivnosti. Većina simulacija koje su efikasne se naplaćuju ili je potrebna određena obuka za korišćenje. PhET (<http://phet.colorado.edu>) je besplatan i efikasan sajt na kome se može pronaci veliki broj simulacija.

PhET interaktivne simulacije su osnovane 2002. godine kao projekat Univerziteta Bulder Kolorado (University of Colorado Boulder) za kreiranje besplatnih, interaktivnih simulacija iz matematike i prirodnih nauka [2].

PhET je baza potpuno besplatnih, interaktivnih simulacija iz prirodnih nauka, uglavnom iz fizike, ali i matematike, hemije i biologije. Riječ je o Java i Flash simulacijama i dovoljan je računar sa bilo kojim veb pregledačem, koji podržava ove vrste simulacija, za njihovo korišćenje. PhET nudi zabavne, interaktivne, simulacije koje prikazuju fizičke pojave, zasnovane na istraživanjima i to besplatno [2].

PhET simulacije su dovoljne da učenici shvate veze između fenomena iz realnog života i fundamentalnih nauka. Korišćenjem simulacija znanje se produbljuje i poboljšava se razumjevanje stvarnosti. Da bi pomogli učenicima da vizuelno shvate koncepte, simulacije su tako animirane da su grafika i kontrole intuitivne u najvećoj mjeri (klikni - prevuci, klizači, radio dugmad). Simulacije sadrže i brojne pažljivo dizajnirane, mjerne instrumente (lenjire, hronometre, termometre, voltmetre). Pri korišćenju svih interaktivnih alata odgovori su trenutni, efektni, u skladu sa realnim i oslikavaju prave uzročno - posljedične odnose i relacije između parametara. Prateći efekti su usklaćeni sa prikazom (kretanja objekata, grafici, očitavanja) [2].

Simulacije se u nastavi fizike mogu koristiti na časovima da bi nastavnik približio učenicima određeno gradivo i prikazao ga na što zanimljiviji način. Često škole ne posjeduju laboratorije i kabinete fizike pa nastavniku jedino preostaje da neke fizičke pojave prikaže uz pomoć simulacija. PhET simulacije su pogodne i za domaće zadataka, tada učenici samostalno ispituju određenu pojavu.

Posebna pogodnost za nastavnike i učenike širom svijeta je dostupnost simulacija i samog sajta na maternjim jezicima. Simulacije se prevode na više od 70 jezika. Na neke jezike preveden je dio simulacija, a na nekoliko jezika su prevedene sve simulacije.

2. Pritisak

Nastavna tema Pritisak se obrađuje u šestom razredu osnovne škole, u drugom polugodištu. Za ovu temu je predviđeno 12 časova, od čega 5 za obradu novog gradiva, 6 za ostale tipove i jedan čas za sistematizaciju gradiva.

Djelovanje sile se odražava kao pritisak na tijelo. Pritisak je veći ako je manja površina po kojoj je raspoređeno djelovanje sile. Sječiva i bušilice treba da budu što oštiri, kako bi se slabijom silom mogao vršiti dovoljno veliki pritisak na materijal koji se reže i buši.

Svakodnevno se u meteorološkim izvještajima moju čuti podaci o vrijednosti atmosferskog pritiska. Vozači kontrolišu pritisak vazduha u gumama automobila. Veliki pritisak se osjeća u morskim dubinama. U svim gasovima i tečnostima postoji pritisak kojim oni djeluju na zidove sudova u kojima se nalaze i na tijela koja su uronjena u njih [3].

2.1. Pritisak čvrstih tijela

Tijela koja se dodiruju često pritiskaju jedno drugo, to je posljedica njihovog međusobnog djelovanja. Tijelo svojom težinom pritiska horizontalnu podlogu na kojoj se nalazi. Zbog pritiska tijelo propada u rastresitu podlogu. Bušenje i rezanje se dešavaju uslijed velikog pritiska.

Vrijednost pritiska jednog tijela na drugo zavisi od sile kojom jedno tijelo djeluje na drugo ali i od površine po kojoj je raspoređeno to djelovanje sile.

Sanke propadaju u dubok rastresit snijeg i kada su prazne, ali više propadaju ako sjedi dijete na njima. Sanke sa djetetom više pritiskaju snijeg jer djeluju jačom silom (težina sanki sa djetetom veća je od težine praznih sanki). Ako bi se prazne sanke postavile na snijeg naopačke, propale bi puno manje nego kada se stave pravilno. U oba slučaja težina sanki je ista, ali nije ista dodoran površina sanki i snijega. Sanke više propadaju kada je dodirna površina manja, to pokazuje da je pritisak veći kada je manja površina po kojoj jedno tijelo djeluje na drugo [3].

Pritisak je brojno jednak sili koja djeluje u pravcu normale na jediničnu površinu tijela.

Oznaka za pritisak je p , ako je S površina, a F sila koja djeluje u pravcu normale na tu površinu, pritisak je određen formulom:

$$p = \frac{F}{S} \quad (1)$$

Mjerna jedinica za pritisak jednaka je količniku njutna i kvadratnog metra. Ta jedinica se zove paskal [Pa]:

$$1\text{Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad (2)$$

Pritisak od 1Pa vrši sila od 1N koja djeluje normalno na površinu od 1m².

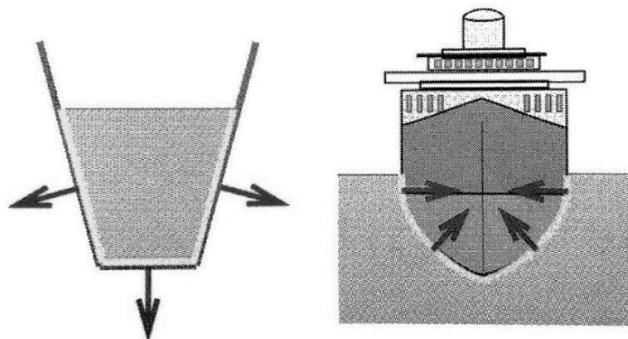
Pritisak od 1Pa je relativno mali pa se koriste i veće jedinice, najčešće kilopaskal i megapaskal:

$$1\text{kPa}=1\,000\text{ Pa}$$

$$1\text{Mpa}=1\,000\,000\text{ Pa}$$

2.2. Pritisak tečnosti i gasova

Tečnosti i gasovi vrše pritisak na tijela sa kojima se dodiruju. Oblik tečnosti nije stalan, on je prilagođen posudi u kojoj se tečnost nalazi. Kada se sipa na neku horizontalnu površinu tečnost se razlije u tanak sloj po cijeloj toj površini. Razlije se zato što je Zemljina teža vuče naniže, pa djelići (ili slojevi) tečnosti klize jedni preko drugih i postavljaju se u najniži mogući položaj, svi se spuštaju na datu horizontalnu površinu. Ako se nalazi u čaši, udubljenju između stijena ili u bilo kakvoj posudi, tečnost takođe zauzima najniži položaj koji može: popunjava donji dio posude i gornja površina tečnosti je ravna, horizontalna. I ova tečnost bi htjela da pređe u još niži položaj i zato pritiska zidove i dno posude koji joj to ne dozvoljavaju. Na isti način tečnost djeluje i na svako čvrsto tijelo koje je uronjeno u nju [3].



Slika 1. Pritisak tečnosti [3]

Gasovi imaju osobinu da se šire po cijelokupnom raspoložljivom prostoru, težeći da se što više rašire. Gas pritiska sve što se suprostavlja njegovom širenju i zidove posude u kojoj se nalazi i predmete koji se nalaze u njemu [3].

Tečnost (kao i gas) koja miruje djeluje silama pritiska na svako tijelo sa kojim se dodiruje. Sila pritiska ima pravac normale na dodirnu površinu tečnosti (gasa) i tijela.

Sila pritiska tečnosti i gasa na neku ravnu površinu jednaka je proizvodu pritiska i te površine:

$$F = p \cdot S \quad (3)$$

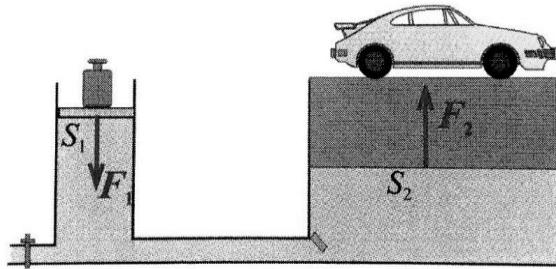
2.3. Prenošenje pritiska kroz tečnosti i gasove. Paskalov zakon

U čvrstim tijelima pritisak se prenosi u pravcu djelovanja sile. Kroz gasove i tečnosti spoljašnji pritisak se prenosi ne samo u tom pravcu, nego i u svim drugim.

Zakon o prenošenju pritiska kroz tečnosti i gasove prvi je (još u XVII vijeku) formulisao francuski naučnik Blez Paskal.

Pritisak se kroz mirnu tečnost i gas prenosi jednakom u svim pravcima. Ako se spoljašnjim djelovanjem promjeni pritisak u nekom dijelu mirne tečnosti (ili gasa), na isti način promjeniče se i u svakom drugom dijelu.

Na Paskalovom zakonu zasniva se rad niza uređaja: hidrauličnih kočnica, hidraulične dizalice, hidraulične prese, zubarske stolice, itd.



Slika 2. Hidraulična dizalica [3]

Princip rada hidraulične dizalice: pritiskom na klip u užem cilindru, javlja se isti toliki pritisak i na klip u širokom cilindru. Tim pritiskom podiže se teret koji se nalazi na klipu. Ako je F_1 sila kojom se gura manji klip, a F_2 sila pritiska tečnosti na veći klip, onda:

$$p_1 = p_2 \quad (4)$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \quad (5)$$

Moguće je slabijom silom podići prilično težak teret ukoliko je klip na koji se djeluje dovoljno manji od klipa na kojem je teret [3].

2.4. Mjerenje pritiska

Instrumenti za mjerenje pritiska zovu se manometri, mogu biti sa skalom ili digitalni. U sklopu manometra postoji senzor, to je dio koji je osjetljiv na pritisak. Senzor je takna elastična

membrana koja se ugiba pod dejstvom pritiska i to ugibanje je veće ako je veći pritisak. Pritisak na senzor dovodi do obrtanja kazaljke i ona pokazuje na skali koliki je taj pritisak. Kod digitalnih manometara senzor je povezan sa displejem na kojem se direktno ispisuje koliki je pritisak [3].



Slika 3. Manometar

2.5. Karakteristike pritiska u mirnoj tečnosti. Hidrostatički pritisak

Najvažnije karakteristike raspodjele pritiska u homogenoj tečnosti koja miruje su sledeće:

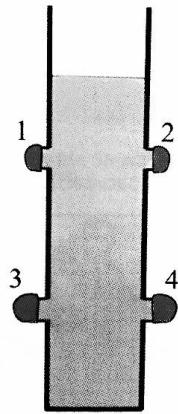
U svakom djeliću tečnosti pritisak je isti u svim pravcima. Ako se potopi senzor manometra na neko mjesto u tečnost i postavi se tako da membrana bude okrenuta dole ili gore, lijevo ili desno ili u bilo kom pravcu, kako god da se postavi manometar pokazuje istu vrijednost. Na tom mjestu u tečnosti pritisak je isti u svim pravcima.

U svim tačkama na istoj dubini pritisak tečnosti je isti. Ako se senzor postavi na različita mjesta na istoj dubini u homogenoj tečnosti, manometar pokazuje istu vrijednost.

Mjerenja pritiska na različitim dubinama pokazuju da je pritisak veći na većoj dubini u tečnosti.

Može se dati sledeći primjer raspodjele pritiska u mirnoj tečnosti:

Duža vertikalna cijev sa više bočnih otvora može poslužiti za jednostavan ogled koji pokazuje tačnost prethodnih tvrđenja. Na otvore se pričvrste gumene membrane napravljene od balona. Kada se u cijev sipa voda, membrane se rastežu i krive zbog pritiska vode na njih. Membrane koje se nalaze na istoj visini jednako su iskrivljene, što znači da na njih djeluje isti pritisak vode. Membrane koje se nalaze na nižim otvorima više su iskrivljene jer je veći pritisak vode na većoj dubini.



Slika 4. Prikaz dejsva hidrostatičkog pritiska [3]

Povećanje pritiska sa dubinom posljedica je težine tečnosti: što je veća dubina, to je sloj tečnosti iznad nje teži i zato vrši veći pritisak.

Pritisak koji postoji zbog težine tečnosti naziva se hidrostatički pritisak. Ovaj pritisak je određen formulom:

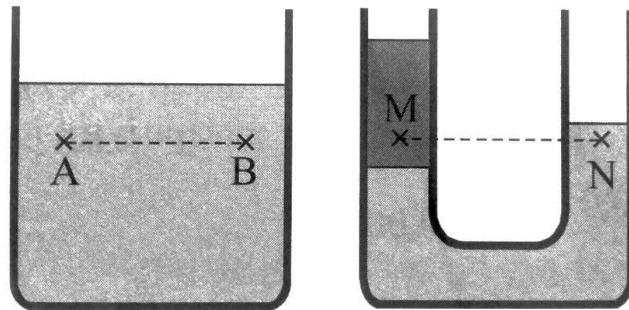
$$p = \rho \cdot g \cdot h \quad (6)$$

Gdje je h dubina, ρ gustina tečnosti, a g gravitaciono ubrzanje. Gornja formula važi za homogenu tečnost koja miruje.

U homogenoj tečnosti koja miruje pritisak je isti u svim tačkama koje se nalaze na istoj visini (na istoj horizontali).

Primjer hidrostatičkog pritiska za homogene i nehomogene tečnosti je:

U sudu 1 nalazi se voda, a u sudu 2 je voda i u lijevom kraku iznad vode je ulje. Tačke A i B nalaze se na istoj horizontali i u istoj su tečnosti, pa su pritisci u njima isti: $p_A = p_B$.



Slika 5. Pritisak u homogenoj tečnosti i u različitim tečnostima [4]

Tačke M i N takođe su na istoj horizontali, ali nisu u istoj tečnosti: tačka M je u ulju, a tačka N u vodi. Prema tome pritisci u ovim dvjema tačkama nisu isti: $p_M \neq p_N$

Hidrostatički pritisak je samo pritisak koji postoji zbog težine tečnosti, to nije i ukupan pritisak u tečnosti. Na površini tečnosti djeluje pritisak koji je posljedica pritiska vazduha koji se nalazi iznad tečnosti i označava se sa p_0 . Ukupan pritisak u tečnosti na dubini h :

$$p = p_0 + p_h \quad (7)$$

$$p = p_0 + \rho gh \quad (8)$$

Raspodjela pritiska u homogenim gasovima koji miruju ista je kao i u homogenim mirnim tečnostima. Jedina razlika je u tome što su gustine gasova mnogo manje od gustina tečnosti, pa je pritisak gasova najčešće zanemarljiv [3].

2.6. Slobodna površina tečnosti. Zakon spojenih sudova

Slobodna površina tečnosti je ona površina koja ne dodiruje zidove i dno posude. Zbog djelovanja Zemljine teže tečnost se uvijek razliva. Djelići tečnosti koji su na većoj visini spuštaju se sve dok tečnost ne zauzme najniži mogući položaj. Tada se svi djelići na slobodnoj površini tečnosti nalaze na istoj visini. Tečnost koja miruje u nekom sudu ima horizontalnu slobodnu površinu. Horizontalna ravan na kojoj je slobodna površina naziva se nivo tečnosti u sudu.

