



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
DEPARTMENT OF PHYSICS



# Računski i eksperimentalni zadaci: Arhimedov zakon i njegova primena

-master rad-

Mentor:

prof. dr Maja Stojanović

Kandidat:

Kristina Česar

Novi Sad, 2017.

## Sadržaj

1	Uvod .....	4
2	Klasifikacija zadataka .....	5
2.1	Kvantitativni zadaci .....	6
2.2	Kvalitativni zadaci (zadaci – pitanja).....	7
2.2.1	Zadaci s tehničkim sadržajem.....	7
2.2.2	Grafički zadaci.....	7
2.3	Eksperimentalni zadaci.....	8
3	Školski eksperiment u nastavi fizike.....	9
3.1	Ilustrativni eksperimenti.....	10
3.2.	Fundamentalni eksperimenti su: .....	10
3.2	Istraživački školski eksperiment .....	10
4	Arhimedov zakon i njegova primena.....	11
4.1	Gustina .....	11
4.2	Sila potiska i Arhimedov zakon.....	12
5	Računski ( kvantitativni ) zadaci iz Arhimedovog zakona i gustine .....	15
5.1	Jednostavnii zadaci.....	15
5.2	Srednje teški zadaci .....	16
5.3	Složeni zadaci.....	19
5.4	Najsloženiji odnosno takmičarski zadaci .....	22
6	Kvalitativni zadaci .....	25
7	Eksperimentalni zadaci.....	26
7.1	Određivanje gustine homogenog čvrstog tela pravilnog oblika.....	26
7.2	Arhimedovo vedro.....	27
7.3	Arhimedovo jogurt vedro .....	29
7.4	Izvođenje Arhimedovog zakona .....	31
7.5	Kartezijski gnjurac.....	32
7.6	Da li plastelin može da pliva? .....	34
7.7	Splav .....	35
7.8	Kada limun pliva, a kada tone?.....	36
7.9	Kada jedno telo tone, pliva i lebdi? .....	37
7.10	Plovak .....	38
7.11	Pecanje .....	39
8	Kompjuterske simulacije i animacije (upotreba multimedije u nastavi) .....	41

9	Pismena provera znanja .....	44
10	Zaključak .....	46
11	Literatura .....	48

## 1 Uvod

Fizika je jedna od prirodnih nauka koja proučava i objašnjava prirodne pojave: mehanička kretanja, topotne, električne, magnetne, svetlosne pojave, strukturu materije... U okviru teorijske nastave fizike upoznajemo se sa fizičkim veličinama i fizičkim zakonima. Ako znamo da pravilno saopštimo definiciju neke veličine ili znamo da napišemo formulu koja odgovara nekom fizičkom zakonu, to ne znači da smo zaista stekli saznanje o tim pojmovima ili pojavama, niti da smo ih razumeli. Znanje je pravo onda kada umemo i da ga upotrebimo: npr. za izračunavanje vrednosti neke veličine, objašnjenje nekog primera koji je poznat iz svakodnevnog života, a u udžbeniku se ne spominje konkretno. Upravo tome – da znanje ne bude samo formalno i pasivno, nego aktivno i primenjivo, treba da doprinesu, između ostalog, i računski zadaci.

Važno je raditi zadatke da bi:

- čestim korišćenjem pojmoveva i formula učenici utvrdili znanje o fizičkim veličinama i zakonima i trajno ih usvojili;
- analizirajući postavljeni problem bolje uočavali povezanost pojava, čime se znanje proširuje i postaje „kvalitetnije“;
- rešavajući konkretne primere iz svakodnevne prakse sagledali značaj fizike i potrebu za njenim učenjem;
- razvijali sposobnost mišljenja, povezivanja, zaključivanja, što je bitno ne samo u fizici nego u svakoj životnoj situaciji;
- učenici bili osposobljeni za samostalan rad i samostalnim radom isticali i razvijali svoju originalnost;
- uspešnim rešavanjem težih zadataka stekli samopouzdanje, zavoleli fiziku i poželeti da rade i napreduju i više od onog što zahteva obavezan školski program.

U našem školskom sistemu ne postoji ujednačenost u nastavnom procesu kada je fizika u pitanju. Dok se u nekim školama izuzetna važnost pridaje izradi zadataka bilo koje vrste, u drugim skoro i da se ne pominju. Učenici završavaju osnovnu školu, a da na žalost nemaju elementarnu predstavu šta je zadatak i kako ga pravilno treba rešiti. To je ozbiljan problem koji dovodi do toga da se u kasnijem nastavnom procesu takav nedostatak ne može nadoknaditi. Često se dešava da takvi učenici, koji se prvi put sa zadacima sreću u srednjoj školi, nisu u stanju da reše ni one najjednostavnije zadatke.

