



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



Konstrukcija znanja o plivanju i tonjenju tela primenom eksperimenata i multimedija

- master rad -

Mentor: Dr Ivana Bogdanović

Student: Isidora Đorđević

Novi Sad, 2018

Sadržaj

1. Uvod	3
2. Izgradnja učeničkih znanja u nastavi fizike	4
2.1. Eksperimenti u nastavi fizike	4
2.1.1. Demonstracioni eksperimenti.....	5
2.1.2. Jednostavni eksperimenti u nastavi fizike	6
2.2. Multimedijalni sadržaji u nastavi fizike	6
2.2.1. PhET simulacije	7
3. Izgradnja učeničkih znanja o pojmovima <i>plivanje i tonjenje tela</i> u sedmom razredu osnovne škole	10
3.1. Iz istorijskog razvoja fizike.....	11
3.1.1. Arhimed iz Sirakuze	11
3.1.2. Arhimed i kruna	11
3.2. Sila potiska.....	12
3.3. Plivanje, tonjenje i lebdenje tela	13
3.4. Primeri primene jednostavnih eksperimenata u oblasti Arhimedovog zakona i plivanja i tonjenja tela	16
3.4.1. Dinamometar i teg	16
3.4.2. Ping pong loptica u levku	17
3.4.3. Poslušan balon.....	18
3.4.4. Jaje u vodi	19
3.4.5. Napravite plovak	20
3.4.6. Da li plastelin može da pliva?	21
3.4.7. Zašto su neke tečnosti lake?	22
3.4.8. Limun kao podmornica	23
3.4.9. Suvo grožđe u kiseloj vodi	24

3.4.10. Kartezijanski gnjurac.....	25
3.5. Primeri primene gotovih multimedijalnih sadržaja u oblasti Arhimedovog zakona i plivanja i tonjenja tela.....	26
3.5.1. Primeri interaktivnih simulacija.....	28
3.5.1.1. PhET simulacija	28
3.5.1.2. Go-Lab simulacija.....	29
3.5.1.3. Algodoo simulacija	30
3.5.1.4. GeoGebra simulacija	31
3.5.1.5. DataGenetics simulacija.....	32
3.5.1.6. Co-Sci simulacija	32
3.5.1.7. Janggeng simulacija.....	33
4. Zaključak	34
Literatura	35
Biografija.....	38

1. Uvod

Eksperiment se u nastavi fizike koristi kao osnovno sredstvo. Ne postoji druga sredstva koja bi mogla da zamene fizički eksperiment. "Fizički eksperiment predstavlja izazivanje pojave pod uslovima koji se mogu kontrolisati i menjati, u cilju što boljeg posmatranja i proučavanja date pojave."

Glavna karakteristika fizičkog eksperimenta je da eksperimentator u zavisnosti od cilja demonstracione pojave izaziva istu i to onda kada je najpotrebnije svrši i pod neophodnim uslovima da bi do date pojave došlo. Druga bitna karakteristika je posmatranje pojedinih procesa zasebno i odvojeno i njihovo isto takvo menjanje. Način izvođenja eksperimenta mora da sadrži neke određene komponente, koji su usmereni na razvoj i izazivanje interesa kao i aktivnosti učenika.

U fizici, kao eksperimentalnoj nauci, sama multimedija ne može da zameni izvođenje eksperimenta. Ipak, bilo bi dobro da uz izvođenje eksperimenata, nastavnik iskoristi i prednosti koje savremena informaciona tehnika pruža. Usled nemogućnosti posmatranja pojave u kontrolisanim uslovima, pojava se može proučavati posmatranjem.

U ovom radu će, nakon teorijskog uвода, biti dat predlog jednostavnih eksperimenata i multimedijalnih sadržaja u vezi sa Arhimedovim zakonom i pojmovima pliva (pluta), lebdi, tone. Nakon analize multimedijalnih sadržaja dostupnih na internetu, napravljen je odabir pogodnih za konstrukciju znanja o plivanju i tonjenju tela, pri čemu je posebna pažnja posvećena interaktivnim simulacijama.

2. Izgradnja učeničkih znanja u nastavi fizike

Učenje može da se shvati kao proces samostalne izgradnje znanja i razumevanja, što se smatra aktivnom konstrukcijom znanja. Taj proces se odvija pomoću "mehanizma osmišljavanja, uspostavljanjem smislenih veza između postojećih kognitivnih šema i onoga što se zna sa novim sadržajem" [1, 2].

Nastavnik bi trebalo da učenicima, na odgovarajući način saopšti naučne istine prilagođene njihovim mentalnim sposobnostima. Pri tome su znanja koja usvajaju svojevrsne konstrukcije koje su podložne promenama i nadogradnji. Svaki pojam koji učenici treba da usvoje, treba da se formira i razvija njihovom mentalnom aktivnošću. Iako se u vezi sa nastavnim procesom govori o predavanju, poznato je da se znanje ne može "predati" učenicima, nego ga oni moraju sami steći vlastitim misaonim radom.

Savremena konstruktivistička filozofija ističe značaj iskustva i predznanja učenika, koje nastavnik treba da uvažava, imajući u vidu metodičko stanovište, kao polazište u sticanju znanja [3].

Od formiranja ideje konstruktivizma, čiji je jedan od začetnika Jerome Bruner, ona se proveravala i razvijala. U skladu sa idejema konstruktivizma nastavnik bi najpre trebalo da učenike uvede u novo područje i da im pomogne da otkriju kako će najlakše i najefikasnije sticati novo znanje i tako ih s vremenom osamostaliti da nauče kako sami da uče. Zatim treba da podstakne učenike da samostalno otkrivaju načela i zakone u sadržajima koje uče i da prilikom učenja što više podstiče samostalan rad učenika na problemima koji su povezani s gradivom koje treba da svladaju. U skladu sa konstruktivističkim pristupom u nastavi fizike može se ukazati na potrebu primene eksperimenata i, kada ne postoji odgovarajući eksperimenti, ili dodatno uz eksperimente, multimedija.

2.1. Eksperimenti u nastavi fizike

Eksperimenti se izvode kada učenici od toga mogu imati određene koristi, a ona se sastoje u sticanju iskustva i približavanju izučavanih pojmove učenicima. Korist primene eksperimenata se ogleda i u demonstraciji pojave, ilustraciji principa i zakona,

očiglednosti u izučavanju gradiva, konkretizaciji primene teorijskih znanja, sticanju umenja i veština, a takođe, i razvijanju kritičnog mišljenja učenika i ocenjivanje učenika. Oni mogu pozitivno uticati i na interesovanje i motivaciju učenika.

Prilikom izvođenja eksperimenta u nastavi se postavljaju sledeći zahtevi:

- svrshodnost – pravilan izbor eksperimenta,
- pouzdanost – pripremanje nastavnika uz obavezno isprobavanje,
- vidljivost – obezbeđivanje sredstava i postupaka koji omogućavaju da se eksperiment lako prati i da se uoče svi njegovi bitni elementi,
- pristupačnost i očiglednost – aparature i sredstva kojima se eksperiment izvodi bi trebalo da su što jednostavniji,
- naučna zasnovanost – postupci i interpretacija rezultata moraju biti u skladu sa dostignućima didaktike i fizike kao nauke,
- bezbednost i zaštita – pri izvođenju eksperimenta moraju se preuzeti potrebne mere zaštite učenika od povreda i zaštite sredstava rada od oštećenja.

2.1.1. Demonstracioni eksperimenti

“Pokazivanje fizičkih pojava, procesa, zakonitosti ili objekata i načina njihovog rada naziva se demonstracionim ogledom.” Demonstracioni eksperiment najčešće izvodi nastavnik, pa on predstavlja jednu vrstu metodike rada nastavnika.

Međutim, pokazalo se da je za učenike korisnije da, umesto samo posmatrača, preuzmu i ulogu samih eksperimentatora. Zbog toga veliki značaj ima omogućavanje učenicima da samostalno izvedu neku fizičku pojavu.

Značaj demonstacionih eksperimenata ogleda se u tome da učenici:

- 1) uče da na pravi način posmatraju fizičke pojave
- 2) upoznaju metode izvođenja eksperimenta
- 3) upoznaju se sa aparaturom
- 4) razvijaju umeće eksperimentisanja

Rezultati primene demonstracionih eksperimenata u nastavi fizike neće biti izraženi ako nema odgovarajuće metodike, kao i tehnike njihovog izvođenja. Metodikom se razvija princip sistematičnosti, a tehnikom neophodna očiglednost [4].

2.1.2. Jednostavni eksperimenti u nastavi fizike

Danas se eksperimenti sve manje izvode u nastavi fizike. Razlog tome je uglavnom neopremljenost kabineta. Eksperimenti imaju bitno svojstvo u nastavi fizike, jer se na taj način neposredno učenicima približavaju neke fizičke pojave.

Cilj eksperimenta je da izazove čuđenje kod učenika i podstakne ih na dalje proučavanje date pojave. U tu svrhu, eksperimenti ne moraju biti preterano složeni, a oni jednostavni su lakši za samo izvođenje, a pokazali su se i najzanimljiviji jer ih učenici i kod kuće mogu vršiti.

Najbolji način učenja je učenje kroz rad, pa na taj način fizika prestaje biti predmet koji se mora učiti, a koji nema nekog smisla, već postaje pristupačnija i razumljivija učenicima [5].

2.2. Multimedijalni sadržaji u nastavi fizike

Kabineti za fiziku u našoj zemlji su uglavnom slabo opremljeni. Što se posebno odnosi na srednje stručne škole u kojima su primat stručni predmeti, dok se opštim predmetima ne posvećuje toliko pažnja. Veliki broj škola danas ipak poseduje bar jedan računar i projektor.

Učenicima bi radi što boljeg usvajanja gradiva trebalo često demonstrirati pojave iz prirode, povezane sa gradivom koje se izučava. Treba uzeti u obzir potrebe i interesovanja učenika. Da bi se fizika što bolje približila učenicima, neophodno je navesti učenike da vide fiziku u svetu oko sebe.