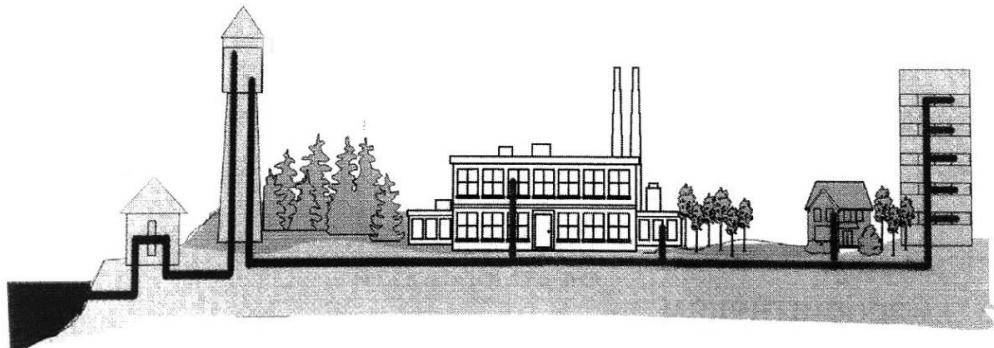
Otvoreni sudovi, koji su mađusobno tako povezani da tečnost slobodno može prelaziti iz jednog u drugi, zovu se spojeni sudovi. Kada se u jedan od tih sudova sipa homogena tečnost, ona će prelaziti i u druge sudove sve dok njen nivo ne bude svuda isti.



Slika 6. Spojeni sudovi [5]

U otvorenim spojenim sudovima slobodna površina homogene tečnosti svuda je na istoj visini, ovo je zakon spojenih sudova.

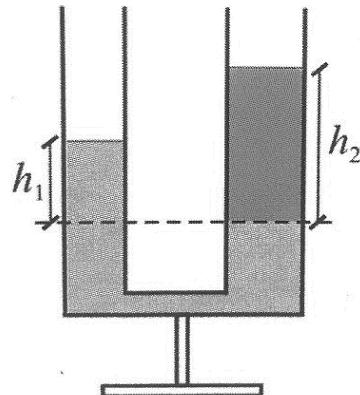
Na Zakonu spojenih sudova zasniva se rad vodovoda u naseljima. Uz pomoć pumpi, voda se posle prečišćavanja odvodi iz rijeke ili jezera u rezervoar koji se nalazi na najvećoj visini u sistemu vodovoda. Iz rezervoara voda odlazi do kuća prirodnim padom. Rezervoar i sve cijevi vodovoda su spojeni sudovi, pa se i u cijevima voda može podići do visokih spratova.



Slika 7. Na zakonu spojenih sudova radi vodovod [3]

Sva mora i okeani su međusobno povezani i zato je nivo vode u svim morima na svijetu isti. Nadmorska visina gradova, planina mjeri se upravo od tog nivoa.

Zakon spojenih sudova važi ako se u sudovima nalazi homogena tečnost. Kada su u sudovima različite tečnosti, onda slobodna površina tečnosti nije svuda ista. Ako se u dva spojena suda sipa voda, a potom se u jedan od njih dolije ulje, tada će nivo vode u jednom sudu biti ispod nivoa ulja u drugom sudu. Pritisak u vodi je isti na horizontalnoj ravni kao i na bilo kojoj horizontalnoj ravni. Isti su hidrostaticki pritisci vodenog stuba visine h_1 i stuba ulja visine h_2 , $\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_1 \cdot g \cdot h_2$. Gustina ulja je manja od gustine vode, zato se ulje i postavlja iznad vode. Pošto je $\rho_1 > \rho_2$, iz prethodje jednakosti slijedi da je $h_1 < h_2$ [3].



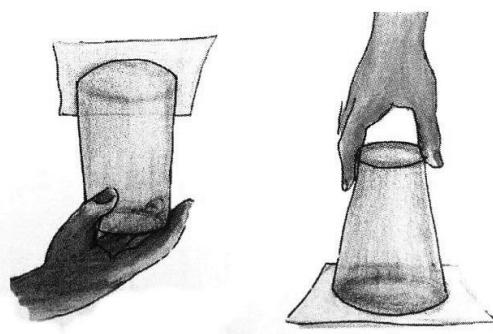
Slika 8. Spojeni sudovi sa tečnostima različitih gustina [3]

2.7. Atmosferski pritisak

Zemlja je okružena slojem vazduha, debelim nekoliko desetina kilometara, koji se zove atmosfera. Taj vazduh je vezan za Zemlju gravitacionom silom. Gustina vazduha je mala, ali atmosferski sloj ima jako veliku zapreminu, time i masu pa je velika i njegova težina. Pošto ima težinu vazduh vrši pritisak na Zemlju.

Atmosferski pritisak je pritisak vazdušnog omotača na Zemljinu površinu i sve što se na njoj nalazi.

Može se izvesti jednostavan ogled koji pokazuje da postoji pritisak vazduha. Čaša se napuni vodom pa se preko vode stavi komad hartije. Kada se čaša okrene, voda se ne izliva, ostaje iznad hartije. Na hartiju odozdo djeluje sila atmosferskog pritiska i ona ne dozvoljava odvajanje papira od čaše, bez obzira na to što voda ima težinu.



Slika 9. Jednostavan ogled za pokazivanje dejstva atmosferskog pritiska [3]

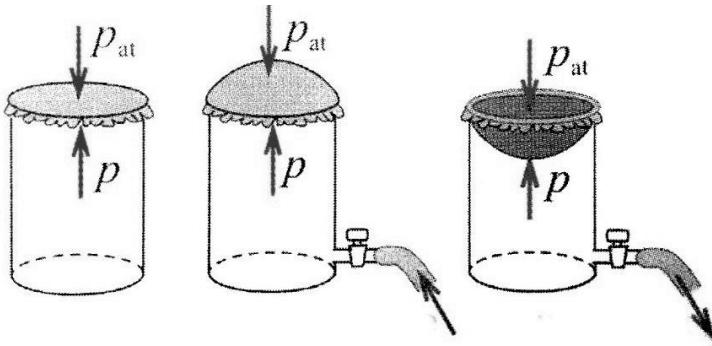
Atmosferski pritisak nije svuda i uvijek isti. Najveći je na nivou mora jer se taj nivo nalazi na najvećoj dubini u vazdušnom sloju. Sa porastom visine, atmosferski pritisak je sve manji. Srednji pritisak vazduha na nivou mora je 101,3 kPa i naziva se normalni atmosferski pritisak. Na većim visinama vrijednost atmosferskog pritiska je manja.

Atmosferski pritisak je oko 100 kPa, svaki kvadratni centimetar vazduha djeluje silom od 10 N, tj. silom koja je jednaka težini tega od 1 kg. Ljudski organizam može da izdrži tako veliki pritisak sa svih strana jer je isto toliki pritisak tečnosti u organizmu i pritisak gasova u šupljinama organizma. Na taj način su uravnoteženi spoljašnji i unutrašnji pritisak.

Pomoću tegle sa cjevčicom i pumpe može se izvesti jednostavan ogled. Tegla se zatvori tako što se oko njenog grla veže komad gumene membrane od balona. Kada je cjevčica na tegli otvorena, membrana je ravna jer i sa gornje i sa donje strane na nju djeluju isti pritisci. Sa gornje strane djeluje atmosferski pritisak, toliki pritisak je i sa donje strane jer se u tegli dok je bila otvorena nalazio isti takav atmosferski pritisak i on je tu ostao. Unutrašnji pritisak u tegli je izjednačen sa spoljašnjim atmosferskim pritiskom.

Ako se pumpom ubacuje vazduh u teglu, povećava se količina, a time i pritisak vazduha u tegli tako da postaje veći od atmosferskog. Pritisak sa donje strane membrane je veći nego sa gornje i zato se membrana podiže.

Ako se pumpom izvlači vazduh iz tegle, membrana se ugiba jer pritisak unutar tegle postaje manji od atmosferskog.

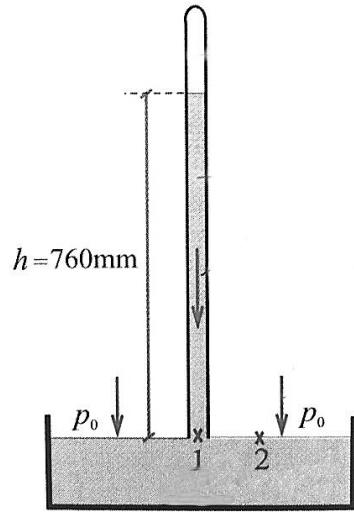


Slika 10. Primjer djelovanja atmosferskog i unutrašnjeg pritiska u sudu [3]

Spuštanje u velike morske dubine bezbjedno je samo uz odgovarajuću opremu. Da im zdravlje i život ne bi bili ugroženi, ronioci imaju specijalna odjela u koje se pomoću dugačkog crijeva ubacuje vazduh pod povećanim pritiskom (onolikim koliki je pritisak okolne vode). Pomoću aparata obezbeđuje se pritisak vazduha i pod maskom ronioca, pa tako ronilac udiše vazduh pod istim pritiskom koliki je i spoljašnji pritisak na njegovo tijelo. Da nemaju specijalna odijela, tijela ronilaca bi na velikim dubinama u moru trpjela deformaciju jer bi se elastični zidovi krvnih sudova i šupljina u njihovom organizmu ugibali [3].

2.8. Toričelijev ogled

Atmosferski pritisak prvi je objasnio i izmjerio italijanski naučnik Toričeli još u XVII vijeku. Njegova aparatura se sastojala od cijevi dužine 1m, zatvorene na donjem kraju koja se potpuno ispuni živom i zatvori na gornjem kraju. Zatim se okrene, uroni u sud sa živom i donji potopljeni kraj cijevi se otvori. Zbog djelovanja sile teže, živa će isticati iz cijevi u sud, a iznad žive u cijevi ostaće prazan prostor (vakuum). Iz cijevi neće iscuriti sva živa, ostaće stub visine $h = 760 \text{ mm}$. Toričeli je objasnio da se isticanju žive suprostavlja atmosferski vazduh koji vrši pritisak na živu u sudu, svuda oko cijevi. Živa prestaje da ističe iz cijevi u sud kada se izjednači djelovanje sile teže sa djelovanjem atmosferskog pritiska. Tada su jednaki pritisci na dnu živinog stuba u cijevi i na površini žive u sudu. Ovi pritisci su na istoj horizontalnoj ravni u tečnosti koja miruje pa su jednaki. U tački 1 djeluje hidrostatski pritisak živinog stuba, a u tački 2 atmosferski pritisak p_0 .



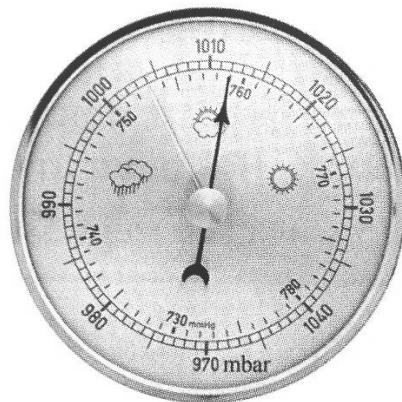
Slika 11. Toričelijev ogled [3]

$$p_0 = \rho \cdot g \cdot h \quad (9)$$

$$p_0 = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,76 \text{m} = 100 \text{ kPa}$$

2.9. Mjerenje atmosferskog pritiska

Instrumenti koji se koriste za mjerenje atmosferskog pritiska zovu se barometri. Cijev sa živom koju je koristio Toričeli u svom ogledu bila je prvi barometar. Atmosferski pritisak je određivan pomoću visine živinog stuba u cijevi. Danas se koriste metalni barometri. U unutrašnjosti metalnog barometra postoji metalna kutija sa elastičnom membranom koja se u zavisnosti od atmosferskog pritiska, deformiše i pomjera kazaljku [3].



Slika 12. Barometar [3]

3. Metodologija istraživanja

3.1. Problem i predmet istraživanja

Postoje različite metode učenja koje nastavnici mogu odabrat da približe fiziku kao nauku učenicima. Ne postoji metoda koja se može smatrati sveobuhvatnom i najboljom u svakoj situaciji. Iz tog razloga je preporučljivo da se pripremi više različitih metoda od kojih nastavnik može da izabere onu koji je najbolja za određeno gradivo, dati razred i afinitet nastavnika [6].

3.2. Cilj i zadaci istraživanja

U ovom radu je ispitan uticaj primjene PhET simulacija u okviru domaćih zadataka na razumjevanje učenika šestog razreda osnovne škole i njihovu motivaciju za učenje fizike. Efekat ove metode je procjenjen na osnovu upoređivanja uspjeha i interesovanja učenika za datu nastavnu temu. Uspjeh učenika je procjenjen na osnovu kontrolnog rada, a njihova zainteresovanost za nastavnu jedinicu na osnovu izrade domaćih zadataka i ankete. Upoređivanje je vršeno između grupe učenika koji su koristili PhET simulacije (eksperimentalna grupa) i učenika koji su učili primjenom tradicionalnog metoda (kontrolna grupa).

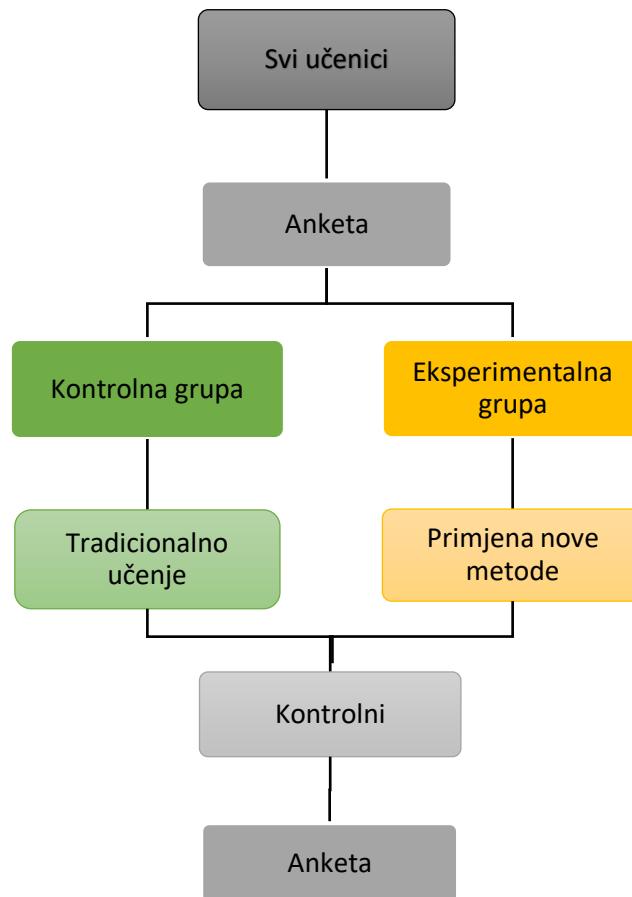
3.3. Uzorak istraživanja

Istraživanje je vršeno u jednoj osnovnoj školi. Isti nastavnik je predavao u svih pet odjeljenja šestih razreda kako bi se eliminisao uticaj različitih nastavničkih ličnosti. Od ovih pet odjeljenja odabrana su četiri za učešće u pedagoškom eksperimentu. Odabir odjeljenja je vršen na osnovu prethodnog uspjeha učenika. Odabrana su dva najpribližnija odjeljena po uspjehu da bi se kasnije uporedila i njihova postignuća iz odabrane oblasti. Dva šesta razreda su činila eksperimentalnu grupu, a preostala dva kontrolnu grupu.

Eksperimentalnu grupu je činilo 56 učenika (od toga 30 dječaka i 26 djevojčica), a kontrolnu grupu je činio 51 učenik (29 dječaka i 22 djevojčice).