Ovaj zaista veliki problem moguće je rešiti jedino ako oni koji rade posao nastavnika shvate značaj izrade i vežbanja zadataka u fizici i podsete se kako bi trebao da teče svaki čas fizike. Potrebno je u nastavnom procesu jednako posvetiti pažnju kako teoriji tako i njenoj primeni kroz sve vrste zadataka. Tako će časovi biti i zanimljivi a i imati svoju svrhu, a to je primeniti znanja da ona ne budu samo formalna.

Pored problema da se zadaci ne rade u dovoljnoj meri ili nikako, postoji i problem neadekvatno odabranih zadataka. Nastavnik bi o tome morao da vodi računa, jer se često događa da zadaci koji se rade na časovima ne odgovaraju uzrastu. Tako se na primer od učenika osnovnoškolskog uzrasta često traži da znaju izradu zadataka koji se rade u srednjoj školi. To nije dobro odabran put, jer se na taj način čak i kod onih boljih učenika stvara odbojnost prema fizici i nesigurnost u samostalnom radu. Takvi zadaci se mogu raditi na časovima dodatne nastave a ne treba da budu sastavni deo kontrolnih i domaćih zadataka. Ovakve probleme moguće je rešiti, treba se samo pridržavati plana i programa u kome je sve ovo i navedeno. Nastavnik može i treba da ima slobodu u kreiranju časa, ali se mora pridržavati nastavnog plana. Tako će najlakše zadovoljiti svim zahtevima nastavnog procesa, a rezultati neće izostati.

## 2 Klasifikacija zadataka

Prema metodama rešavanja, zadaci u nastavi fizike dele se na tri osnovne grupe: tekstualni, grafički i eksperimentalni zadaci. **Tekstualni zadaci** – obuhvataju kvantitativne (računske) i kvalitativne zadatke (zadaci – pitanja).

## 2.1 Kvantitativni zadaci

U nastavi fizike najviše su zastupljeni kvantitativni (računski) zadaci. Rešavaju se na svim nivoima nastave fizike, i to u okviru redovne nastave i u formi domaćih zadataka. U postupku rešavanja kvantitativnih (računskih) zadataka iz fizike, u zadatku prvo treba na pravi način sagledati i razumeti zahteve i fizičke sadržaje, pa tek posle toga preći na matematičko formulisanje i izračunavanje. Naime, rešavanje zadataka odvija se kroz tri etape: fizička analiza zadatka, matematičko izračunavanje i diskusija rezultata. U prvoj etapi uočavaju se fizičke pojave na koje se odnosi zadatak, a zatim se nabrajaju i rečima iskazuju zakoni po kojima se pojave odvijaju. U drugoj etapi se, na osnovu matematičke forme zakona, izračunava vrednost tražene veličine. U trećoj etapi traži se fizičko tumačenje dobijenog rezultata. Tek ako se od učenika dobije korektan odgovor, nastavnik može da bude siguran da je sa svojim učenicima zadatak rešavao na pravi način. Obično se karakteristični primeri obrađuju na nastavnom času ili se zadaju u svojstvu domaćih zadataka.

Složeniji zadaci, čije rešavanje uključuje primenu većeg broja zakona i formula iz raznih oblasti fizike, veoma su pogodni za uopštavanje i sistematizaciju usvojenog znanja, za produbljivanje znanja i proširivanje predstava o fizičkim veličinama i zakonima. Ovi zadaci koriste se i za povezivanje novih sadržaja s ranije izučenim gradivom ili pojedinih oblasti fizike s drugim prirodnim naukama. Pravilan izbor kvantitativnih zadataka i njihova klasifikacija po stepenu složenosti (u početku se rešavaju najjednostavniji, pa onda složeniji zadaci), imaju naročito značenje u nastavi fizike. Oni moraju biti odabrani tako da odražavaju fizičku suštinu programskih sadržaja. Matematičke operacije ne smeju da zamagljuju fizički smisao problema. Opšte metodsko uputstvo za rešavanje kvantitativnih (računskih) zadataka moglo bi da izgleda ovako: pažljivo čitanje postavke zadatka, zapisivanje zadatih podataka, pravljenje skice, crteža, analiza fizičkog sadržaja zadataka, iz nalaženje metoda (puta) rešavanja, sastavljanje plana rešavanja, rešavanje u opštem obliku, uvrštavanje brojnih podataka u dobijene formule, analiza rezultata, provera rešenja i uopštavanje nađenih rezultata. Naravno, sve nabrojane etape nisu neophodne, naročito u slučaju rešavanja jednostavnijih zadataka.