Termin “multimedija” koristimo kada govorimo o sadržajima za čije opažanje nam je potrebno više čula. Predstavlja integraciju različitih medijskih elemenata koji su u osnovi samostalni sadržaji. Multimedija je informacija predstavljena ili sačuvana kao kombinacija teksta, grafike, zvuka i pokretne slike. Na ovaj način ćemo dobiti puniju prezentaciju informacije. Informaciona tehnologija unapređuje i ubrzava proces učenja, jer obezbeđuje raznovrsne izvore znanja, interakciju, realističke situacije, simulacije, animacije...

Upotreba multimedija u nastavi fizike podrazumeva izradu i upotrebu multimedijalnih prezentacija, animacija, simulacija, video zapisa, ili upotrebu različitih softverskih paketa razvijenih za te svrhe, ali i svakodnevno korišćenih kao što je Excel (koji na primer, može

biti koristan za unos i obradu podataka prilikom izvođenja eksperimenata). Iako postoje sve te različite mogućnosti primene informacionih tehnologija u nastavi, najčešće se koriste da bi predavanja bila podržana PowerPoint prezentacijama. Na taj način predavanja se mogu učiniti efikasnijim i zanimljivijim.

U nastavi fizike posebno su pogodne:

- **Simulacija** (“intelektualni eksperiment”) – Računar prikazuje neku stvarnost u odnosu na postojeće uslove i parametre i te uslove menja po sopstvenom nahođenju, te analizira rezultate postignute tim menjanjem. Simulacijom se mogu predstaviti najjednostavniji procesi počevši od simuliranja rada nekih mašina do simuliranja složenih procesa kod atomskih reaktora, hemijskih pojava.
- **Video demonstracija** – Učenicima pruža mogućnost da povežu virtuelne animacije sa stvarnim situacijama. Još obezbeđuje i veliki broj informacija koje su od bitnog značaja za prepoznavanje objekata, mesta itd.
- **Animacija** – Pruža mogućnost da učenici posmatraju neki proces koji inače ne mogu proučavati na neki drugi način, kao što bi bili npr. Neki procesi izuzetno visokih temperatura u peći. Na ovaj način se stiče uvid u neke procese i ono što je teško vidljivo postaje vidljivim. Animacija se sastoji od niza crteža koji se nazivaju kadrovi i njihovim menjanjem se prikazuju promene na slici.

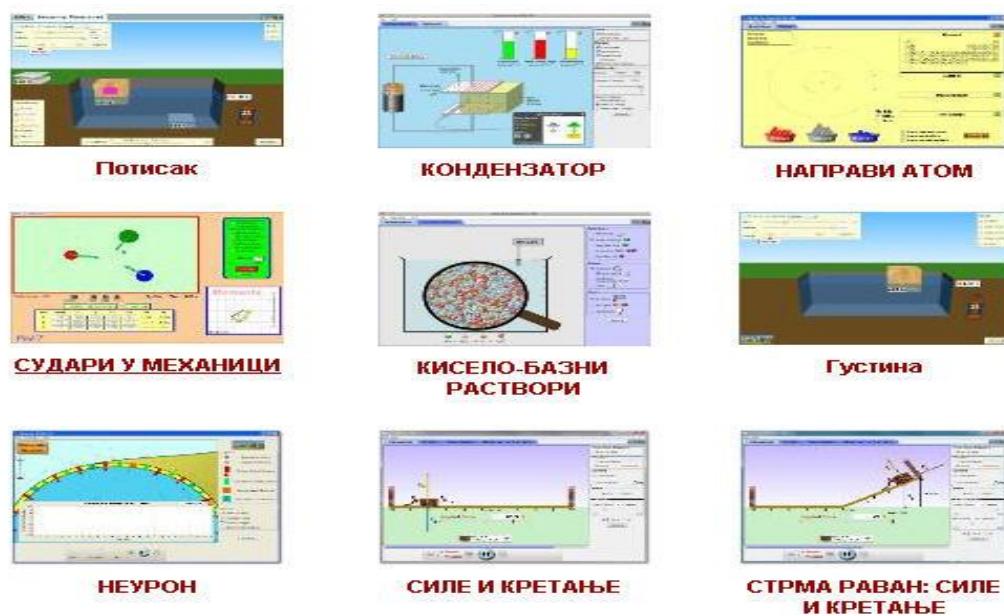
Dodatno, može se dati predlog za primenu u nastavi fizike sledećih sadržaja dostupnih na internetu:

- **Tracker video analysis and modeling tool** – <https://physlets.org/tracker/>
- **Algodoo** – <http://www.algodoo.com/>
- **Physics games –Magic Pen** – http://www.physicsgames.net/game/Magic_Pen.html
- **Kahoot** – <https://kahoot.com/>

2.2.1. PhET simulacije

PhET (Physics Education Technology) pruža zabavne i interaktivne simulacije fizičkih fenomena, zasnovane na istraživanjima (Slika 1). Simulacije su tako napravljene da su grafika i kontrole intuitivne u najvećoj meri. Da bi bila prisutna i kvantitativna merenja,

simulacije sadrže posebno dizajnirane merne instrumente. (lenjiri, hronometri, termometri, voltmetri).



Slika 1. Neki primeri PhET simulacija [6]

Prilikom korišćenja svih alata, odgovori su trenutni, u skladu sa realnim pojavama i prikazuju prave uzročno-posledične odnose i relacije između parametara. Prateći efekti su dobro usklađeni sa prikazom (kretanja objekata, grafici, očitavanja, itd.)

Efikasnost PhET simulacija se često proverava obimnim i ozbiljnim istraživanjima. Često se desi situacija da nešto, što se kreatorima i predavačima činilo efikasnim i očiglednim, učenicima bude nejasno. U tom slučaju se vrše promene.

Veliki broj nastavnika širom planete daje svoje doprinose, predloge lekcija, održana predavanja, domaće zadatke, laboratorijske vežbe, pripreme časa, na slobodno korišćenje kolegama širom sveta. Jedna od pogodnosti za nastavnike i učenike širom sveta je dostupnost simulacija na maternjim jezicima. Simulacije su prevedene na više od sedamdeset jezika. Među tim jezicima je i srpski jezik.

Kreiranje PhET aktivnosti

PhET simulacije su tako dizajnirane da pruže pomoć učenicima u učenju. Simulacije se mogu koristiti na mnogo načina i kroz različite aktivnosti. Najveću efikasnost pružaju istraživačke aktivnosti kroz koje se učenici ohrabruju da konstruišu svoja shvatanja.

Predlaže se sledeća strategija korišćenja PhET simulacije:

a) Definišite specifične ciljeve učenja

Potrebno je odrediti ciljeve učenja i napraviti tako da budu merljivi. Postoji dosta simulacija koje su učenicima složene i komplikovane. Potrebno je uskladiti lekcije sa ciljevima.

b) Ohrabrite učenike da donose odluke i obrazlažu ih

Simulacije usmeriti na to da se učenici bodore na konkretni rad. To što budu otkrili treba da menja njihova dotadašnja shvatanja i potrebno je da znaju da objasne svoja otkrića.

c) Povezujte sa prethodnim znanjem i razumevanjem učenika

Interagovati sa učenicima putem pitanja, koja će u njima pobuditi nove ideje. Putem simulacija usmeravati učenike da verifikuju svoje pretpostavke i sruše svoje zablude.

d) Povezujte sa realnim iskustvima iz svakodnevnog života

Putem simulacija se povezuje znanje koje se predstavlja sa situacijama iz svakodnevnog života. Pri kreiranju simulacija, pitanja i zadatka treba uzeti u obzir uzrast učenika, njihovo predznanje, kao i interesovanja.

e) Kreirajte zajedničke aktivnosti

Simulacije treba da budu razumljive svim učenicima, akko bi mogli graditi svoje znanje. Učenje postiže svoje ciljeve na mnogo bolji način kada učenici razmenjuju svoje ideje, tako da nastavnik treba da podstiče vršnjačko učenje.

Korišćenje simulacija treba da podstakne samostalno istraživanje učenika, tako da je korisno dati učenicima minimalan broj informacija. Previše uputstava mogu sprečiti proces samostalnog razmišljanja, a time i zaključivanja kod učenika..

Simulacije imaju za cilj da pomognu učenicima u proveravanju njihovog razumevanja određenih pojava, zakonitosti i veličina. Znanje se najefikasnije usvaja, ako su učenici u mogućnosti da objasne svoje ideje na različite načine.

f) Pomažite učenicima da sagledaju sopstveno razumevanje

Jedna od bitnih stavki simulacija jeste da na što bolji način pružaju mogućnost da učenici potvrde ili opovrgnu svoja shvatanja. Dobar je način da naprave prognoze na osnovu novih znanja, šta će se to desiti pri promeni neke veličine i da to provere na simulaciji [7].

3. Izgradnja učeničkih znanja o pojmovima *plivanje i tonjenje tela* u sedmom razredu osnovne škole

Učenici imaju iskustveno znanje o pojmovima *plivanje i tonjenje* i pre polaska u školu, međutim upravo u vezi sa ovim pojmovima česte su miskoncepcije i zbog toga je teže usvajanje odgovarajućeg naučnog znanja.

Sadržaji programa predmeta Svet oko nas predviđaju da se u prvom razredu osnovne škole, u okviru nastavne teme Živa i neživa priroda, 2 časa posvete obradi nastavnih jedinica: Materijali, njihova svojstva (tvrdi – meki, providni – neprovidni, hrapavi – glatko) i ponašanje u vodi (pliva – tone, rastvorljivo – nerastvorljivo). Ponovo, u trećem razredu osnovne škole, u okviru predmeta Priroda i društvo, programom je predviđeno da se u nastavnoj temi Neživa priroda, 2 časa posvete izučavanju nastavnih jedinica: Ponašanje tela (materijala) u vodi i različitim tečnostima (pliva – tone, rastvara se – ne rastvara se; zavisnost brzine rastvaranja od: usitnjjenosti materijala, temperature i mešanja). Učenici u trećem razredu dodatno, i u izbornom predmetu Ruka u testu – otkrivanje sveta, izučavaju neka svojstva vazduha, vode i nekih materijala i predviđena je obrada nastavne jedinice: Pliva – tone jaje [8, 9].