3.4. Organizacija i tok istraživanja

Istraživanje je izvršeno da bi se ispitao efekat korišćene metode na postignuća i motivaciju učenika osnovne škole u fizici. Svi učenici su radili anketu kako prije tako i posle podjele na eksperimentalnu i kontrolnu grupu i primjene nove metode (Grafik 1).



Grafik 1. Postupak sprovođenja istraživanja

Učenici u eksperimentalnoj grupi su koristili PhET simulacije za rješavanje domaćih zadataka. Uz pomoć PhET simulacije su imali zanimljiviji i slikovitiji domaći zadatak od djece u kontrolnoj grupi. PhET simulacija hidrostatički pritisak je u potpunosti odgovarala nastavnoj temi koja je obrađivana na časovima. Djeca su pored učenja mogla da se igraju i određuju pritisak na različitim planetama i u različitim tečnostima. Uz pomoć simulacije su trebali da donesu zaključak o ponašanju datog sistema i time se uvjere u tačnost zakona koje su učili na času. U nekim zadacima je trebalo da izračunaju određenu fizičku veličinu, ali ni to nije bilo moguće bez simulacije. Određene vrijednosti (gustinu, gravitaciju,...) su uzimali iz simulacije i na taj način dalje rješavali zadati problem.

Kontrolna grupa je imala standardne domaće zadatke kakvi se najčešće zadaju učenicima u našim školama. To su računski zadaci do čijeg rješenja učenici dolaze uvrštavanjem brojnih vrijednosti u formule i rješenje dobijaju u vidi broja i određene mjerne jedinice. Na ovaj način učenici treba samostalno da zamisle sliku stvarnosti u svojoj glavi i riješe zadatak uz poznavanje formula koje su naučili na času fizike.

Ista nastavna tema je predavana učenicima u obje grupe istovremeno i na isti način, prema planu i programu Ministarstva prosvete Republike Srbije. Nastavne jedinice koje su ispredavane su: Pojam pritiska i pritisak čvrstih tijela, Hidrostatički pritisak, Atmosferski pritisak, Toričelijev ogled i Paskalov zakon. Nakon obrade svih nastavnih jedinica, napravljen je kontrolni rad, koji je bio jednak za sve grupe. Analizom kontrolnog rada je utvrđeno koja grupa je bolje savladala gradivo. Takođe, učenici su prije i posle realizovanih nastavnih jedinica popunili anketu da bi se procjenila njihova motivacija za učenje fizike. Anketa je bila anonimna i svi učenici su dobrovoljno prihvatali da je popune.

Učenici iz eksperimentalne i kontrolne grupe su imali po pet domaćih zadataka na osnovu kojih su vršena istraživanja. Plan rada nastavnika za nastavnu temu pritisak je prikazan u Tabeli 1.

Nastavna tema	Broj časa	Nastavna jedinica	Tip časa
Pritisak	61.	Pojam pritiska; Pritisak čvrstih tijela	Obrada
	62.	Hidrostatički pritisak	Obrada
	63.	Pojam pritiska; Pritisak čvrstih tijela; Hidrostatički pritisak	Ponavljanje
	64.	Atmosferski pritisak	Obrada
	65.	Toričelijev ogled	Obrada
	66.	Paskalov zakon	Obrada
	67.	Atmosferski pritisak; Toričelijev ogled; Paskalov zakon	Ponavljanje
	68.	Atmosferski pritisak; Toričelijev ogled; Paskalov zakon	Utvrđivanje
	69.	Pritisak – provjera znanja	Kontrolni zadatak
	70.	Pritisak	Analiza kontrolnog
	71.	Određivanje zavisnosti hidrostatičkog pritiska od dubine vode	Laboratorijska vježba
	72.	Pritisak	Sistematizacija

Tabela 1. Plan za nastavnu temu pritisak

Prvi domaći zadatak za temu pritisak učenici su dobili na 62. nastavnom času. Na ovom času su upoznati sa pritiskom koji stvaraju tečnosti i gasovi. Naučili su formulu za izračunavanje hidrostatičkog pritiska u tečnosti, i na osnovu toga su mogli uraditi domaći zadatak.

Prvi domaći zadatak za kontrolnu grupu je:

- Naći hidrostatički pritisak koji djeluje na zidove podmornice na dubini 500 m u moru. Gustina morske vode je 1030 kg/m^3 .

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

$$\rho = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p = ?$$

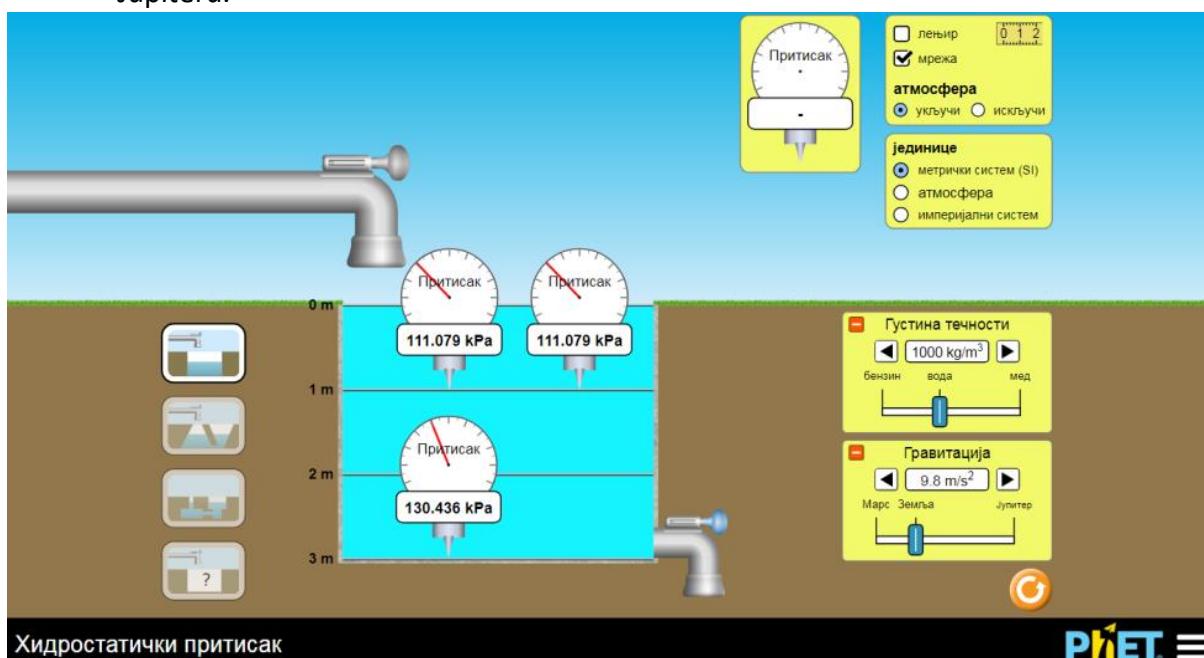
$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$$p = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 500 \text{ m}$$

$$p = 5\,052\,150 \text{ Pa}$$

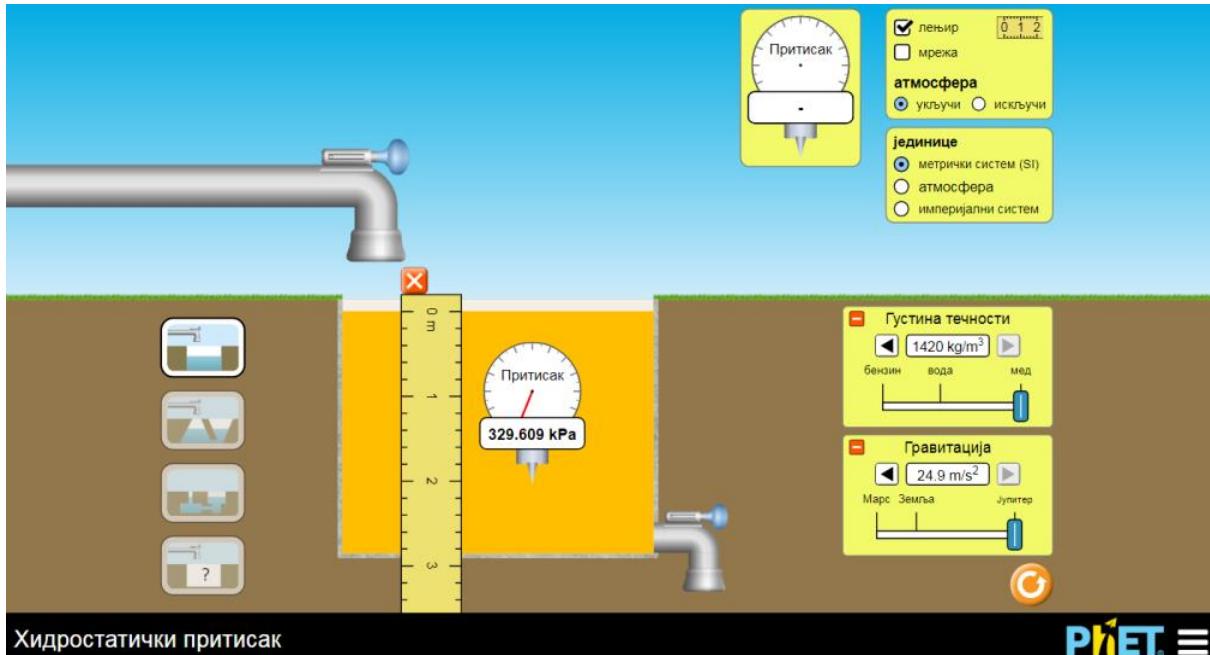
Prvi domaći zadatak za eksperimentalnu grupu je:

- Koristiti PhET simulaciju hidrostatički pritisak. Uz pomoć manometra zaključiti kako se pritisak ponaša u tečnosti. Mjeriti pritisak u tečnosti na različitim dubinama (koristiti lenjir). Kako se naziva pritisak koji postoji zbog težine tečnosti i kojom formulom je određen? Izračunati hidrostatički pritisak u medu na dubini 2 m na Jupiteru.



Slika 13. Zadatak 2.

U homogenoj tečnosti koja miruje pritisak je isti u svim tačkama koje se nalaze na istoj visini. Pritisak je različit na različitim dubinama. Na većim dubinama u tečnosti pritisak je veći. Pritisak koji postoji zbog težine tečnosti naziva se hidrostatički pritisak, i određen je formulom: $p = \rho \cdot g \cdot h$.



Slika 14. Zadatak 2.

$$h = 2\text{ m}$$

$$\rho = 1420 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 24,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p = ?$$

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

$$p = 1420 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 24,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2\text{ m}$$

$$p = 70\,716\text{ Pa}$$

Na 63. nastavnom času su utvrđene nastavne teme sa prethodnih časova (Pojam pritiska, Pritisak čvrstih tijela i Hidrostatički pritisak). Na ovom času učenici su dobili drugi domaći zadatak za nastavnu temu pritisak.

Drugi domaći zadatak za kontrolnu grupu je:

3. Bure je napunjeno vodom do visine 80 cm. Površina dna bureta je $0,5 \text{ m}^2$. Na zidu bureta, na visini 30 cm od dna je rupica površine 2 cm^2 , zatvorena čepom. Izračunati silu hidrostatičkog pritiska vode na dno bureta i na čep.

$$h_1 = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$S_1 = 0,5 \text{ m}^2$$

$$h_2 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$S_2 = 2 \text{ cm}^2 = 0,0002 \text{ m}^2$$

$$F_1 = ? \quad F_2 = ?$$

Pritisak vode na dnu bureta:

$$\begin{aligned} p_1 &= \rho \cdot G \cdot h_1 \\ p_1 &= 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,8 \text{ m} \\ p_1 &= 7848 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Sila pritiska na dno:

$$\begin{aligned} F_1 &= p_1 \cdot S_1 \\ F_1 &= 7848 \text{ Pa} \cdot 0,5 \text{ m}^2 \\ F_1 &= 3924 \text{ N} \end{aligned}$$

Dubina na kojoj se nalazi čep:

$$\begin{aligned} h &= h_1 - h_2 \\ h &= 0,8 \text{ m} - 0,3 \text{ m} \\ h &= 0,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Pritisak u tečnosti na dubini h je:

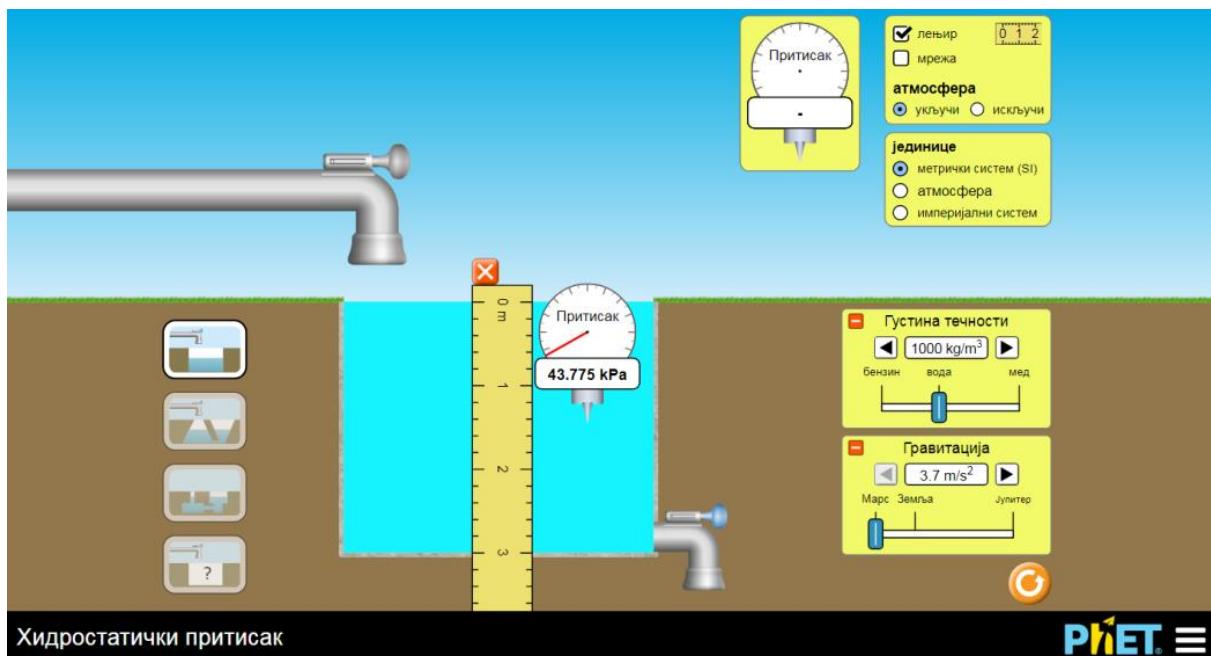
$$\begin{aligned} p_2 &= \rho \cdot G \cdot h \\ p_2 &= 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,5 \text{ m} \\ p_2 &= 4905 \text{ Pa} \end{aligned}$$

Sila kojom tečnost djeluje na čep je:

$$\begin{aligned} F_2 &= p_2 \cdot S_2 \\ F_2 &= 4905 \text{ Pa} \cdot 0,0002 \text{ m}^2 \\ F_2 &= 0,891 \text{ N} \end{aligned}$$

Drugi domaći zadatak za eksperimentalnu grupu je:

4. Koristiti PhET simulaciju hidrostatički pritisak. Izračunati ukupan pritisak u vodi na dubini od 1,4 m, u benzinu na dubini od 2 m i u medu na dubini 2,6 m. Uporediti izračunate vrijednosti sa očitanim na manometru. Gustine koristiti iz simulacije i mjerjenje izvršiti na Marsu.