Učeničko znanje o ovim pojmovima dalje treba da se nadograđi u višim razredima osnovne škole u okviru predmeta Fizika. U sedmom razredu osnovne škole iz Fizike je, nastavnim programom, u okviru nastavne teme Ravnoteža tela, predviđena obrada nastavnih jedinica: Sila potiska u tečnosti i gasu. Arhimedov zakon i njegova primena. Plivanje i tonjenje tela. Za obradu ovih nastavnih jedinica je predviđen fond 2+2 [10].

Uprkos zastupljenosti ovih pojmljiva u sadržajima programa različitih nastavnih predmeta na svim nivoima obrazovanja, postoje veliki problemi u izgradnji naučnih znanja o njima. Da bi se oni zaista razumeli, neophodno je da se pre toga pravilno shvate i pojmovi masa i gustina, tek tada će učenici moći da daju naučna objašnjenja fenomena plivanja i tonjenja [2].

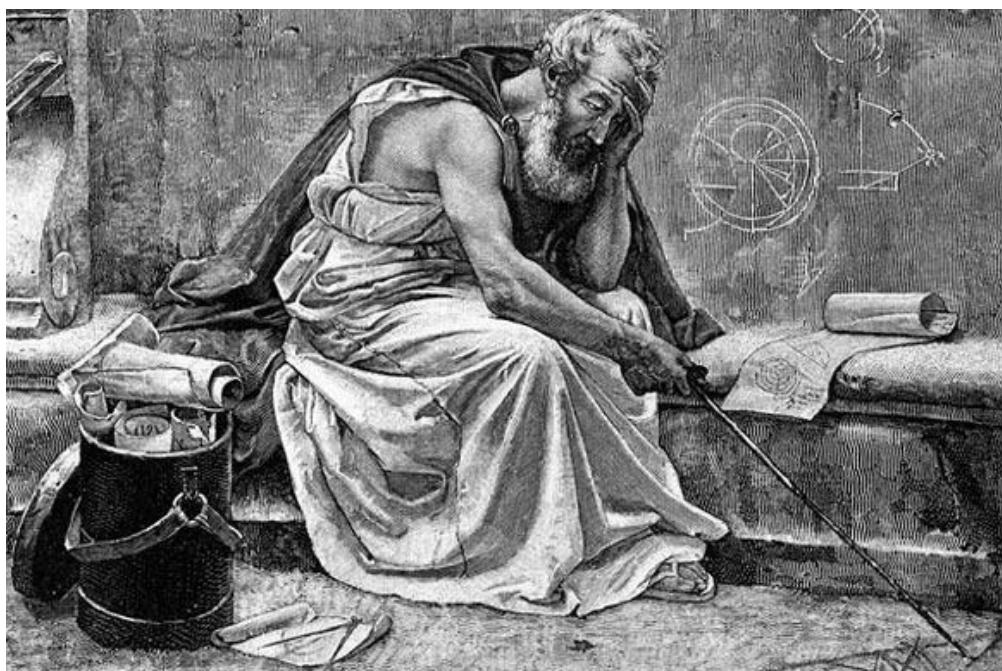
Elementi istorijskog razvoja fizike mogu zainteresovati učenike za temu, a primena eksperimentata i multimedija u nastavi fizike im može pomoći da izgrade naučna znanja o pojmovima.

3.1. Iz istorijskog razvoja fizike

Kada je reč o Arhimedu, može se pričati mnogo o njegovom životu i njegovim otkrićima, učenici se mogu dodatno uputiti da sami čitaju odgovarajuće legende, ili čak da sami naprave odabir materijala za čitanje. To može posebno koristiti učenicima koji nemaju afinitet prema prirodnim naukama, konkretno fizici.

3.1.1. Arhimed iz Sirakuze

Arhimed (287-212. p.n.e.) je bio grčki matematičar, fizičar i astronom. Poreklom je iz Sirakuze, sa Sicilije. Jedan je od najpoznatijih fizičara starog doba.



Slika 2. Arhimed [12]

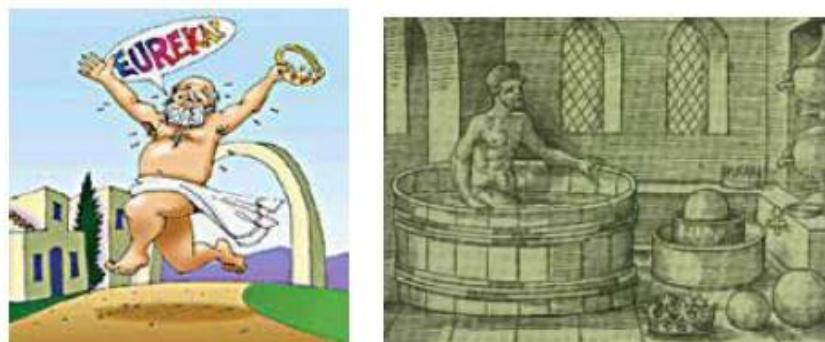
Fizika je imala veliki doprinos u razvoju zahvaljujući njegovim genijalnim otkrićima, među kojima su zakon poluge, ravnoteže i osobine tečnosti. Vršio je i astronomска istraživanja i utvrdio da dužina godine iznosi 365,25 dana.

Arhimed je izgubio život u Drugom punskom ratu, kada su Rimljani osvajali Sirakuzu. Po nekim navodima njegova poslednja rečenica je bila: „Ne remetite moje krugove!“ [11]

3.1.2. Arhimed i kruna

Prema legendi, kralj Sirakuze, Hijeron II, zatražio je od Arhimeda da mu kaže da li je njegova kruna od čistog zlata ili sadrži i primese srebra. Arhimed je dugo razmišljao kako da reši taj problem. Jednog dana kada je ušao u kadu da se okupa, opazio je kako se nivo

vode u njoj podigao. Iz te sasvim obične situacije, Arhimed je našao rešenje problema koji ga je dugo mučio. Izletio je iz kupaonice, zaboravivši se obući, i pojurovio ulicama Sirakuze, vičući „Eureka“, što u prevodu znači „Našao sam“.



Slika 3. Legenda o Arhimedovom otkriću [13]

Evo na koji način je Arhimed rešio Hijeronov problem. Prvo je izmerio težinu krune. Zatim je pronašao grumen zlata i grumen srebra, koji su po svojoj težini odgovarali težini kraljeve krune. Nakon toga je spustio krunu u posudu s vodom i izmerio za koliko se visina vode podigla. To isto je uradio i sa grumenom zlata. Ako bi kruna bila izgrađena od čistog zlata, voda bi se podigla do iste visine. Međutim, postojala je razlika, pa je Arhimed, na osnovu izmerene visine koju je postigao grumen srebra, mogao izmeriti koliki je tačan odnos između zlata i srebra u kruni. [14]



Slika 4. Da li je kruna od zlata [15]

3.2. Sila potiska

Neki predmeti plivaju po površini vode, a neki tonu na dno. Kada bi predmet koji pliva po vodi pokušali da potopimo na dno, osetili bismo da ga voda potiskuje naviše nekom silom.

Sila potiska je sila kojom tečnost potiskuje naviše tela koja su u nju potopljena ili delimično uronjena.

Jednostavnim eksperimentom može se odrediti intenzitet sile potiska. Okačimo o dinamometar koficu, a o nju proizvoljno telo. Dinamometar će istezati težina prazne kofice i težine tela. Napunimo tečnnošću posudu sa prelivom. Nakon toga uronimo telo u tečnost. Zapremina izlivene tečnosti iz suda će biti jednaka zapremini uronjenog dela tela. Dinamometar će istezati sila težine kofice i tela, umanjene za silu potiska:

$$Q_{kofice} + Q_{tela} - F_p$$

Nakon toga naspemo u koficu istisnutu tečnost. Dinamometar će sada istezati i težina istisnute tečnosti Q_0 , pa ga isteže rezultujuća sila:

$$Q_{kofice} + Q_{tela} - F_p + Q_0$$

Dinamometar pokazuje silu:

$$Q_{kofice} + Q_{tela} - F_p + Q_0 = Q_{kofice} + Q_{tela}$$

Vidimo da je sila potiska poništена težinom istisnute tečnosti, pa je:

$$F_p = Q_0$$

Ovu zakonitost je otkrio veliki starogrčki naučnik Arhimed. Po njemu je i nazvan Arhimedov zakon koji glasi:

Na telo potopljeno, ili delimično uronjeno u tečnost, vertikalno naviše deluje sila potiska čiji je intenzitet jednak težini telom istisnute tečnosti.

Hidrostaticki pritisak deluje u tečnosti u svim pravcima, normalno na površinu tela. Zbog hidrostatickog pritiska, na donju površinu tela koje pliva po tečnosti delovaće sila usmerena naviše. Ta sila se naziva sila potiska. [16]

3.3. Plivanje, tonjenje i lebdenje tela

Zbog desjrtva sile Zemljine teže, koja vuče naniže, kada telo stavimo na površinu tečnosti, ono će se makar malo spustiti ispod njene površine. Čim se telo malo potopi u tečnost na

njega će delovati sila potiska, usmerena vertikalno naviše. Rezultujuća sila koja deluje na telo će biti jednak razlici intenziteta ove dve sile. Sile teže i sile potiska ($R=mg-F_p$).

Telo tada dobija ubrzanje naniže i na osnovu Drugog Njutnovog zakona imamo:

$$mg-F_p=ma$$

Spuštanjem tela ne menja se sila teže, ali sila potiska raste, sve dok celokupna zapremina tela ne bude uronjena u tečnost, jer se povećava težina telom istisnute tečnosti.

Tonjenje tela

Ako je sila teže veća je od sile potiska, kada je celokupna zapremina tela potopljena, $mg > F_p$, telo pušteno u tečnost će nastaviti da pada ubrzano pod dejstvom sile Zemljine teže i tada telo - tone.

Kada bismo silu teže izrazili preko gustine ρ , a silu potiska preko gustine tečnosti ρ_0 dobićemo:

$$\rho g V > \rho_0 g V.$$

Znači, **telo tone ako mu je gustina veća od gustine tečnosti ($\rho > \rho_0$)**.