Slika 15. Zadatak 4.

$$h = 1,4 \text{ m}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p_0 = 38\,359 \text{ Pa}$$

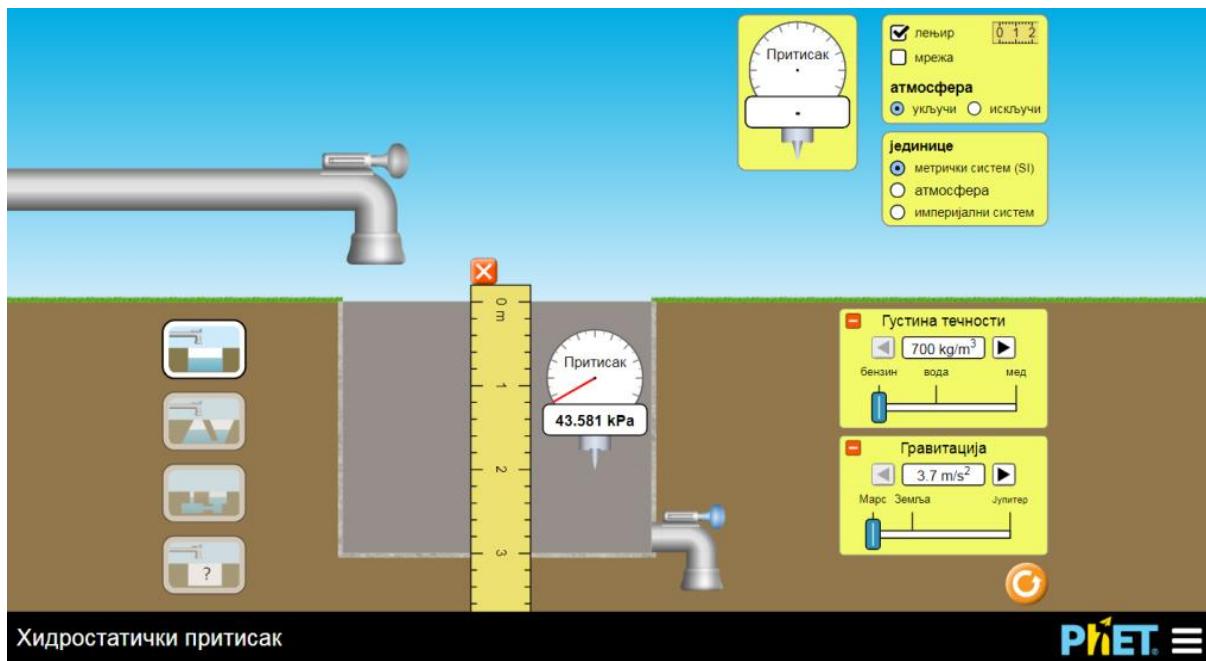
$$p = ?$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$p = 38359 \text{ Pa} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,4 \text{ m}$$

$$p = 43\,539 \text{ Pa}$$

$$p = 43\,775 \text{ Pa} - \text{pritisak očitan na manometru}$$



Slika 16. Zadatak 4.

$$h = 2 \text{ m}$$

$$\rho = 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p_0 = 38\ 359 \text{ Pa}$$

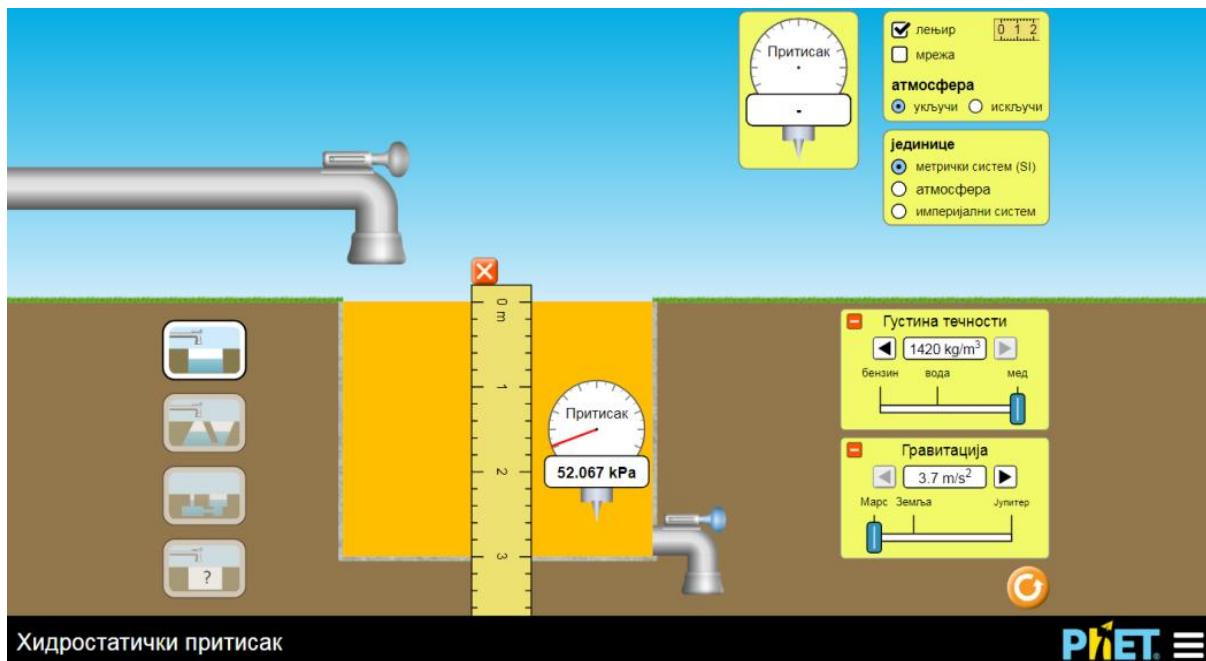
$$p = ?$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$p = 38359 \text{ Pa} + 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \text{ m}$$

$$p = 43\ 539 \text{ Pa}$$

$$p = 43\ 581 \text{ Pa} - \text{pritisak očitan na manometru}$$



Slika 17. Zadatak 4.

$$h = 2,6 \text{ m}$$

$$\rho = 1420 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p_0 = 38\,359 \text{ Pa}$$

$$p = ?$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$p = 38359 \text{ Pa} + 1420 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,6 \text{ m}$$

$$p = 52\,019 \text{ Pa}$$

$$p = 52\,067 \text{ Pa} - \text{pritisak očitan na manometru}$$

Na 64. nastavnom času je obradjena nastavna jedinica Atmosferski pritisak. Učenici su na ovom času naučili da atmosferski pritisak postoji zbog težine vazdušnog omotača koji okružuje Zemlju i da vrijednost ovog pritiska opada sa porastom nadmorske visine.

Treći domaci zadatak za kontrolnu grupu:

5. Koliko iznosi ukupan pritisak u vodi na dubini 10 m?

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

$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$p_0 = 100000 \text{ Pa}$$

$$p = ?$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

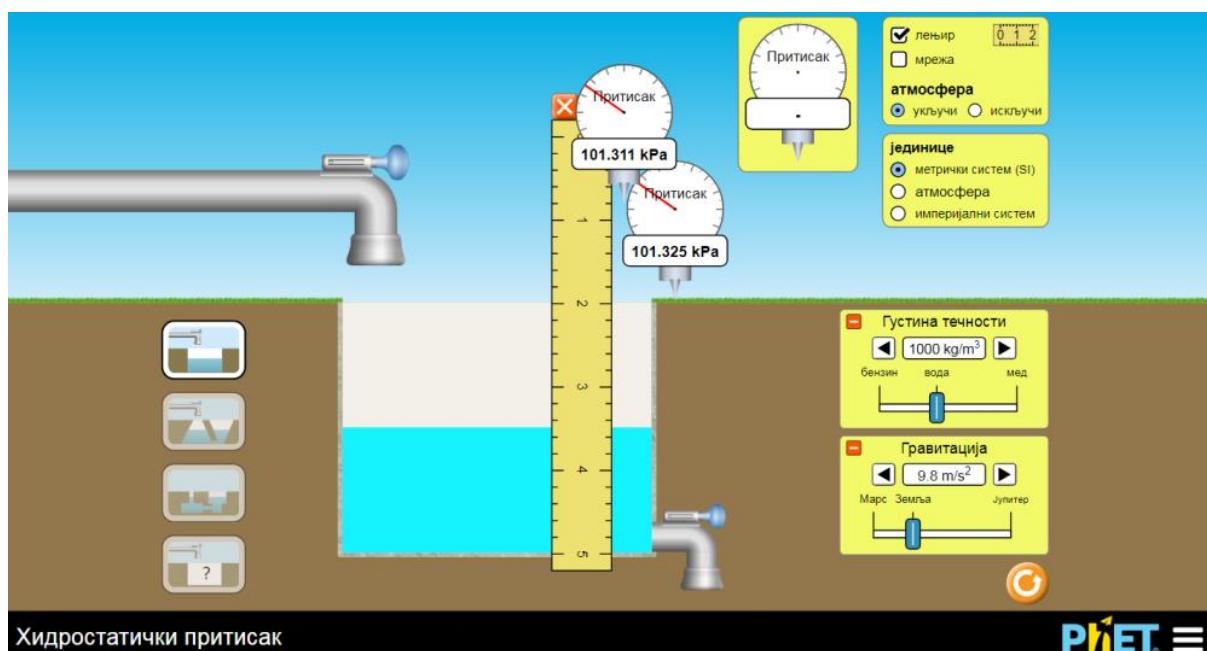
$$p = 100000 \text{ Pa} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}$$

$$p = 198100 \text{ Pa}$$

Treći domaći zadatak za eksperimentalnu grupu:

6. Šta je atmosferski pritisak? Uz pomoć manometra izmjeriti pritisak na nivou mora i na visini od 1,2 m od nivoa mora. Izraziti pritiske u paskalima. Šta se dešava sa pritiskom na većim visinama? Koliko iznosi pritisak na 0 metara nadmorske visine na Marsu, a koliko na Jupiteru?

Atmosferski pritisak je pritisak vazdušnog omotača na Zemljinu površinu i sve što se na njoj nalazi.



Slika 18. Zadatak 6.

Pritisak na nivou mora na Zemlji iznosi 101325 Pa, a na visini od 1,2 m atmosferski pritisak iznosi 101311 Pa. Sa povećanjem visine atmosferski pritisak opada.

Pritisak na nula metara nadmorske visine na Marsu iznosi 38359 Pa, a na Jupiteru 257448 Pa.

Na 66. nastavnom času učenici su se upoznali sa Paskalovim zakonom. Naučili su da ako se spoljašnjim djelovanjem promjeni pritisak na jednom mjestu u tečnosti ili gasu, na isti način se promjeni i na svakom drugom mjestu. Učenici su na ovom času upoznati sa zakonom spojenih sudova i radom hidraulične dizalice.

Četvrti domaći zadatak za kontrolnu grupu:

7. Manji klip hidraulične dizalice ima površinu 20 cm^2 , a veći 80 cm^2 . Kolika je težina tereta koji se može podići ovom mašinom kada se na manji klip djeluje silom 100 N?

$$S_1 = 20 \text{ cm}^2$$

$$S_2 = 80 \text{ cm}^2$$

$$F_1 = 100 \text{ N}$$

$$F_2 = ?$$

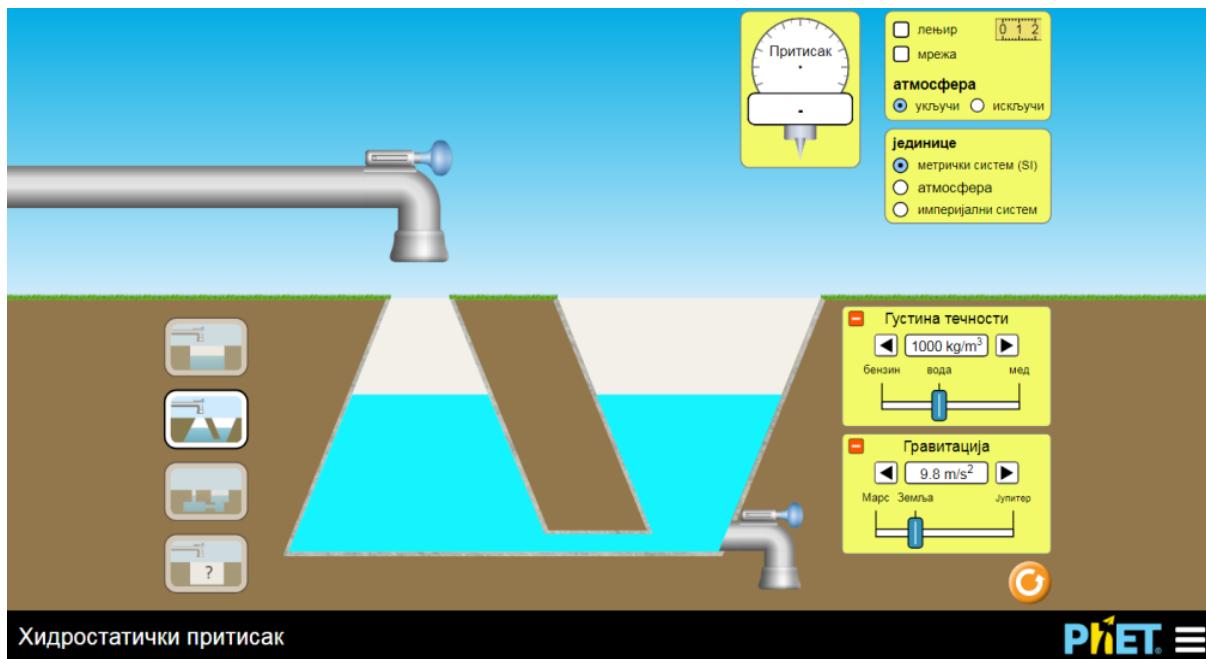
$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1}$$
$$F_2 = \frac{100 \text{ N} \cdot 80 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}^2}$$

$$F_2 = 400 \text{ N}$$

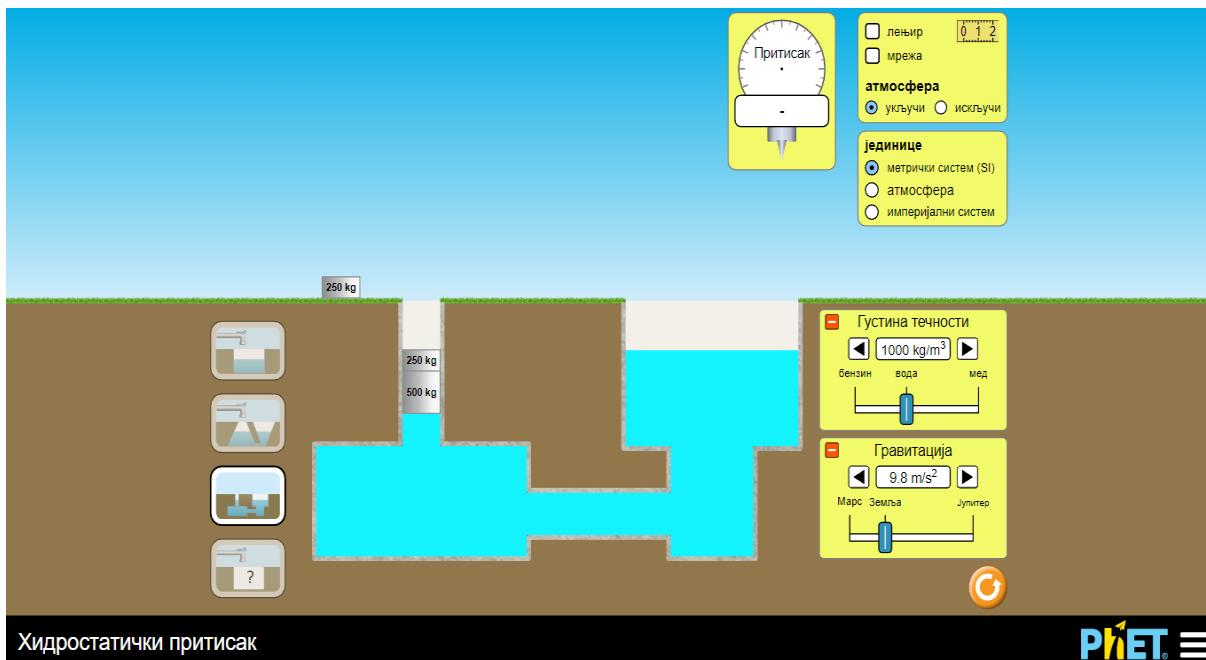
Četvrti domaći zadatak za eksperimentalnu grupu:

8. Ispitati šta se dešava ako sipamo fluid u dva spojena suda. Ispitati rad hidraulične dizalice i objasniti ga. Izračunati silu kojom bi se odigao teret u drugom cilindru ako u prvi stavimo tegove od 500 kg i 250 kg. Uzeti da je površina drugog klipa 5 puta veća od prvog.



Slika 19. Zadatak 8.

Nivo tečnosti u svim spojenim sudovima je jednak.



Slika 20. Zadatak 8.

Hidraulična dizalica radi na principu spojenih sudova. Pomoću ove jednostavne mašine uz pomoć male sile možemo podići veći teret.

$$S_2 = 5 \cdot S_1$$

$$\underline{m_1 = 750 \text{ kg}}$$

$$F_2 = ?$$

$$Q_1 = m_1 \cdot g$$

$$Q_1 = 750 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$Q_1 = 7357,5 \text{ N}$$

$$F_1 = Q_1$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1}$$

$$F_2 = \frac{981 \text{ N} \cdot 10 \cdot S_1}{S_1}$$

$$F_2 = 981 \text{ N} \cdot 10$$

$$F_2 = 9810 \text{ N}$$

$$Q_2 = m \cdot g$$

$$Q_2 = 950 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$Q_2 = 9319,5 \text{ N}$$

Na 67. nastavnom času su ponovljenje lekcije sa prethodnih časova (atmosferski pritisak, Toričelijev ogled i Paskalov zakon). Urađeni su računski zadaci iz pomenutih lekcija i učenici su dobili poslednji domaći zadatak za nastavnu temu Pritisak.

Peti domaći zadatak za kontrolnu grupu:

9. Površina većeg klipa hidraulične dizalice je 10 puta veća od površine manjeg klipa.

Može li čovjek težine 981 N, ako stane na manji klip, podići automobil mase 950 kg koji je postavljen na veći klip?

$$S_2 = 10 \cdot S_1$$

$$Q_1 = F_1 = 981 \text{ N}$$

$$\underline{m_2 = 950 \text{ kg}}$$

$$F_2 = ? \quad Q_2 = ?$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1}$$

$$F_2 = \frac{981N \cdot 10 \cdot S_1}{S_1}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= 981N \cdot 10 \\ F_2 &= 9810N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= m \cdot g \\ Q_2 &= 950 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ Q_2 &= 9319,5 \text{ N} \end{aligned}$$

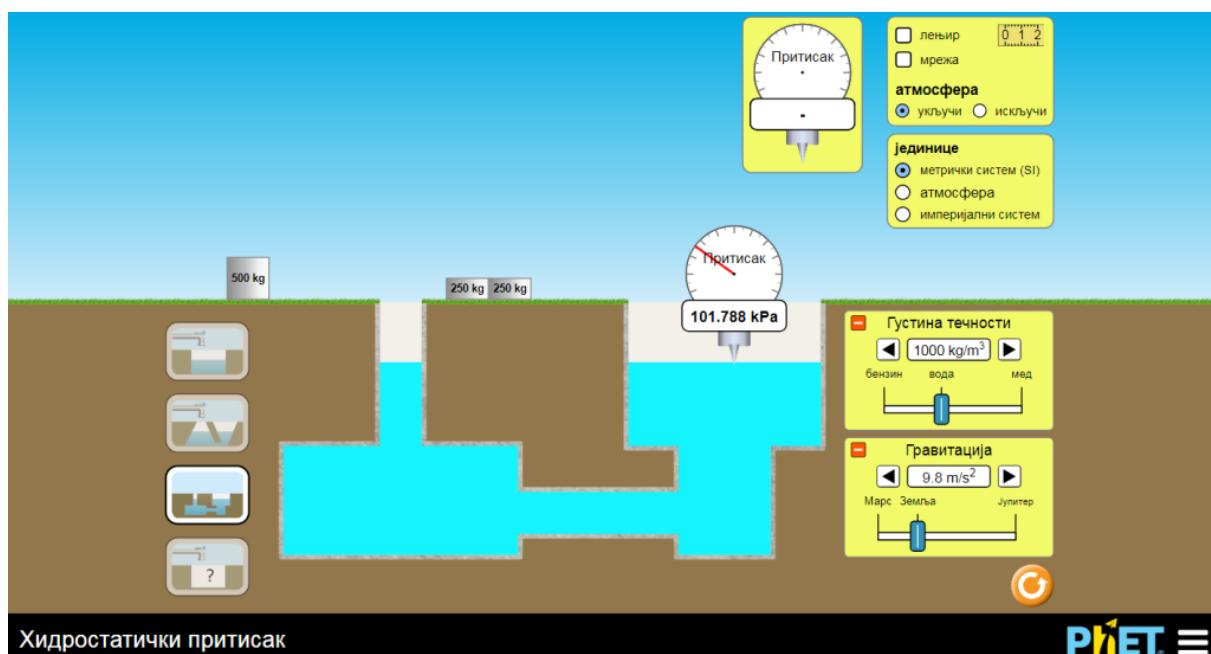
$$F_2 > Q_2$$

Čovjek težine 981 N može podići teret mase 950 kg ako stoji na deset puta manjoj površini klipa nego teret.

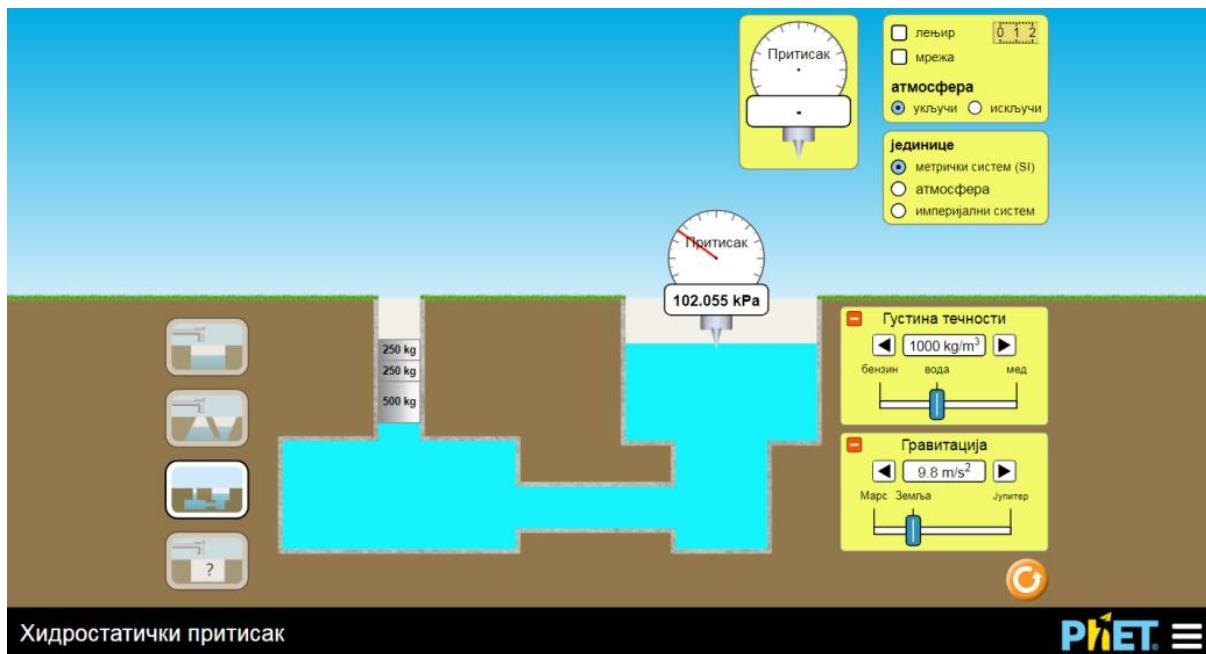
Peti domaći zadatak za eksperimentalnu grupu:

10. Površina većeg klipa hidraulične dizalice je pet puta veća od površine manjeg klipa.

Može li teret mase 1000 kg, ako soji u manjem cilindru, podići teret mase 12 t koji je postavljen u većem cilindru? Pomoću manometra odrediti pritisak u većem cilindru prije ubacivanja tegova u manji cilindar i posle ubacivanja tegova, šta se desilo sa pritiskom?



Slika 21. Zadatak 10.



Slika 22. Zadatak 10.

$$S_2 = 5 \cdot S_1$$

$$m_1 = 1000 \text{ kg}$$

$$\underline{m_2 = 12 \text{ t} = 12000 \text{ kg}}$$

$$F_2 = ?$$

$$Q_1 = m_1 \cdot g$$

$$Q_1 = 1000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$Q_1 = 9810 \text{ N}$$

$$F_1 = Q_1$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot S_2}{S_1}$$

$$F_2 = \frac{9810 \text{ N} \cdot 5 \cdot S_1}{S_1}$$

$$F_2 = 9810 \text{ N} \cdot 10$$

$$F_2 = 98100 \text{ N}$$

$$Q_2 = m_2 \cdot g$$

$$Q_2 = 12000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$Q_2 = 117720 \text{ N}$$
$$Q_2 > F_2$$

Teret mase 1000 kg ne može podići teret mase 12 t koji se nalazi u cilindru pet puta veće površine.

Pritisak u većem cilindru prije ubacivanja tegova iznosi 101788 Pa, a nakon ubacivanja tegova u manji cilindar pritisak u većem iznosi 102055 Pa. Znači da prilikom ubacivanja tegova u manji cilindar u većem možemo podići teži teret jer imamo veći pritisak.

Domaći zadaci su svaki put pregledani na sledećem času, kako bi se utvrdilo koliki broj učenika ih je uradio. Za svaki tačno urađen domaći zadatak učenici su dobijali po jedan plus, a za neurađene minus. Nakon završetka svih domaćih zadataka, formirana je po jedna ocjena za svakog učenika na osnovu sakupljenog broja pluseva i minuseva.

3.5. Instrumenti prikupljanja podataka i metode obrade

Postignuća učenika su procjenjena na osnovu rezultata koji su ostvarili na kontrolnom radu iz oblasti Pritisak, anketa je pripremljena i data učenicima za ispitivanje njihove motivacije za učenje fizike, prije realizacije pedagoškog eksperimenta i posle njegove realizacije. Primjenjena je anketa SMTSL (Student's motivation toward science learning, SMTSL, Tuan, Chin, & Shyang, 2005) [13], na kraju ankete dodate su stavke kojima je ispitana njihova motivacija za izradu domaćih zadataka. Kontrolni rad i primjena anketa su dati u prilogu. Dobijeni podaci su obrađeni statistički i prikazani su tabelarno i grafički, data je kvalitativna analiza rezultata.

4. Rezultati istraživanja i diskusija

4.1. Motivacija učenika

U Tabelama 2 - 5 su dati rezultati ankete za svaku grupu prije i posle primjene nove metode učenja. Prikazan je udio ponuđenih odgovora u procentima za svako pitanje. Odgovori oba razreda koja su izabrana za eksperimentalnu grupu su prikazani u Tabeli 2 (prije istraživanja) i Tabeli 4 (posle istraživanja). Analogno su prikazani i odgovori učenika iz kontrolne grupe, u tabeli 3 prije istraživanja i Tabeli 5 posle istraživanja.

Redni broj pitanja	Odgovori				
	1[%]	2[%]	3[%]	4[%]	5[%]
1.	1,8	5,4	28,6	32,1	32,1
2.	21,4	21,4	32,1	19,6	5,4
3.	3,6	3,6	10,7	35,7	46,4
4.	60,7	16,1	12,5	3,6	7,1
5.	8,9	30,4	26,8	12,5	21,4
6.	58,9	28,6	8,9	3,6,	0
7.	73,2	17,2	5,4	3,6	0
8.	0	0	7,1	16,1	76,8
9.	8,9	0	16,1	44,6	30,4
10.	12,5	16,1	10,7	37,5	23,2
11.	3,6	3,6	16,1	30,4	46,4
12.	5,4	10,7	28,6	26,8	28,6
13.	1,8	1,8	3,6	21,4	71,4
14.	0	0	1,8	26,8	71,4
15.	5,4	3,6	16,1	53,6	21,4
16.	3,6	12,5	21,4	19,6	42,9
17.	3,6	5,4	30,4	35,7	25
18.	7,1	8,9	17,9	39,3	26,8
19.	1,8	1,8	14,3	37,5	44,6
20.	5,4	10,7	19,6	32,1	32,1
21.	12,5	16,1	10,7	25,0	35,7
22.	37,5	23,2	10,7	17,9	10,7
23.	44,6	28,6	0	14,3	12,5
24.	53,6	26,8	14,3	1,8	3,6
25.	1,8	0	7,1	14,3	76,8
26.	0	1,8	10,7	17,9	69,6
27.	0	1,8	1,8	23,2	73,2
28.	3,6	7,1	23,2	32,1	33,9
29.	8,9	8,9	21,4	28,6	32,1
30.	7,1	7,1	16,7	21,4	48,2
31.	19,6	16,1	32,2	26,8	14,3
32.	3,6	14,3	21,4	26,8	33,9
33.	64,3	17,9	7,1	5,4	5,4
34.	58,9	21,4	10,7	7,1	1,8
35.	69,6	14,3	7,1	7,1	1,8

Tabela 2. Rezultati ankete za eksperimentalnu grupu prije primjene nove metode učenja

Redni broj pitanja	Odgovori				
	1[%]	2[%]	3[%]	4[%]	5[%]
1.	3,9	11,8	29,4	41,2	13,7
2.	7,8	17,6	39,2	27,5	7,8
3.	0	7,8	11,8	39,2	41,2
4.	45,1	21,6	15,7	11,8	5,9
5.	15,7	13,7	25,5	27,5	17,6
6.	41,2	29,4	15,7	5,9	7,8
7.	60,8	19,6	11,8	5,9	2
8.	0	7,8	7,8	35,3	49
9.	5,9	5,9	13,7	47,1	27,5
10.	19,6	5,9	11,8	35,3	27,5
11.	0	2	13,7	54,9	29,4
12.	5,9	13,7	31,4	29,4	19,6
13.	0	0	11,8	35,3	52,9
14.	2	0	3,9	41,2	52,9
15.	5,9	13,7	33,3	37,3	9,8
16.	15,7	11,8	21,6	31,4	19,6
17.	11,8	3,9	25,5	39,2	19,6
18.	5,9	9,8	25,5	41,2	17,6
19.	3,9	5,9	17,6	43,1	29,4
20.	3,9	11,8	37,3	35,3	11,8
21.	3,9	3,9	7,8	29,4	54,9
22.	31,4	19,6	23,5	9,8	15,7
23.	35,3	25,5	21,6	9,8	7,8
24.	39,2	19,6	25,5	3,9	11,8
25.	2	3,9	5,9	21,6	66,7
26.	0	2	19,6	33,3	45,1
27.	5,9	5,9	21,6	17,6	49
28.	7,8	7,8	31,4	19,6	33,3
29.	9,8	2	35,3	25,5	27,5
30.	2	5,9	23,5	21,6	47,1
31.	17,6	13,7	31,4	27,5	9,8
32.	9,8	3,9	23,5	31,4	31,4
33.	41,2	21,6	21,6	7,8	7,8
34.	43,1	25,5	15,7	9,8	5,9
35.	37,3	33,3	13,7	11,8	3,9