Lebdenje tela

Kada je sila teže jednakog intenziteta kao sila potiska ($mg=F_p$), rezultujuća sila koja deluje na telo je jednaka nuli $R=mg-F_p=0$, pa je telo u ravnoteži.

Telo koje miruje u tečnosti, ostaće u tom stanju sve dok ga neka druga sila ne pomeri - telo lebdi u tečnosti. Kada izjednačimo sile teže i potiska dobijamo da **telo lebdi u tečnosti ako mu je gustina, ili srednja gustina, jednak gustoći tečnosti ($\rho = \rho_0$)**.

Isplivavanje (izranjanje) tela

U slučaju kada je sila teže manja od sile potiska $mg < F_p$.

Tada će rezultujuća sila biti usmerena vertikalno naviše, pa će gurati telo na površinu tečnosti - telo izranja.

Silu teže i silu potiska izrazimo preko odgovarajućih gustina i dobijamo:

$$\rho g V < \rho_0 g V.$$

Vidimo da **telo izranja ako mu je gustina manja od gustine tečnosti ($\rho < \rho_0$)**.

Plivanje (plutanje) tela

Telo ostaje na površini vode ako dođe do ravnoteže između sile Zemljine teže i sile potiska koja deluje na telo koje je delom zaronjeno u tečnost. Na osnovu toga, kada telo pluta na površini tečnosti, imamo jednakost sile potiska koja deluje na telo koje je delom zaronjeno u tečnost i sile teže:

$$F_p = mg$$

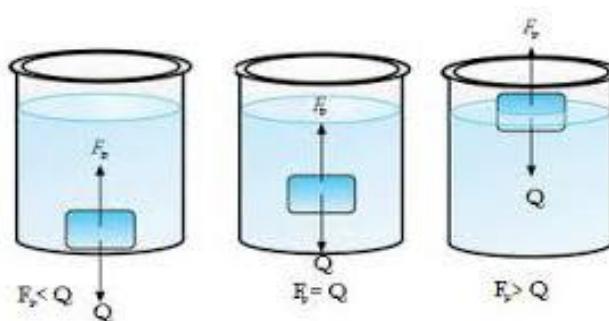
Može se naglasiti da, na telo zaronjeno u tečnost u vertikalnom pravcu deluju dve sile:

- sila Zemljine teže Q , usmerena naniže,
- sila potiska F_p , usmerena naviše.

Telo se kreće u smeru dejstva rezultante te dve sile i tako postoje tri slučaja (slika):

- 1) Kada je sila Zemljine teže veća od sile potiska ($Q > F_p$) - **telo tone**
- 2) Kada je sila Zemljine teže jednaka sili potiska ($Q = F_p$) - **telo lebdi**
- 3) Kada je sila Zemljine teže manja od sile potiska ($Q < F_p$) – **telo isplivava**

Kada telo isplivava, na njega deluje ista sila potiska sve dok ono ne dostigne površinu tečnosti. Posle toga se sila potiska smanjuje dok se ne izjednači sa silom Zemljine teže. Tada telo pliva u tečnosti, delimično zaronjeno u nju. [16]



Slika 5. Telo tone, lebdi, isplivava

3.4. Primeri primene jednostavnih eksperimenata u oblasti Arhimedovog zakona i plivanja i tonjenja tela

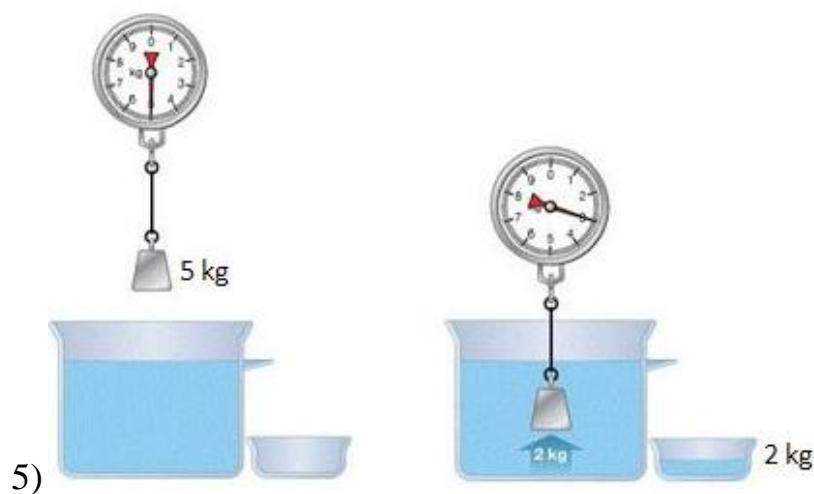
U ovom poglavlju biće navedeni primeri jednostavnih eksperimenata koji su pogodni kako bi učenici bili aktivno uključeni u nastavni proces i na taj način došli do znanja u vezi sa Arhimedovim zakonom i ponašanjem tela u tečnosti, odnosno pojmovima plivanje i tonjenje tela. Eksperimenti su vrlo jednostavni i neki se mogu realizovati i u nižim razredima osnovne škole, a pošto je materijal izuzetno dostupan i ne zahteva nikakva materijalna sredstva, svaki učenik može sam izvesti eksperimente. Iako učenici imaju iskustvena znanja i ovi pojmovi su obrađeni i u nižim razredima osnovne škole, zbog nezadovoljavajućih učeničkih znanja, postoji potreba da se jednostavnii eksperimenti, poput ovih koji će biti navedeni, izvode i u nastavi fizike.

3.4.1. Dinamometar i teg

Cilj izvođenja ovog eksperimenta je da se očigledno demonstrira Arhimedov zakon.

Potreban materijal:

- 1) dinamometar
- 2) teg
- 3) posuda
- 4) voda



6) Slika 6. Dinamometar i teg [17]

Izvođenje eksperimenta:

Teg okačimo o dinamometar i očitamo njegovu težinu. Nakon toga potopimo teg u posudu sa vodom. Ponovo očitamo težinu. Nivo vode u posudi će se povećati, a težina tega se smanjuje.

Merenjem težine istisnute vode, pokazuje se da je težina tega potopljenog u vodu manja upravo za tu vrednost (Slika 4).

Zaključak:

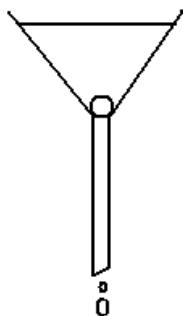
Telo potopljeno u tečnost gubi (prividno) od svoje težine. Sila potiska jednaka je težini telom istisnute tečnosti. Ovaj zaključak je poznat kao Arhimedov zakon. [18]

3.4.2. Ping pong loptica u levku

Ovim eksperimentom se objašnjava potisak u tečnostima.

Potreban material:

- 1) providan levak
- 2) ping pong loptica
- 3) voda
- 4) posuda za prihvatanje tečnosti



Slika 7. Ping pong loptica u levku

Izvođenje eksperimenta:

Ping pong lopticu stavimo u levak koji držimo iznad posude i sipamo vodu u njega. Loptica ne pliva na površini, nego ostaje na dnu levka. U zavisnosti od toga kako loptica

zatvara levak veća ili manja količina vode će isticati iz njega. Zatvorićemo donji kraj levka prstom i loptica će iskočiti na površinu vode.

Objašnjenje:

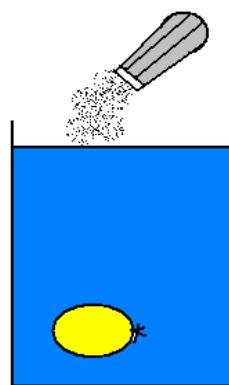
Kada je levak otvoren, voda će isticati iz njega, a lopticu pritiska sloj vode iznad nje i ne dozvoljava joj da ispliva. Ako se otvor levka zatvori prstom, voda napuni donji deo levka, pa je loptica sa svih strana okružena vodom. Voda vrši pritisak na lopticu sa svih strana i tada na lopticu deluje sila potiska, koja je izbacila na površinu vode. [19]

3.4.3. Poslušan balon

Cilj izvođenja ovog eksperimenta je da se pokaže kako sila potiska zavisi od gustine tečnosti.

Potreban materijal:

- 1) balon
- 2) spajalice
- 3) so
- 4) velika posuda
- 5) voda



Slika 8. Poslušan balon

Izvođenje eksperimenta:

Sipamo vodu u balon i to tako da u njemu ne ostane vazduha i zavežemo ga. Stavimo napunjen balon u posudu sa vodom i na otvor pričvrstimo spajalice, čime mu povećamo masu. Sipamo so u vodu.

Objašnjenje:

Sila teže koja deluje na balon napunjen vodom i opterećen spajalicama je veća od sile potiska vode:

$$\vec{Q} > \vec{F} \rightarrow \rho > \rho_0$$

Zbog toga balon potone.

Dodavanjem određene količine soli u vodu, gustina vode se povećava, odnosno povećava se i sila potiska. U jednom trenutku balon će lebdati u vodi. To znači da su se sila potiska i sila teže, koja deluje na balon napunjen vodom i opterećen spajalicama, izjednačile. Ako je:

$$\vec{Q} = \vec{F} \rightarrow \rho V > \rho_0 V_0 \rightarrow V = V_0 \rightarrow \rho = \rho_0$$

srednja gustina balona je jednaka gustini rastvora kuhinjske soli.

Kada se doda još soli, povećanjem gustine povećava se i sila potiska i kada je:

$$\vec{Q} < \vec{F} \rightarrow \rho < \rho_0$$

Balon će isplivati na površinu. [19]

3.4.4. Jaje u vodi

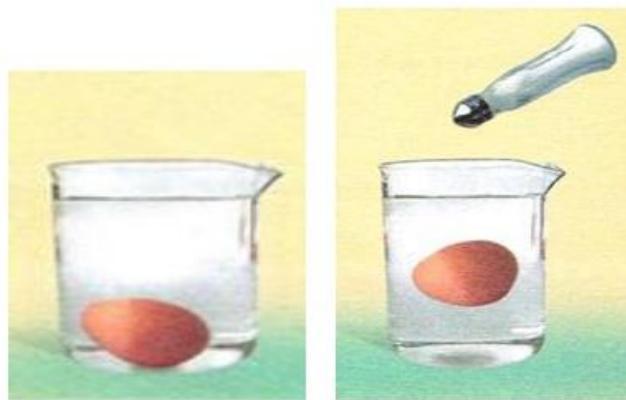
Ovaj eksperiment je što se tiče objašnjenja i znanja koje se stiče verzija prethodno opisanog eksperimenta Poslušan balon, razlika je u materijalu koji se koristi. Može da se realizuje s istim ciljem – da se pokaže kako sila potiska zavisi od gustine tečnosti.