Tabela 3. Rezulteti ankete za kontrolnu grupu na početku istraživanja

Redni broj pitanja	Odgovori				
	1[%]	2[%]	3[%]	4[%]	5[%]
1.	3,6	17,9	21,4	25	32,1
2.	17,9	23,2	30,4	19,6	8,9
3.	0	5,4	17,9	32,1	44,6
4.	46,4	16,1	19,6	16,1	1,8
5.	21,4	23,2	21,4	23,2	10,7
6.	42,9	32,1	16,1	5,4	3,6
7.	62,5	19,6	7,1	3,6	7,1
8.	0	0	5,4	28,6	66,1
9.	1,8	7,1	16,1	32,1	42,9
10.	10,7	10,7	14,3	28,6	35,7
11.	5,4	1,8	12,5	32,1	48,2
12.	3,6	8,9	26,8	35,7	25
13.	1,8	3,6	5,4	33,9	55,4
14.	3,6	1,8	7,1	30,4	57,1
15.	7,1	7,1	21,4	41,1	23,2
16.	5,4	19,6	25	25	25
17.	3,6	7,1	33,9	26,8	28,6
18.	1,8	8,9	23,2	28,6	37,5
19.	3,6	5,4	17,9	30,4	42,9
20.	8,9	10,7	23,2	25	32,1
21.	8,9	7,1	23,2	16,1	44,6
22.	30,4	19,6	21,4	7,1	21,4
23.	48,2	16,1	14,3	10,7	10,7
24.	46,4	23,2	17,9	1,8	10,7
25.	1,8	1,8	7,1	23,2	66,1
26.	3,6	3,6	5,4	28,6	58,9
27.	3,6	3,6	10,7	21,4	60,7
28.	7,1	3,6	23,2	32,1	33,9
29.	10,7	3,6	32,1	26,8	26,8
30.	1,8	14,3	8,9	17,9	57,1
31.	7,1	7,1	23,2	25	37,5
32.	5,4	1,8	21,4	32,1	39,3
33.	46,4	21,4	12,5	7,1	12,5
34.	51,8	26,8	16,1	3,6	1,8
35.	66,1	19,6	7,1	3,6	3,6

Tabela 4. Rezultati ankete za eksperimentalnu grupu posle primjene nove metode učenja

Redni broj pitanja	Odgovori				
	1[%]	2[%]	3[%]	4[%]	5[%]
1.	11,8	5,9	29,4	35,3	17,6
2.	11,8	11,8	35,3	37,3	3,9
3.	7,8	7,8	23,5	27,5	33,3
4.	35,3	25,5	15,7	7,8	15,7
5.	17,6	11,8	21,6	23,5	25,5
6.	31,4	29,4	19,6	15,7	3,9
7.	43,1	29,4	13,7	9,8	3,9
8.	0	5,9	7,8	47,1	39,2
9.	5,9	9,8	29,4	25,5	29,4
10.	9,8	9,8	17,6	27,5	35,3
11.	7,8	0	23,5	43,1	25,5
12.	7,8	7,8	27,5	31,4	25,5
13.	2	0	15,7	39,2	43,1
14.	0	0	19,6	33,3	47,1
15.	3,9	13,7	25,5	29,4	27,5
16.	23,5	2	17,6	31,4	25,5
17.	15,7	13,7	23,5	27,5	19,6
18.	15,7	5,9	27,5	31,4	19,6
19.	11,8	5,9	29,4	35,3	17,6
20.	11,8	13,7	33,3	21,6	19,6
21.	5,9	3,9	13,7	29,4	47,1
22.	35,3	13,7	23,5	19,6	7,8
23.	43,1	21,6	21,6	9,8	3,9
24.	33,3	27,5	23,5	13,7	2
25.	7,8	0	15,7	27,5	49
26.	3,9	2	11,8	33,3	49
27.	0	2	17,6	35,3	45,1
28.	9,8	5,9	15,7	27,5	41,2
29.	5,9	7,8	31,4	21,6	33,3
30.	3,9	3,9	13,7	27,5	51
31.	23,5	9,8	33,3	15,7	17,6
32.	13,7	7,8	19,6	25,5	33,3
33.	29,4	31,4	13,7	21,6	3,9
34.	35,3	19,6	27,5	13,7	3,9
35.	41,2	29,4	23,5	3,9	2

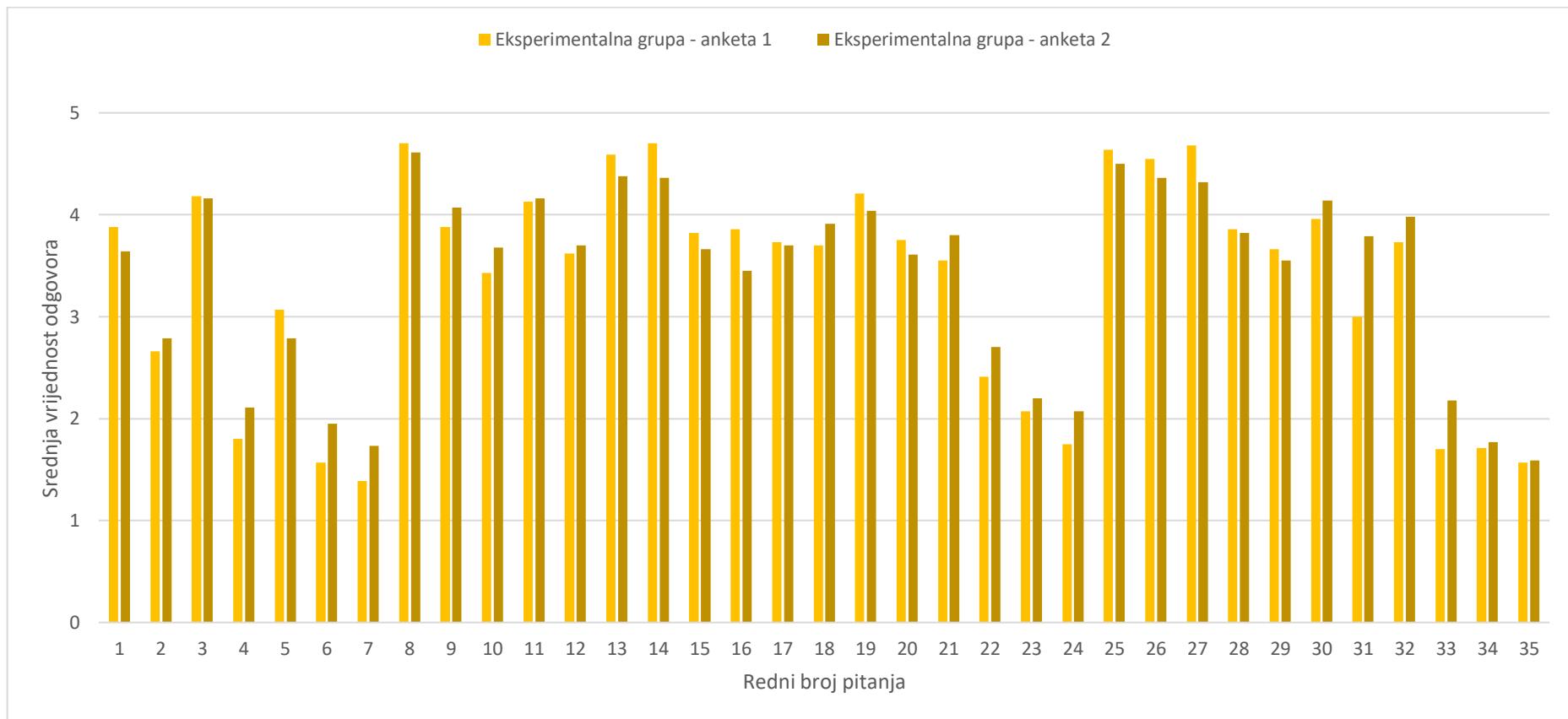
Tabela 5. Rezultati ankete za kontrolnu grupu na kraju istraživanja

Izačunata je srednja vrijednost odgovora za svako pitanje i svaku grupu učenika. Ovo je prikazano u drugoj, trećoj, četvrtoj i petoj koloni Tabele 6. Prikaz srednjih vrijednosti odgovora koje su dali učenici iz eksperimentalne i kontrolne grupe je dat na Grafiku 2 i Grafiku

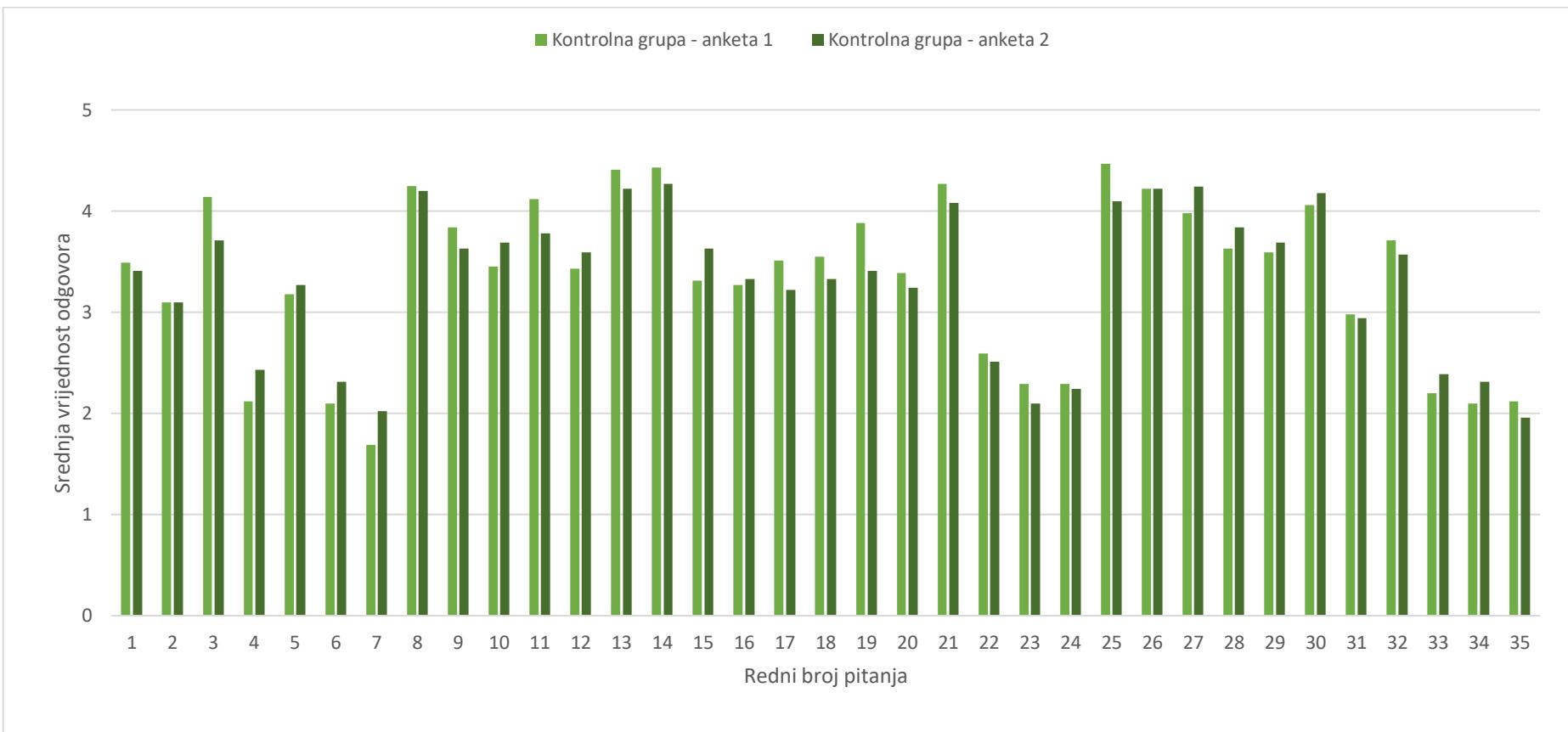
3. Predstavljeni su odgovori iz ankete koje su rađene prije istaživanja (Anketa 1) i odgovori iz ankete posle istraživanja (Anketa 2).

Pitanje	Srednja vrijednost odgovora				Relativna promjena srednje vrijednosti između dvije ankete	
	Anketa 1		Anketa 2		δE	δK
	Eksp.	Kontrolna	Eksp.	Kontrolna		
1.	3,88	3,49	3,64	3,41	-6,18557	-2,29226
2.	2,66	3,10	2,79	3,10	4,88722	0
3.	4,18	4,14	4,16	3,71	-0,47847	-10,38647
4.	1,80	2,12	2,11	2,43	17,22222	14,62264
5.	3,07	3,18	2,79	3,27	-9,12052	2,83019
6.	1,57	2,10	1,95	2,31	24,20382	10
7.	1,39	1,69	1,73	2,02	24,46043	19,52663
8.	4,70	4,25	4,61	4,20	-1,91489	-1,17647
9.	3,88	3,84	4,07	3,63	4,89691	-5,46875
10.	3,43	3,45	3,68	3,69	7,28863	6,95652
11.	4,13	4,12	4,16	3,78	0,72639	-8,25243
12.	3,62	3,43	3,70	3,59	2,20994	4,66472
13.	4,59	4,41	4,38	4,22	-4,57516	-4,30839
14.	4,70	4,43	4,36	4,27	-7,23404	-3,61174
15.	3,82	3,31	3,66	3,63	-4,18848	9,66767
16.	3,86	3,27	3,45	3,33	-10,62176	1,83486
17.	3,73	3,51	3,70	3,22	-0,80429	-8,26211
18.	3,70	3,55	3,91	3,33	5,67568	-6,19718
19.	4,21	3,88	4,04	3,41	-4,038	-12,1134
20.	3,75	3,39	3,61	3,24	-3,73333	-4,42478
21.	3,55	4,27	3,80	4,08	7,04225	-4,44965
22.	2,41	2,59	2,70	2,51	12,0332	-3,0888
23.	2,07	2,29	2,20	2,10	6,28019	-8,29694
24.	1,75	2,29	2,07	2,24	18,28571	-2,18341
25.	4,64	4,47	4,50	4,10	-3,01724	-8,2774
26.	4,55	4,22	4,36	4,22	-4,17582	0
27.	4,68	3,98	4,32	4,24	-7,69231	6,53266
28.	3,86	3,63	3,82	3,84	-1,03627	5,78512
29.	3,66	3,59	3,55	3,69	-3,00546	2,78552
30.	3,96	4,06	4,14	4,18	4,54545	2,95567
31.	3,00	2,98	3,79	2,94	26,33333	-1,34228
32.	3,73	3,71	3,98	3,57	6,70241	-3,77358
33.	1,70	2,20	2,18	2,39	28,23529	8,63636
34.	1,71	2,10	1,77	2,31	3,50877	10
35.	1,57	2,12	1,59	1,96	1,27389	-7,54717