Potreban materijal:

- 1) jaje
- 2) so
- 3) providna posuda
- 4) voda

Izvođenje eksperimenta:

Ako stavimo nekuvano jaje u vodu, ono će potonuti. Kada u vodu dodamo dovoljno soli, jaje će izroniti na površinu.



Slika 9. Jaje u vodi

Objašnjenje:

Jaje ima veću srednju gustinu od vode. Kada ga stavimo u čistu vodu, ono će potonuti. Međutim, kada u vodu dodamo dovoljnu količinu soli, gustina će joj postati veća od srednje gustine jajeta, pa će ono izroniti na površinu.

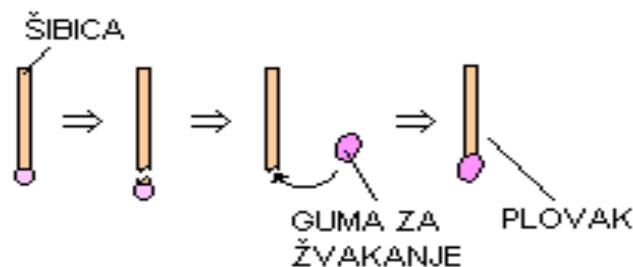
Rastvaranje soli će se ubrzati mešanjem. [16]

3.4.5. Napravite plovak

Cilj izvođenja eksperimenta je da se pokaže dejstvo sile potiska i sile Zemljine teže.

Potreban materijal:

- 1) drveni štapić (drvce od šibice)
- 2) plastelin ili guma za zvakanje
- 3) posuda
- 4) voda

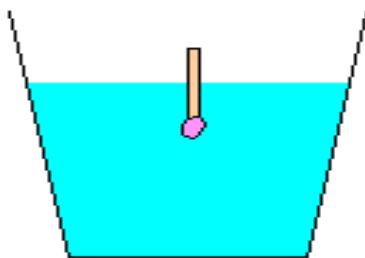


Slika 10. Napravite plovak

Izvođenje eksperimenta:

Izvođenje eksperimenta je pokazano na Slici 7. Da bismo napravili plovak formiramo kuglicu od plastelina (ili gume za žvakanje) i pričvrstimo je za jedan kraj drvenog štapića. Da bismo proverili da li smo dobro odabrali količinu plastelina plovak stavimo da pliva u čaši vode. Ako plovak tone, treba smanjiti količinu plastelina, a ako suviše izranja, treba dodati.

Označiti dokle je plovak zaronjen u vodu.



Slika 11. Plutanje plovka

- Šta se dešava sa plovkom ako u vodu dodamo so?

Objašnjenje:

Ukoliko se drveni štapić stavi u vodu on pliva po njenoj površini u horizontalnom položaju. Kada, na način opisan u eksperimentu, napravimo plovak, težište plovka (odnosno, štapića i kulice od plastelina zajedno) će biti negde u kuglici i štapić će zauzeti uspravan položaj. Na njega će delovati sila Zemljine teže i sila potiska i on će plutati.

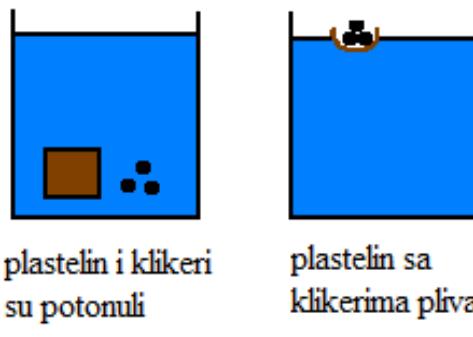
Ako u vodu dodamo so, pošto je slana voda je gušća od obične, sila potiska je veća, pa će plovak izroniti.

3.4.6. Da li plastelin može da pliva?

Cilj je uočiti zavisnost sile potiska od zapremine istisnute tečnosti.

Potreban material:

- 1) providna posuda
- 2) dva komada plastelina
- 3) stakleni klikeri
- 4) voda



Slika 12. Da li plastelin može da pliva?

Izvođenje eksperimenta:

U posudu sa vodom staviti komad plastelina i klikere. Desiće se da potonu na dno.

Drugi komad plastelina oblikovati kao čamac, staviti na površinu vode i natovariti klierima. Sada će plastelin i klieri plivati.

Objašnjenje:

Pošto plastelin i klikeri imaju veću gustinu od gustine vode, potonuće na dno. Ako plastelin formiramo u obliku čamca, on istisne veću zapreminu vode. Sila potiska je jednaka težini telom istisnute vode, pa je sila potiska je sada veća od težine plastelina i on pliva. [23]

3.4.7. Zašto su neke tečnosti lake?

Cilj je pokazati da ponašanje tela uronjenog u tečnost zavisi, ne samo od gustine tečnosti, nego i od srednje gustine tela.

Potreban materijal:

- 1) dve limenke pri čemu se u jednoj nalazi tečnost sa šećerom, a u drugoj ista tečnost sa zaslađivačem (koka-kola i koka-kola "light")
 - 2) veća posuda u koju se obe limenke mogu staviti
 - 3) šećer ili so
 - 4) voda

Izvođenje eksperimenta:

Stavimo dve limenke u posudu napunjenu vodom. Limenka kole će potonuti, a limenka "light" kole će plivati. Dodavanjem soli, ili šećera u vodu, gustina vode se povećava, i u jednom trenutku će obe konzerve plivati na površini.

Objašnjenje:

Kola je slatka zbog velike količine šećera koji se u nju stavlja. Kada se limenka puni, u njoj ostaje mala količina vazduha, ali je srednja gustina ove limenke veća od gustine vode i zato ona tone. Ukoliko se umesto šećera upotrebi zaslađivač ("light" kola), koji ima manju gustinu od šećera, voda će imati veću gustinu od limenke i zato će ova limenka plivati po površini.

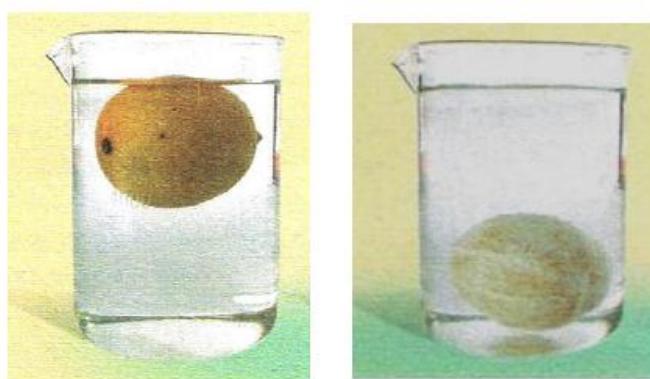
Ako bi se desilo da obe limenke potonu, treba povećati gustinu vode dodavanjem soli, ili šećera. U jednom trenutku će jedna limenka plivati po površini, a druga će ostati na dnu. Prva limenka koja će isplivati će biti konzerva sa "light" kolom. [19]

3.4.8. Limun kao podmornica

Ovim eksperimentom se, slično kao prethodnim, pokazuje da od srednje gustine tela zavisi da li će ono plivati ili tonuti.

Potreban materijal:

- 1) limun
- 2) providna posuda
- 3) voda



Slika 13. Limun kao podmornica [22]

Izvođenje eksperimenta:

Najpre u posudu napunjenu vodom stavimo neoguljen limun, a zatim oguljen. Možemo zapaziti da kada u posudu napunjenu vodom stavimo limun on će plivati na površini vode. Kada se limun oguli, on potone (mora se oguliti i bela kožica, koja se nalazi ispod žute kore).

Objašnjenje:

Veći deo limuna čini voda. Unutrašnja strana limuna, pored biljnih ćelija obuhvata i mehuriće vazduha. Ti mehurići vazduha smanjuju ukupnu gustinu limuna, tako da je srednja gustina neoguljenog limuna manja od gustine vode. Iz toga razloga neoguljen limun pliva na površini vode. Kada se limun oguli vazduh napušta prostor unutar limuna, a pošto je gustina ćelija limuna veća od gustine vode, on će potonuti. [19]

3.4.9. Suvo grožđe u kiseloj vodi

Cilj ovog eksperimenta je da se pokaže kako se promenom srednje gustine tela, menja i njegovo ponašanje u vodi.

Potreban materijal:

- 1) suvo grožđe
- 2) providna posuda
- 3) kisela voda

Izvođenje eksperimenta:

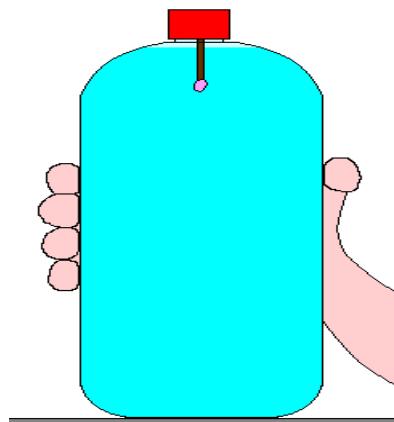
Stavimo suvo grožđe u posudu sa kiselom vodom. Videćemo da grožđe prvo tone, pa izranja, pa ponovo tone i izranja itd.

Objašnjenje:

Grožđe će prvo da potone, jer mu je srednja gutina, veća od gustine vode. Grožđe izranja jer se oko njega sakupljaju mehurići gasa. Masa gasa je mala, a zapremina grožđa i mehurića gasa zajedno raste, pa im se smanjuje srednja gustina. U trenutku kada ona postane manja od gustine vode, grožđe sa mehurićima izranja. Na površini vode mehurići pucaju, srednja gustina grožđa i mehurića raste. Kada njihova srednja gustina postane veća od gustine vode, grožđe ponovo tone. [16]

3.4.10. Kartezijanski gnjurac

Pomoću ovog eksperimenta se, kao i prethodnim, može pokazati kako telo u vodi menja svoje ponašanje ukoliko mu se manja srednja gustina.