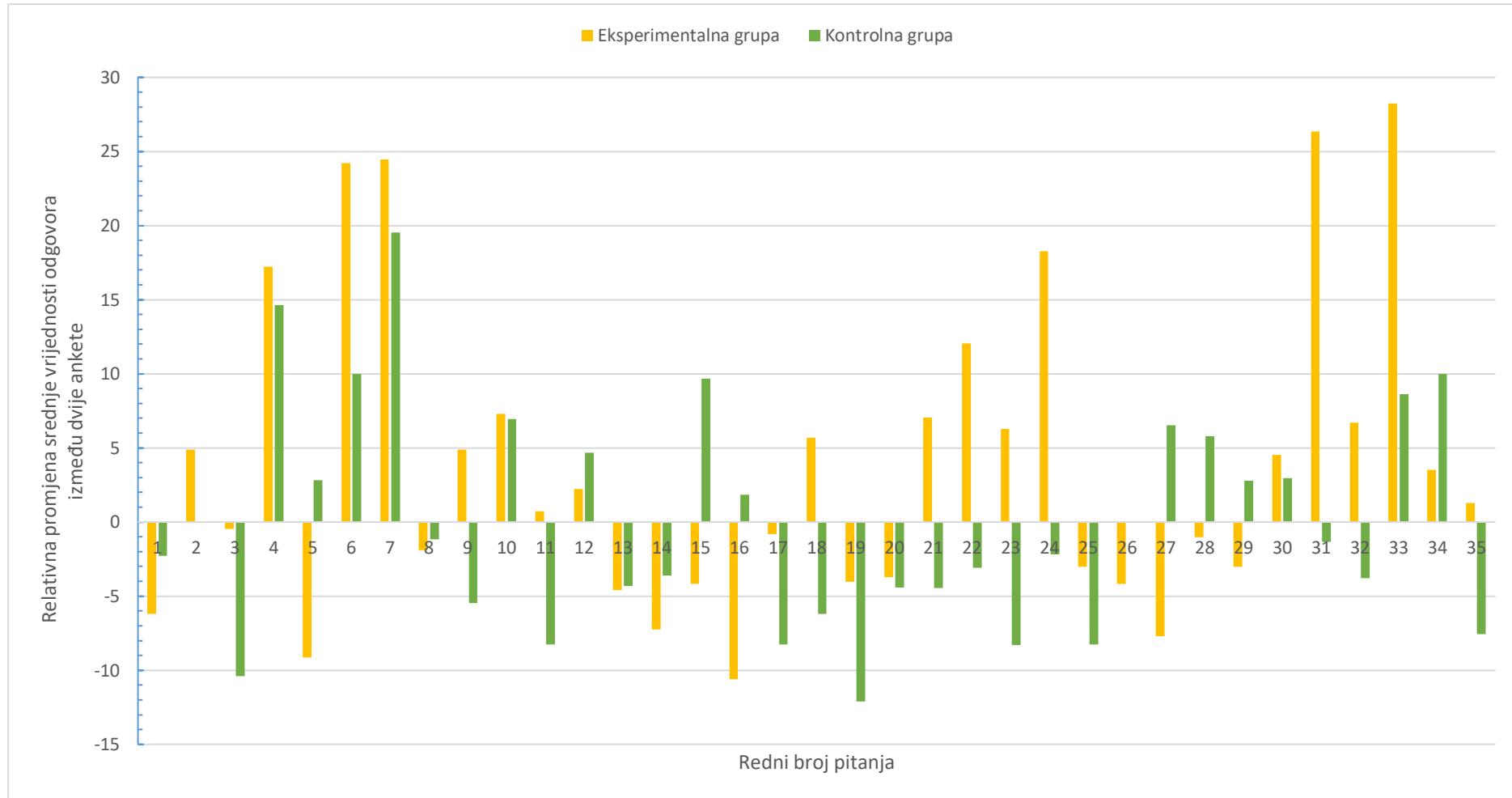
Tabela 6. Relativna promjena srednje vrijednosti između dvije anket



Grafik 2. Srednja vrijednost odgovora za eksperimentalnu grupu



Grafik 3. Srednja vrijednost odgovora za kontrolnu grupu



Grafik 4. Relativna promjena srednje vrijednosti između dvije ankete

Radi analize rezultata i preglednijih promjena u odgovorima učenika prije i posle primjene savremene metode nastave, izračunato je relativno odstupanje srednje vrijednosti odgovora u anketi 2 u odnosu na anketu 1. Ove vrijednosti su izračunate posebno za eksperimentalnu grupu učenika (δE) i posebno za kontrolnu grupu (δK), a prikazane su u šestoj i sedmoj koloni Tabele 6, respektivno.

Kao što se može vidjeti na Graficima 2 i 3, promjene u srednjim odgovorima Ankete 2 i 1 su relativno male za obje grupe učenika. Nekoliko pitanja se ipak izdvaja sa uočljivijim promjenama. Pitanja sa manjim promjenama neće biti razmatrana pojedinačno, ali se ona uglavnom uklapaju u zaključak.

Iako se na osnovu prvog pitanja može smatrati da svi učenici osjećaju nesigurnost da će razumjeti gradivo fizike, na osnovu drugog i trećeg pitanja se može zaključiti da je eksperimentalna grupa manje nesigurna kada se radi o savlađivanju teških fizičkih pojmoveva od kontrolne grupe. Takođe, kontrolna grupa je više nesigurna da može postići dobru ocjenu na kontrolnom zadatku.

Prema pitanjima od 4 – 7 svi učenici pokazuju sumnju da mogu da savladaju gradivo fizike, i dalje nedostatak volje da to učine kao i pribjegavanje pomoći od strane drugih. Treba napomenuti da učenici eksperimentalne grupe izražavaju blagi porast u upornosti rješavanja zadataka.

U gradivu fizike je bitno povezati nove pojmove sa prethodnim znanjem, što podržavaju odgovori eksperimentalne grupe, dok kontrolna grupa ima očigledne poteškoće sa tim. Učenici kontrolne grupe čak ne pokušavaju da razumiju gradivo kroz razgovor sa nastavnikom ili drugim učenicima, što su naveli u odgovorima na pitanje 11. Prema pitanjima 10 i 12 obje grupe učenika su spremne da koriste nove izvore i da povezuju različite djelove gradiva.

Generalni trend nezainteresovanosti i rezervisanosti učenika prema prirodnim naukama, naročito fizici i matematici se može prepoznati u odgovorima obje grupe na pitanja od 13 do 17. Na osnovu datih odgovora može se zaključiti da većina učenika nije zainteresovana da savlada gradivo koje ne razumiju, čak to i ne pokušavaju, pri tome ne analiziraju načinjene greške i uopšteno ne smatraju da im znanje iz fizike može koristiti u svakodnevnom životu. Ovaj utisak pojačavaju odgovori na pitanje 20, gdje obje grupe iskazuju nedostatak radoznalosti. Slabo razilaženje se može primjetiti u 18. pitanju gdje je za eksperimentalnu grupu porastao značaj učenja rješavanja problema u fizici, dok je kod kontrolne grupe suprotno.

Ukoliko se pitanja odnose na postizanje uspjeha i dobrih ocjena, situacija je drugačija. Na osnovu pitanja od 21 – 24 učenicima je motivacija za učenje fizike dobra ocjena, pažnja drugih i nastavnika i takmičenje sa drugima. Iako se ovo odnosi na učenike obje grupe, posebno se ističe kod eksperimentalne grupe.

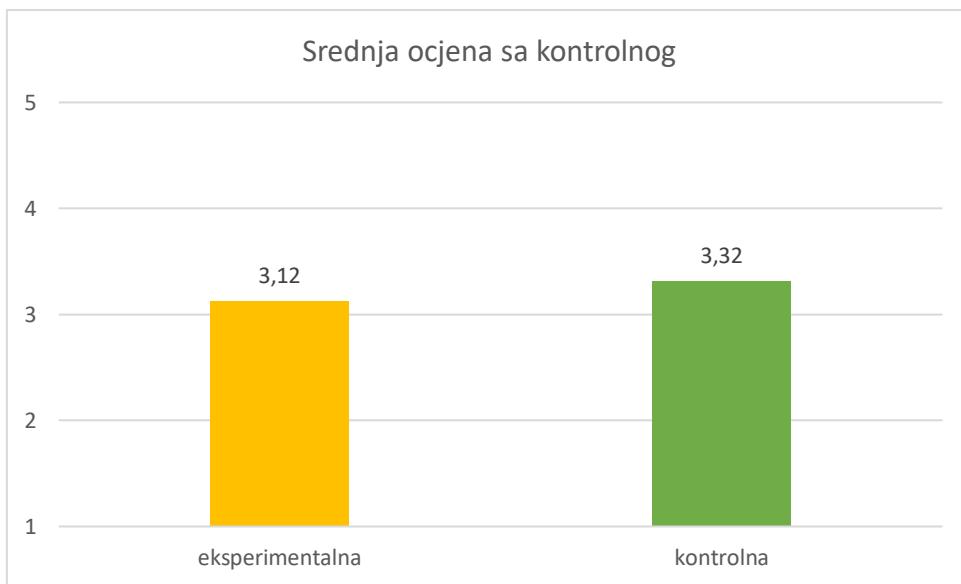
Nadovezujući se na prethodno razmatranje i pitanja od 13 – 17, odgovori na pitanja od 25 – 28 ukazuju na to da učenici ne osjećaju zadovoljstvo uslijed savladavanja gradiva fizike. Ovaj trend je izraženiji kod eksperimentalne grupe, dok kontrolna grupa pokazuje mali porast zadovoljstva pri rješavanju teških zadataka iz fizike i kada nastavnik i ostali učenici prihvataju njihove ideje.

Što se tiče domaćih zadataka obje grupe su iskazale da češće rade domaće zadatke, eksperimentalna grupa u malo većem broju od kontrolne (pitanje 30). Glavna razlika između dvije primjenjene nastavne metode je uočljiva u odgovorima na pitanje 31. Broj učenika iz eksperimentalne grupe koji smatraju da su domaći zadaci iz fizike zanimljivi je veoma porastao. Istovremeno se broj učenika tog mišljenja u kontrolnoj grupi smanjio. Ovaj rezultat govori u prilog primjeni PhET simulacija u nastavi fizike. Takođe, zadovoljstvo učenika pri samostalnom rješavanju domaćih zadataka je poraslo u eksperimentalnoj grupi, a opalo u kontrolnoj grupi (pitanje 32).

Ipak, prema pitanju 33, to nije dovoljno da bi se učenici potrudili da urade zadatak koji je težak, što se u većoj mjeri odnosi na eksperimentalnu grupu. Učenici obje grupe pokušavaju doći do rješenja domaćeg zadatka od drugih, iako u većoj mjeri to rade učenici iz kontrolne grupe. Prema 35. pitanju postoji mali porast učenika kojima nije bitno da li će riješiti domaći zadatak iz fizike, dok je broj istog mišljenja značajno opao u kontrolnoj grupi.

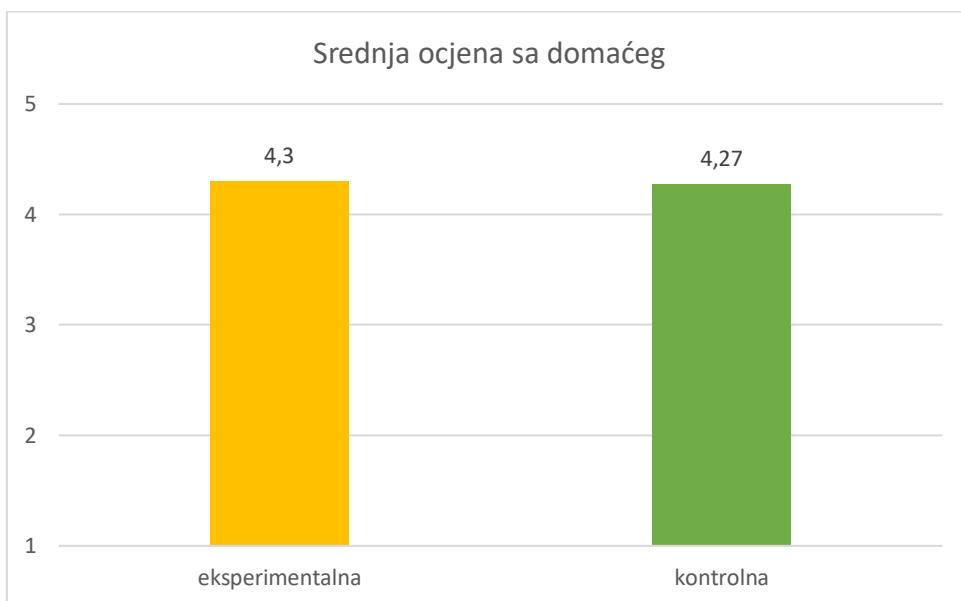
4.2. Postignuća učenika

Nakon završene nastavne teme Pritisak, učenici svih grupa su dobili identičan kontrolni zadatak. Srednje ocjene ostvarene na kontrolnom radu su prikazane na Grafiku 5. Učenici iz eksperimentalne grupe su na kontrolnom imali lošiji uspjeh od učenika kontrolne grupe. Ovo se može objasniti time što su domaći zadaci zadavani učenicima kontrolne grupe slični zadacima na kontrolnom radu.



Grafik 5. Sredna ocjena sa kontrolnog za eksperimentalnu i kontrolnu grupu

Nakon svakog domaćeg zadatka učenici su dobijali po jedan plus ili minus u zavisnosti od toga da li su tačno riješili domaći zadatak ili ne. Pri završetku svih domaćih zadataka formirana je po jedna ocjena za svakog učenika. Učenici eksperimentalne grupe su postigli bolji uspjeh od učenika kontrolne grupe, kada su u pitanju domaći zadaci. Srednje ocjene za domaće zadatke su prikazane na Grafiku 6. Ovo se može objasniti povećanim interesovanjem učenika eksperimentalne grupe za domaće zadatke, kao što je pokazano rezultatima pitanja 31. Ti domaći zadaci su bili zanimljiviji zahvaljujući interaktivnim PhET simulacijama, koje su i vizuelno atraktivnije.



Grafik 6. Srednja ocjena domaćih zadataka za eksperimentalnu i kontrolnu grupu

Zaključak

Opšti cilj nastave fizike jeste da učenici upoznaju prirodne pojave i osnovne prirodne zakone, da steknu osnovnu naučnu pismenost, da se osposobe za uočavanje i raspoznavanje fizičkih pojava u svakodnevnom životu i usmjere se prema primjeni fizičkih zakona u svakodnevnom životu.

Potrebno je navoditi učenike na bolje razumjevanje pojava, procesa i odnosa u prirodi na osnovu fizičkih zakona, razviti radoznalost kod učenika, logičko mišljenje kao i samostalnost u mišljenju. Bitno je razviti radne navike kod učenika, sklonost ka izučavanju prirodnih nauka. Učenici treba da razviju svijest o sopstvenim znanjima i sposobnostima.

U ovom radu je ispitan značaj savremenih tehnologija u nastavi fizike. Korišćena je račinarska PhET simulacija, pomoću koje su učenici izrađivali svoje domaće zadate iz nastavne teme Pritisak.

U prvom poglavlju je opisan uticaj savremene tehnologije na učenje fizike. Dat je opis PhET simulacija i prednosti njihove primjene. Simulacije, kao alati za učenje, imaju karakteristike koje ostali alati nemaju, kao što su interaktivnost, animacija, dinamični povratni odgovori i omogućuju veoma produktivnu upotrebu [2]. Pored dobrih strana simulacija postoje i izvjesni nedostaci njihovih primjena u nastavi.

U drugom poglavlju je opisana nastavna tema Pritisak, i navedene su nastavne jednice koje su ispredavane učenicima na časovima.