Slika 14. Kartezijanski gnjurac

Potreban materijal:

- 1) plovak (opisan u eksperimentu 3.4.5. Napravite plovak)
- 2) plastična boca
- 3) voda

Izvođenje eksperimenta:

Bocu napunimo vodom i stavimo plovak u nju, zatim bocu dobro zatvorimo. Stisnemo čvrsto bocu i sačekamo malo. Nakon toga lagano popuštamo stisak.

Šta će se desiti?

Objašnjenje:

Pošto je drvo šupljikasto, u njegovim porama ostali su mehurići vazduha. Kad rukom stisnemo bocu, prenosi se pritisak i voda pritiska mehuriće vazduha. Pri čemu se oni skupe na manju zapreminu, i njihov prostor popuni voda. Na taj način se povećava srednja gustina plovka i on tone nadole.

Ako popustimo pritisak, mehurići vazduha će se ponovo raširiti, istiskujući vodu iz pora drveta, zbog čega se gustina plovka smanji i on izranja. [19]

3.5. Primeri primene gotovih multimedijalnih sadržaja u oblasti Arhimedovog zakona i plivanja i tonjenja tela

Kada je u pitanju Arhimedov zakon i pojmovi plivanje i tonjenje tela može se naći mnogo materijala na internetu koji mogu pomoći u konstrukciji odgovarajućeg znanja. S obzirom na to da postoji veliki broj jednostavnih eksperimenata koje učenici mogu izvoditi na času obrade ovih pojmoveva, ovaj materijal može da se koristi prilikom ponavljanja i utvrđivanja gradiva, a takođe, učenici mogu dobiti za domaći zadatak da prouče određeni multimedijalni sadržaj. U ovom odeljku će biti napravljen odabir nekoliko primera.

- 1) Priča o Arhimedu i predanje o tome kako je otkrio svoj čuveni zakon.
Animacija sa crtežom raznobojne pozadine koji budi interesovanje kod učenika.

<https://www.youtube.com/watch?v=ylaZx6Gb0pY>



Slika 15. Predanje o Arhimedu [20]

- 2) Kako da znamo da li neki objekat tone u vodi? I od čega će to zavisiti?

<https://www.youtube.com/watch?v=c0um629Z15A>



Slika 16. Mrtvo more [21]

- 3) U sledećem eksperimentu imamo smesu različitih supstancija i gustina. Videćemo šta se dešava kada se različite supstancije mešaju i kako možemo poslagati tela po gustini bez njenog računanja.

Potreban materijal za eksperiment:

1. Veća čaša ili tegla
2. Dve manje čaše
3. 2 kašičice
4. med
5. deterdžent za pranje posuđa
6. voda
7. ulje
8. medicinski alkohol
9. boje za kolače ili boje za farbanje jaja

https://www.youtube.com/watch?v=hs8c3CjBl_U



Slika 17. Gustina tela [22]

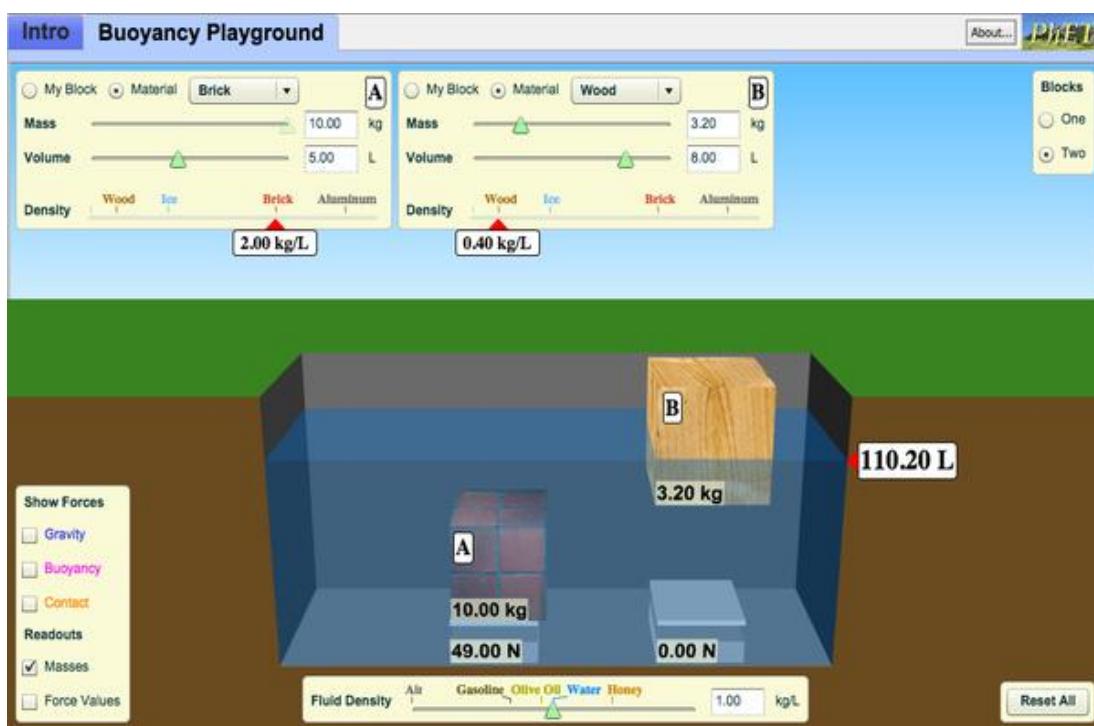
3.5.1. Primeri interaktivnih simulacija

U nastavi fizike mogu biti izuzetno korisne interaktivne simulacije. Iako su one posebno značajne u oblastima gde eksperimenti ne mogu da se izvode u učionici, mogu biti primenjene i u oblastima gde je moguće izvođenje eksperimenata. Na internetu postoji veliki broj interaktivnih simulacija koje su dostupne za korišćenje, pri čemu su kod nas najpoznatije PhET simulacije kojima je bilo posvećeno poglavlje u teorijskom delu rada.

U ovom poglavlju će biti dat predlog simulacija pogodnih za formiranje i razvoj pojmoveva u vezi sa Arhimedovim zakonom. Uz svaku simulaciju, koja će biti prikazana slika, biće dat i link na kojoj je dostupna.

3.5.1.1. PhET simulacija

https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_sr.html

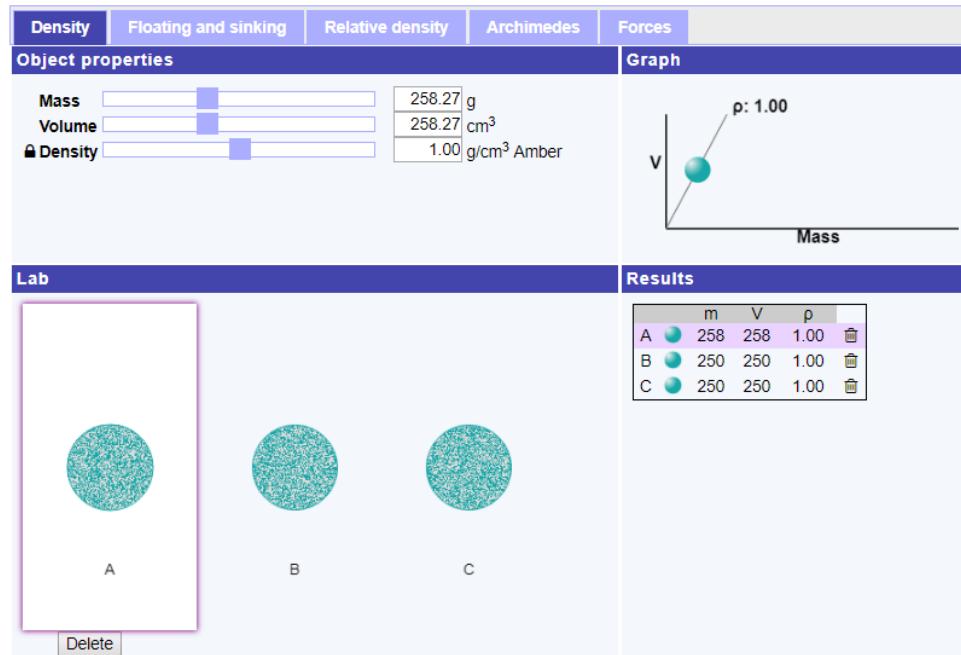


Slika 18. PhET simulacija [24]

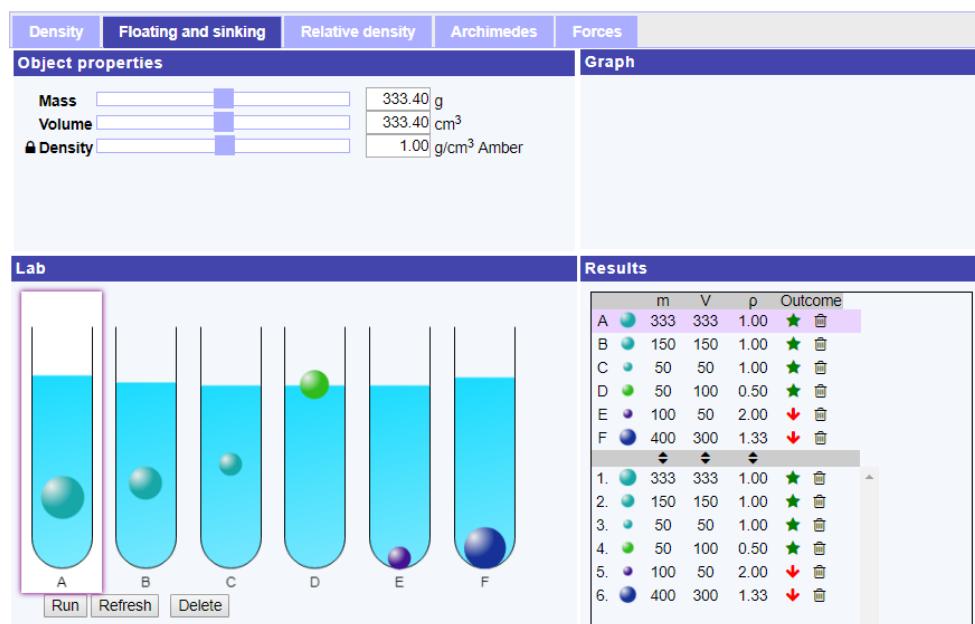
Ako imamo tela iste mase, telo koje ima manju zapreminu će imati veću gustinu, i potonuće. Njegova težina je manja u vodi nego izvan nje. Ako imamo tela iste zapremine, telo veće mase će potonuti. Ako imamo tela iste gustine, oba tela plivaju ili tonu u zavisnosti od toga da li im je gustina veća ili manja.

3.5.1.2. Go-Lab simulacija

<http://go-lab.gw.utwente.nl/production/splash/build/splash.html?preview>



Slika 19. Go-Lab simulacija – ispitivanje gustine



Slika 20. Go-Lab simulacija – opcija za izučavanje plivanja i tonjenja tela

3.5.1.3. Algodoo simulacija

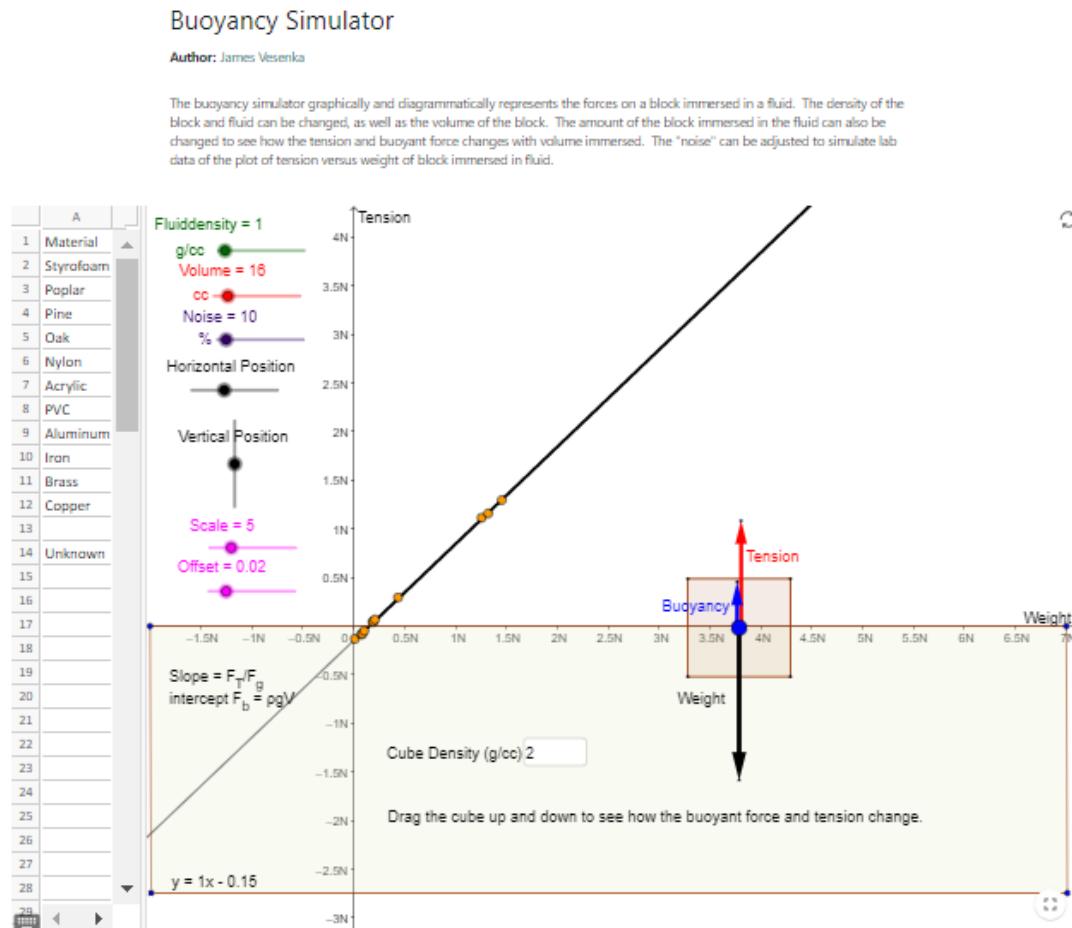
http://www.algodoo.com/lessons/Float_and_sink



Slika 21. Algodoo simulacija

3.5.1.4. GeoGebra simulacija

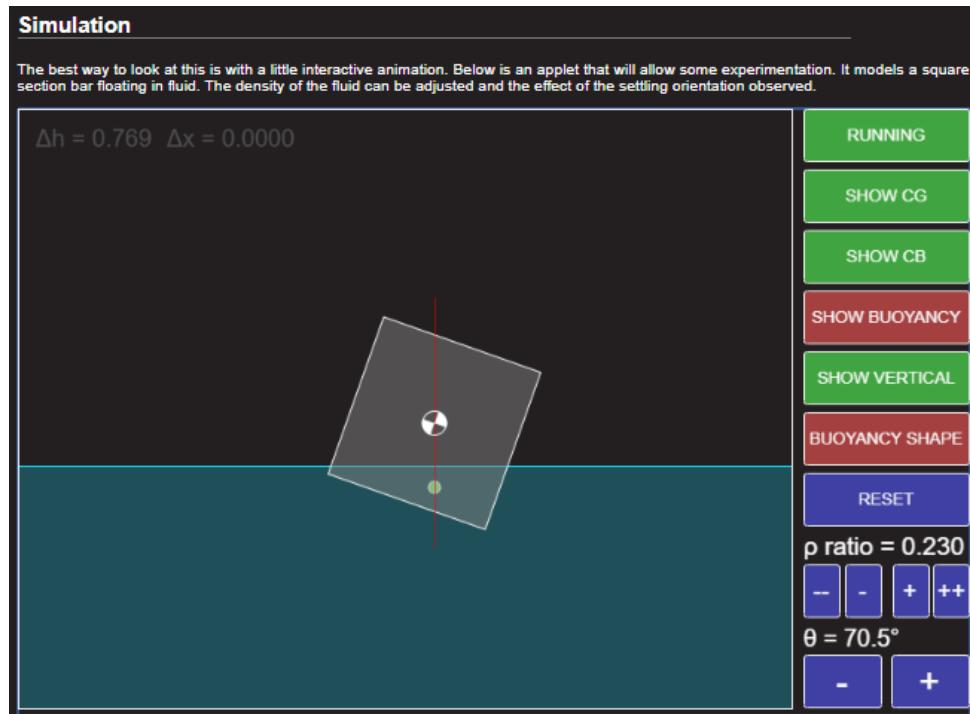
<https://www.geogebra.org/m/Z2T4MkqT>



Slika 22. GeoGebra simulacija

3.5.1.5. DataGenetics simulacija

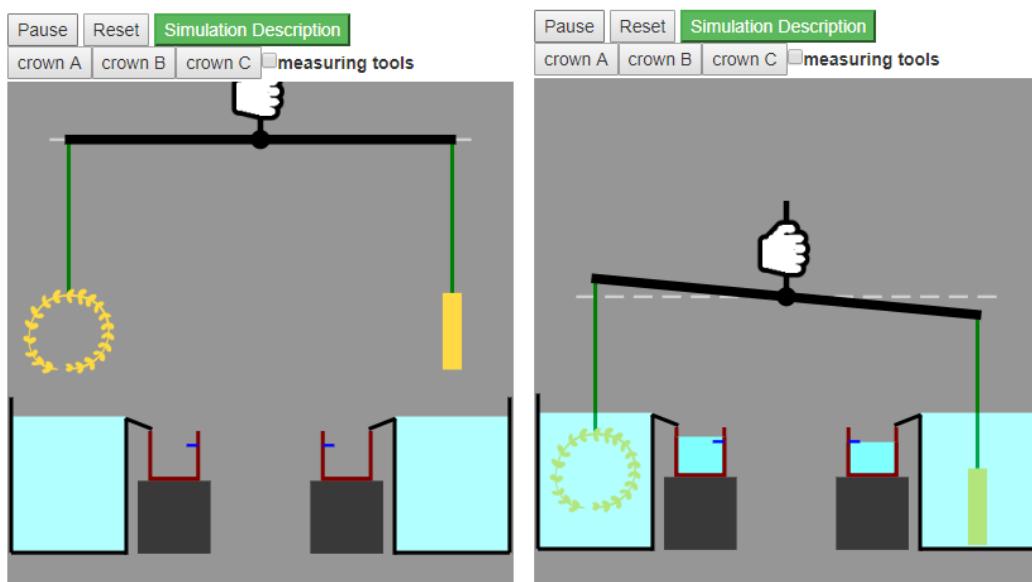
<http://datagenetics.com/blog/june22016/index.html>



Slika 23. GeoGebra simulacija

3.5.1.6. Co-Sci simulacija

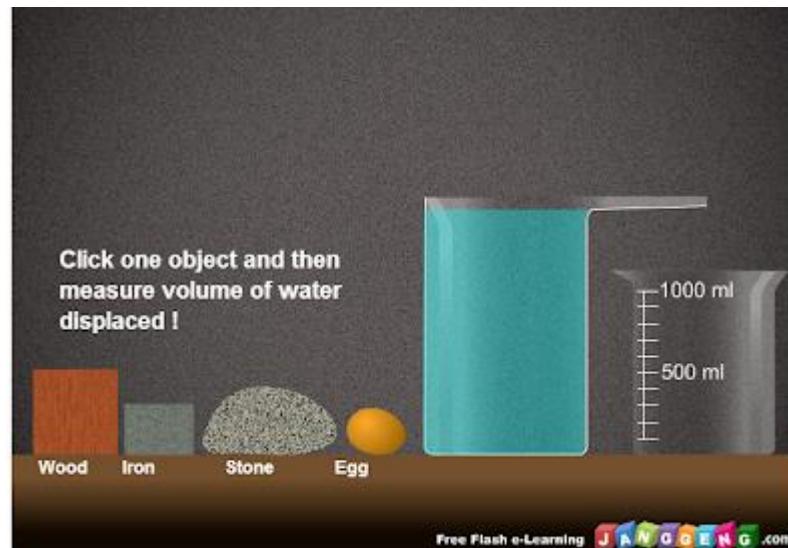
<https://cosci.tw/run/?name=DrtEMC1508381757772>