U radu su upoređene dvije grupe učenika radi utvrđivanja efekta nove metode učenja. Eksperimentalna grupa je dobila drugačije domaće zadatke od dotadašnjih, dok je kontrolna dobijala uobičajene zadatke. Eksperimentalna grupa je rješavala domaće zadatke uz pomoć PhET simulacija. Ove računarske simulacije omogućuju učenicima da istražuju fizičke pojave mijenjajući određene parametre datog sistema. Detalji organizacije nastave i sprovođenja istraživanja su dati u trećem poglavlju ovog rada.

Efekat primjene PhET simulacije je provjerен upoređivanjem rezultata anketa koje su popunjavali učenici obje grupe prije i posle primjene ove nastavne metode. Dodatna provjera je izvršena i upoređivanjem rezultata kontrolnog rada eksperimentalne i kontrolne grupe učenika, kao i redovnosti izrade domaćih zadataka. Dobijeni rezultati su prikazani u četvrtom poglavlju ovog rada. Pored toga, izvršena je i analiza i tumačenje ovih rezultata.

Na osnovu rezultata sprovedenog istraživanja se može zaključiti da je većina učenika nesigurna u svoje sposobnosti da savlada gradivo fizike, pogotovo ako je ono zahtjevnije. Pored toga, većina učenika ne želi da uloži dovoljan trud da razumiju gradivo. Ovo je dio uobičajenog mišljenja koje učenici imaju o fizici – da je to nezanimljiv i težak predmet i da im stečeno znanje neće biti od koristi. Uticaj PhET simulacije na ovaj problem je relativno mali,

što pokazuju rezultati ovog rada. Mnogi učenici nemaju potrebu, a ni razlog da koriste PhET simulacije, ako ne postoji motivacija. Ta motivacija je u većini slučajeva ocjena iz predmeta fizika, odnosno uspjeh u školi u vidu dobrog prosjeka, a ne sticanje znanja.

Učenici iz kontrolne grupe su za domaći zadatak dobijali slične zadatke kao na kontrolnom radu. Iz tog razloga su bolje uvježbali gradivo i ostvarili bolji uspjeh na kontrolnom radu. U ovom slučaju direktno usmjeravanje učenika na konkretnе probleme sa kojima će se susresti na kontrolnom radu daje bolji rezultat nego primjena simulacija koje stimuliše opšte razumjevanje i navode učenike da prodube svoje znanje. Sa druge strane, simulacije pokazuju bolji rezultat na učestanost izrade domaćih zadataka, što je posljedica zanimljivih problema koje treba da riješe u PhET simulaciji.

Na osnovu predstavljenih rezultata u ovom radu se ne može utvrditi univerzalni metod nastave. Ni jedan od metoda u nastavi se ne može primjeniti sa potpunim uspjehom. Iz tog razloga je potrebno koristiti i tradicionalni i savremeni metod nastave, u zavisnosti od date situacije. Daljim istraživanjem bi se moglo još preciznije utvrditi kada je potrebno koristiti koji metod i na taj način motivisati učenike i olakšati im savladavanje gradiva iz fizike.

Literatura

1. Mladen Vilotijević, Nada Vilotijević, Modeli razvijajuće nastave I, Učiteljski fakultet, Beograd (2016).
2. <http://phet.colorado.edu>
3. Nataša Čaluković, Fizika 6, udžbenik za 6. razred osnovne škole, Krug, Beograd (2013).
4. Nataša Čaluković, Fizika za 6. razred osnovne skole, Krug, Beograd, (2010).
5. <https://fizikapress.wordpress.com/tag/%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%98%D0%B5%D0%BD%D0%B8-%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8/>
6. Z. A. M. Zouhor, I. Z. Bogdanović, S. J. Skuban i M. V. Pavkov - Hrvojević, Journal of Baltic Science Education, **16**, 946 (2016).
7. M. Andevski i O. Knežević – Florić, Obrazovanje i održivi razvoj, Savez pedagoških društava Vojvodine, Novi Sad (2002).
8. M. Andevski, Umetnost komuniciranja, CEKOMbooks, Novi Sad (2008).
9. M. Bakovljev, Individualizovano ocenjivanje, Zbornik radova Praćenje i ocenjivanje učenika, Zavod za unapređivanje vaspitanja i obrazovanja, Beograd (1982).
10. D. Branković i D. Mandić, Metodika informatičkog vaspitanja, Medigraf, Beograd, Filozofski fakultet, Banja Luka (2003).
11. B. Đorđević i J. Đorđević. Nedostaci i slabosti tradicionalne i savremene škole, Zbornik radova Buduća škola, Srpska akademija obrazovanja, Beograd (2009).
12. D. Mandić, Informaciona tehnologija u obrazovanju, Filozofski fakultet Srpsko Sarajevo (2001).
13. Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shyang, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure student's motivation towards science learning. International journal of science education, 27(6), 639-654

Prilozi

Kontrolni rad za nastavnu temu Pritisak (grupa A)

1. Koliki pritisak vrši paket na podlogu ako je površina dna paketa $0,5 \text{ m}^2$, a njegova težina 540 N ?
2. Koliko iznosi ukupan pritisak u vodi na dubini 9 m ? Gustina vode je 1000 kg/m^3 .
3. Pritisak od 37464 Pa izraziti u milimetrima živinog stuba. $\rho_{Hg} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
4. Površina većeg klipa hidraulične dizalice je 8 puta veća od površine manjeg klipa. Može li teret težine 500 N , ako стоји на manjem klipu, podići teret mase 550 kg koji je postavljen na veći klip?
5. Ivice cigle su $60 \text{ cm}, 50 \text{ cm}, 9 \text{ cm}$. Gustina materijala od kog je napravljena cigla je 2000 kg/m^3 . Odrediti silu kojom cigla deluje na sto i pritisak koji pri tome vrši ako se na sto oslanja stranom najmanje površine.

Kontrolni rad za nastavnu temu Pritisak (grupa B)

1. Koliki pritisak vrši paket na podlogu ako je njegova težina 940 kN , a površina dna paketa $0,4 \text{ m}^2$?
2. Koliko iznosi ukupan pritisak u moru na dubini 300 m ? Gustina morske vode je 1300 kg/m^3 .
3. Pritisak od 35000 Pa izraziti u milimetrima živinog stuba. $\rho_{Hg} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
4. Površina većeg klipa hidraulične dizalice je 3 puta veća od površine manjeg klipa. Može li teret težine 300 N , ako стојi na manjem klipu, podići teret mase 350 kg koji je postavljen na veći klip?
5. Ivice cigle su $60 \text{ cm}, 40 \text{ cm}, 9 \text{ cm}$. Gustina materijala od kog je napravljena cigla je 2500 kg/m^3 . Odrediti silu kojom cigla deluje na sto i pritisak koji pri tome vrši ako se na sto oslanja stranom najveće površine.

Kontrolni rad za nastavnu temu Pritisak (grupa V)

1. Koliki pritisak vrši paket na podlogu ako je površina dna paketa $0,3 \text{ m}^2$, a njegova težina 240 kN ?
2. Koliko iznosi ukupan pritisak u vodi na dubini 2 m ? Gustina vode je 1000 kg/m^3 .
3. Pritisak od 38494 Pa izraziti u milimetrima živinog stuba. $\rho_{Hg} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.
4. Površina većeg klipa hidraulične dizalice je 2 puta veća od površine manjeg klipa. Može li teret težine 800 N , ako стојi na manjem klipu, podići teret mase 900 kg koji je postavljen na veći klip?
5. Ivice cigle su $6 \text{ cm}, 50 \text{ cm}, 87 \text{ cm}$. Gustina materijala od kog je napravljena cigla je 2000 kg/m^3 . Odrediti silu kojom cigla deluje na sto i pritisak koji pri tome vrši ako se na sto oslanja stranom najmanje površine.

Anketa

Uputstvo: Ova anketa sadrži tvrdnje o tvojoj spremnosti da učestvuješ u nastavi fizike. Od tebe se očekuje da izraziš svoje slaganje sa svakom od tvrdnjai. Nema tačnih ili pogrešnih odgovora. Želimo da čujemo tvoje mišljenje. Razmisli o tome koliko dobro svaka od tvrdnjai opisuje tvoju spremnost da se angažuješ u nastavi fizike.

Brojevi od 1 do 5 imaju sledeće značenje:

1-uopšte se ne slažem

2-ne slažem se

3-nisam siguran

4-slažem se

5-u potpunosti se slažem

Proveri da li si odgovorio na sva pitanja. Ukoliko želiš da promeniš odgovor, samo ga precrtaj i zaokruži drugi broj. Pojedine tvrdnje u ovom upitniku su slične. Ne brini zbog toga. Jednostavno izrazi svoje mišljenje o svakoj od tvrdnjai.

redni broj	tvrđnja	uopšte se ne slažem	ne slažem se	nisam siguran	slažem se	u potpunosti se slažem
1.	Bez obzira da li je gradivo fizike teško ili lako siguran/a sam da će ga razumeti.	1	2	3	4	5
2.	Nisam siguran/a da mogu da razumem teške fizičke pojmove.	1	2	3	4	5
3.	Siguran/a sam da na kontrolnom zadatku iz fizike mogu da dobijem dobru ocenu.	1	2	3	4	5
4.	Bez obzira koliko se trudim ne mogu da naučim gradivo fizike.	1	2	3	4	5
5.	Kada su zadaci iz fizike preteški uradim samo one lakše delove.	1	2	3	4	5
6.	Dok učim fiziku radije tražim odgovor od drugih nego da sam razmišljam.	1	2	3	4	5
7.	Ako smatram da je neko gradivo fizike teško ne pokušavam da ga naučim.	1	2	3	4	5
8.	Kada učim nove fizičke pojmove pokušavam da ih razumem.	1	2	3	4	5
9.	Kada učim nove fizičke pojmove povezujem ih sa prethodnim znanjem i iskustvom.	1	2	3	4	5
10.	Kada ne razumem neki fizički pojam koristim druge izvore (dodatnu literaturu, internet) koji će mi pomoći da ga razumem.	1	2	3	4	5
11.	Kada mi je nejasno gradivo fizike pokušavam da ga razumem kroz razgovor sa nastavnikom ili drugim učenicima.	1	2	3	4	5

12.	Prilikom učenja pokušavam da povezujem različite delove gradiva.	1	2	3	4	5
13.	Kada pogrešim pokušavam da shvatim gde sam pogrešio.	1	2	3	4	5
14.	Čak i ako ne razumem gradivo fizike, ipak ću pokušati da ga naučim.	1	2	3	4	5
15.	Kada se novo gradivo fizike koje učim ne slaže sa mojim prethodnim znanjem pokušavam da razumem zašto.	1	2	3	4	5
16.	Mislim da je učenje fizike važno jer mi može koristiti u svakodnevnom životu.	1	2	3	4	5
17.	Mislim da je učenje fizike važno jer me podstiče na razmišljanje.	1	2	3	4	5
18.	Mislim da je u fizici važno naučiti kako se rešavaju problemi.	1	2	3	4	5
19.	Mislim da je u fizici važno učestvovati u istraživačkim aktivnostima.	1	2	3	4	5
20.	Važno mi je da u učenju fizike zadovoljim svoju radoznalost.	1	2	3	4	5
21.	Učim fiziku da bih dobio/la dobру ocenu.	1	2	3	4	5
22.	Učim fiziku s ciljem da budem bolji/a od drugih učenika.	1	2	3	4	5
23.	Fiziku učim kako bi drugi učenici mislili da sam pametan/a.	1	2	3	4	5
24.	Učim fiziku kako bi nastavnik obraćao pažnju na mene.	1	2	3	4	5
25.	Osećam zadovoljstvo kada ostvarim dobar rezultat na kontrolnom zadatku iz fizike.	1	2	3	4	5
26.	Osećam zadovoljstvo kada sam siguran u svoje znanje.	1	2	3	4	5
27.	Osećam zadovoljstvo kada mogu da rešim težak zadatak iz fizike.	1	2	3	4	5
28.	Osećam zadovoljstvo kada nastavnik fizike prihvata moje ideje.	1	2	3	4	5
29.	Osećam zadovoljstvo kada učenici prihvataju moje ideje.	1	2	3	4	5
30.	Svaki put uradim domaći zadatak iz fizike.	1	2	3	4	5
31.	Domaći zadaci iz fizike su zanimljivi.	1	2	3	4	5
32.	Osećam zadovoljstvo kada sam rešim domaći zadatak.	1	2	3	4	5
33.	Ako je domaći zadatak iz fizike težak ne pokušavam da ga uradim.	1	2	3	4	5
34.	Za domaći zadatak radije tražim rešenje od drugih nego da sam razmišljam.	1	2	3	4	5
35.	Nije mi bitno da li ću uraditi domaći zadatak iz fizike.	1	2	3	4	5

Biografija

Svetlana Radović je rođena 01.09.1993. u Nevesinju, Republika Srpska (BiH), gdje je završila osnovnu školu „Risto Proroković“. 2012. godine je završila gimnaziju „Aleksa Šantić“ u Nevesinju. Iste godine je upisala studije fizike na Prirodno – matematičkom fakultetu u Novom Sadu, smjer profesor fizike. Osnovne studije je završila 2016. godine, a 2017. godine je upisala master akademske studije Profesor fizike, takođe na Departmanu za fiziku, Prirodno – matematičkog fakulteta u Novom Sadu.



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:

Svetlana Radović

AU

Mentor:

Dr Ivana Bogdanović

MN

Naslov rada:

Primjena PhET simulacija u izradi domaćih zadataka u okviru nastavne teme Pritisak

NR

Jezik publikacije:

srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda:

srpski/engleski

JI

Zemlja publikovanja:

Srbija

ZP

Uže geografsko područje:

Vojvodina

UGP

Godina:

2018

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>	4/53/6/6/22/6/2
FO	
<i>Naučna oblast:</i>	Fizika
NO	
<i>Naučna disciplina:</i>	Metodika nastave fizike
ND	
<i>Predmetna odrednica/ ključne reči:</i>	PhET simulacija, pritisak, domaći zadatak, anketa, osnovna škola, fizika
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>	Ispitan je uticaj PhET simulacija u izradi domaćih zadataka u okviru nastavne teme Pritisak, predmeta Fizika za šesti razred osnovne škole
IZ	
<i>Datum prihvatanja teme od NN veća:</i>	
DP	
<i>Datum odbrane:</i>	
DO	
<i>Članovi komisije:</i>	
KO	
<i>Predsednik:</i>	Dr Sonja Skuban, vanredni profesor, PMF u Novom Sadu
<i>član:</i>	Dr Mirjana Šiljegović, docent, PMF u Novom Sadu
<i>član:</i>	Dr Ivana Bogdanović, docent, PMF u Novom Sadu

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: Master thesis

CC

Author: Svjetlana Radović

AU

Mentor/comentor: Dr Ivana Bogdanović

MN

Title: The use of PhET simulations in homework assignments within the teaching theme Pressure

TI

Language of text: Serbian (Latin)

LT

Language of abstract: English

LA

Country of publication: Serbia

CP

Locality of publication: Vojvodina

LP

Publication year: 2018

PY

Publisher: Author's reprint

PU

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

PP

Physical description: 4/53/6/6/22/6/2

PD

Scientific field: Physics

SF

Scientific discipline: Methodology of teaching physics

SD

Subject/ Key words: PhET simulation, pressure, homework assignment, questionnaire, elementary school, physics

SKW**UC**

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

HD

Note: None

N

Abstract: The influence of PhET simulations on the completion of homework assignments for the teaching theme Pressure, in the subject Physics for the sixth grade of elementary school

Accepted by the Scientific Board:

ASB

Defended on:

DE

Thesis defend board:

DB

President: Dr Sonja Skuban, associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad

Member: Dr Mirjana Šiljegović, assistant professor, Faculty of Sciences, Novi Sad

Member: Dr Ivana Bogdanović, assistant professor, Faculty of Sciences, Novi Sad