Slika 24. Co-Sci simulacija

3.5.1.7. Janggeng simulacija

<http://janggeng.com/simple-experiments-to-measure-buoyant-force-with-simulation-of-archimedes-principle/>



Slika 25. Janggeng simulacija

4. Zaključak

U nedostatku sredstava i uslova, odnosno slabe opremljenosti kabineta fizike, nastavnici mogu koristiti prednosti koju pružaju multimedijalni sadžaji. Putem multimedijalnih sadržaja moguće je sve oblike ispoljavanja spoljnog sveta ugraditi u njih, a koje ponekad nije moguće proučiti na drugi način. Učenik na taj način dublje shvata smisao nekih fizičkih pojava putem virtuelnih prikaza stvarnog sveta uz korišćenje većeg broja čula. [26]

I pored velikog broja pogodnosti koje pružaju multimedijalni sadržaji, fizički eksperiment je nezamenljiv u nastavi fizike. Značaj fizičkog eksperimenta je i u tome što se pri njegovom izvođenju iz posmatrane pojave izdvajaju najbitnija, suštinska obeležja. Jednostavni eksperiment ima veliku vaznost u nastavi fizike, iz razloga što je njegovo izvođenje dostupno svim učenicima. Najbolje objašnjenje značaja bilo kog eksperimenta rada sadržano je u staroj kineskoj izreci:

“Ono što uradim razumem” [4]

Literatura

1. Antić, S. (2010). Kooperativno učenje: modeli, potencijali, ograničenja. Beograd: Institut za psihologiju Filozofskog fakulteta u Beogradu.
2. Radovanović, J. (2017). Promene učeničkih alternativnih koncepcija u učenju fizike – Efekti tradicionalne nastave i metoda aktivnog učenja, doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu.
3. Klafki W., (1993). Die bildung siheoretische Didaktik in Rahmen kritisckkonstruktiver Erziehungswissenschaft und Gudjons H.: Erziehungswisen schheft kompakt, Begrman, Helbig, Hamburg.
4. Bogosavljević, B. Diplomski rad: Demonstracioni ogledi u obradi teme “Zakoni inercije”, Novi Sad, 2007
5. Smiljanić-Grujić, M. Diplomski rad: Demonstracioni praktikum fizike u nastavi, Novi Sad, 2007
6. <https://phetnasrpskom.files.wordpress.com/2011/10/image003.jpg>
7. https://issuu.com/vladanal/docs/vladan_mladenovic_phet?background
8. Pravilnik o nastavnom planu i programu za prvi i drugi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja ("Sl. glasnik RS - Prosvetni glasnik", br. 10/2004, 20/2004, 1/2005, 3/2006, 15/2006, 2/2008, 2/2010, 7/2010 i 3/2011)
9. Pravilnik o nastavnom programu za treći razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja ("Sl. glasnik RS - Prosvetni glasnik", br. 3/2006, 15/2006, 2/2008 i 3/2011)
10. Pravilnik o nastavnom programu za sedmi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja ("Sl. glasnik RS - Prosvetni glasnik", br. 6/2009 i 3/2011)
11. Marina Radojević, Fizika udžbenik za 7. razred osnovne škole, Klett, 2016
12. <https://lifehacker.rs/2017/04/arhimed-uskliknu-eureka/?script=cir>
13. <https://hipko.wordpress.com/2011/11/13/prica-o-potisku-arhimedovo-otkrice/>
14. <http://majkaidijete.ba/ucilica/ostalo/item/1041-arhimedov-zakon>
15. <http://majkaidijete.ba/ucilica/ostalo/item/1041-arhimedov-zakon>

16. Mićo M. Mitrović, Fizika 7, Saznanje Beograd, 2016
17. <https://www.opsteobrazovanje.in.rs/fizika/osnovna-skola/sila-potiska-i-arhimedov-zakon/>
18. Marina Radojević, Fizika udžbenik za 7. razred osnovne škole, Klett, 2016
19. Dušanka Ž. Obadović, Ivana Rančić, Praktikum jednostavnih eksperimenata u nastavi fizike, Novi Sad, 2012
20. [https://www.google.rs/search?biw=1440&bih=794&tbs=isch&sa=1&ei=YGE2W4DVPNDUwQKWxIaYDQ&q=arhimed+plivanje+i+tonjenje+tela&oq=arhimed+plivanje+i+tonjenje+tela&gs_l=img.3...40737.49358.0.49592.26.25.1.0.0.0.155.1887.24j1.25.0....0...1c.1.64.img..0.1.87...0i24k1.0.gf9CwW9vMM0#imgrc=7oC3tmGFquTGM:](https://www.google.rs/search?biw=1440&bih=794&tbs=isch&sa=1&ei=YGE2W4DVPNDUwQKWxIaYDQ&q=arhimed+plivanje+i+tonjenje+tela&oq=arhimed+plivanje+i+tonjenje+tela&gs_l=img.3...40737.49358.0.49592.26.25.1.0.0.0.155.1887.24j1.25.0....0...1c.1.64.img..0.1.87...0i24k1.0.gf9CwW9vMM0#imgrc=7oC3tmGFquTGM)
21. [https://sh.wikipedia.org/wiki/Mrtvo_more\](https://sh.wikipedia.org/wiki/Mrtvo_more)
22. M. Božić, Master rad: Primena jednostavnih ogleda u obradi nastavne teme „Gustina” u osnovnoj školi, Novi Sad, 2012.
23. M.Milojević, Diplomski rad: Obrada nastavne teme: “Tečnosti i gasovi” u osnovnoj školi, Novi Sad, 2010
24. <https://jelenakalderon.wordpress.com/2017/03/03/gustina-tela-odredivanje-gustine-cvrstog-tela-i-tecnosti/>
25. http://www.algodoo.com/lessons/Float_and_sink
26. Agneš Kapor, Demonstracioni eksperimenti u nastavi fizike I, Novi Sad, 2012
27. <https://www.emaze.com/@AFWCCIWF/Presentation-Name>
28. Jovan P. Šetrajčić, Drako V. Kapor, Fizika 7, za 7. razred osnovne škole, Zavod za udžbenike, Beograd (2009-2010)
29. Dušanka Ž. Obadović, Milica Pavkov - Hrvojević, Maja Stojanović, Jednostavni ogledi u fizici 7. razred osnovne škole, Zavod za udžbenike, Beograd, 2007
30. <https://prezi.com/95qdageuru75/sila-potiska-u-tecnosti-i-gasu-arhimedov-zakon/>
31. www.zuov.rs/dokumenta/.../2011/03.biljana%20zivkovic%20-%20prilog.ppt
32. <https://www.youtube.com/watch?v=yraZx6Gb0pY>

33. <https://www.youtube.com/watch?v=c0um629Z15A>
34. https://www.youtube.com/watch?v=hs8c3CjBl_U
35. https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_sr.html
36. <https://hr.wikipedia.org/wiki/Arhimed>

Biografija



Isidora Đorđević, rođena 06.12.1991. godine u Novom Sadu. Završila osnovnu školu "Nikola Tesla", zatim srednju školu gimnaziju "Laza Kostić". Nakon završene srednje škole upisala Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu na departmanu za fiziku. Posle završenih osnovnih studija upisala Master profesor fizike na istom fakultetu.

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:*

Isidora Đorđević

AU*Mentor:*

Dr Ivana Bogdanović

MN*Naslov rada:*

Konstrukcija znanja o plivanju i tonjenju tela primenom eksperimenata i multimedija

NR*Jezik publikacije:*

srpski (latinica)

JP*Jezik izvoda:*

srpski

JI*Zemlja publikovanja:*

Srbija

ZP*Uže geografsko područje:*

Vojvodina

UGP*Godina:*

2018

GO*Izdavač:*

Autorski reprint

IZ*Mesto i adresa:*Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4,
Novi Sad**MA***Fizički opis rada:*

4/43/36/0/25/0/0

FO*Naučna oblast:*

Fizika

NO*Naučna disciplina:*

Metodika nastave fizike

ND*Predmetna odrednica/
ključne reči:*Jednostavni eksperimenti, multimedija, Arhimedov zakon,
sila potiska

PO

UDK

Čuva se:

Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

ČU

Važna napomena:

nema

VN

Izvod:

Opisana je realizacija nastave fizike putem jednostavnih eksperimenata i multimedija

Datum prihvatanja teme od

NN veća: 29.06.2018.

DP

Datum odbrane:

12.06.2018.

DO

Članovi komisije:

KO

Predsednik:

Dr Maja Stojanović

član:

Dr Milan Pantić

član:

Dr Ivana Bogdanović

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

*Accession number:***ANO***Identification number:***INO***Document type:* Monograph publication**DT***Type of record:* Textual printed material**TR***Content code:* Final paper**CC***Author:* Isidora Đorđević**AU***Mentor/comentor:* Ph.D. Ivana Bogdanović**MN***Title:* Knowledge Construction of Floating and Sinking Using Experiments and Multimedia**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:* 4/43/36/0/25/0/0**PD***Scientific field:* Physics**SF***Scientific discipline:* Teaching physics**SD***Subject/ Key words:* Simply Experiments, Multimedia, Archimedes law,**SKW** Buoyant force

UC

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

HD 4

Note: none

N

Abstract: The realization of teaching physics using simple

AB experiments and multimedia is described

Accepted by the Scientific 29.06.2018.

Board:

ASB

Defended on: 12.06.2018.

DE

Thesis defend board:

DB

President: Ph.D. Maja Stojanović

Member: Ph.D. Milan Pantić

Member: Ph.D. Ivana Bogdanović