Posebnu pažnju treba pokloniti proveri dobijenog rezultata (rešenja, odgovora). Pre svega, neophodno je proceniti realnost rezultata, da li protivureči zdravom razumu. Provera rezultata može da se izvrši i utvrđivanjem dimenzionalne jednakosti leve i desne strane.

## 2.2 Kvalitativni zadaci (zadaci – pitanja)

To su takvi zadaci čije rešavanje ne zahteva matematičke operacije, proračune, već se na osnovu prethodno usvojeno znanje, daju objašnjenja nekih fenomena, pojava.

### 2.2.1 Zadaci s tehničkim sadržajem

U nastavi fizike značajnu ulogu imaju i zadaci iz raznih oblasti tehnike, koji znatno doprinose podizanju nivoa politehničkog obrazovanja, tehničke i radne kulture uopšte. Zadaci, tehničko-proizvodnog sadržaja imaju cilj da učenici upoznaju tehničke i radne karakteristike raznih uređaja, instrumenata, mašina i tehničkih sistema.

Jedan od oblika rada sa učenicima su i *domaći zadaci*. Nastavnik planira domaće zadatke u svojoj redovnoj pripremi za čas. Prilikom odabira zadatka, neophodno je težinu zadatka prilagoditi mogućnostima prosečnog učenika i dati samo one zadatke koje učenici mogu da reše bez tuđe pomoći. Domaći zadaci odnose se na gradivo koje je obrađeno neposredno na času i na povezivanje ovog gradiva sa prethodnim. Analiza rešenih zadataka vrši se na prvom sledećem času, kako bi učenici dobili povratnu informaciju o uspešnosti svog samostalnog rada i na taj način utvrdili grešku u izradi i otklonili nejasno i nenaučeno.

### 2.2.2 Grafički zadaci

Određuju funkcionalne zavisnosti među veličinama koje karakterišu objekte, pojave. Na osnovu fukcionalne zavisnosti među veličinama definišu se uzajamne veze među objektima i pojavama. Grafička predstava funkcionalne zavisnosti je veoma očigledna i pristupačna za analizu.

## 2.3 Eksperimentalni zadaci

Izuzetno veliku misaonu aktivnost, praktičnu veštinu, umenje i samostalnost u radu iskazuju učenici pri rešavanju eksperimentalnih zadataka. Ova vrsta zadataka još uvek nema odgovarajuće mesto u sadašnjoj nastavi fizike, jer nema odgovarajuće opreme u većini škola. Svaka tema u nastavi fizike treba da bude obrađena kroz izradu zadataka. Koji će tipovi zadataka biti rešavani zavisi od sadržaja same teme. Zadaci treba da budu prilagođeni ciljevima i izabranoj metodici nastave. Obično se započinje s rešavanjem kvalitativnih zadataka (zadaci – pitanja) i sa jednostavnijim kvantitativnim (računskim) zadacima (prosto zamjenjivanje podataka u osnovne formule). Ne isključuje se ni njihovo kombinovanje. Zatim sledi rešavanje složenijih računskih, eksperimentalnih i drugih zadataka. U takvom redosledu postepeno se povećava broj veza među veličinama i pojmovima, koji karakterišu date fizičke objekte, pojave. Najsloženiji kombinovani zadaci i zadaci s tehničkim i praktičnim sadržajima čine završnu fazu u obradi date teme, odnosno tematske celine.

### 3 Školski eksperiment u nastavi fizike

Izazivanje fizičke pojave, formiranje aparature, izrada i kalibracija aparata, merenje fizičkih veličina, obrada rezultata merenja i sl, sve u funkciji ostvarivanja zadataka nastave fizike, čini školski eksperiment iz fizike. Školske eksperimente može da izvodi sam nastavnik, nastavnik zajedno sa učenicima ili samo učenici.

U nauci eksperiment predstavlja metodu istraživanja i način provere teorije. Školski eksperiment je izvor znanja, metoda učenja, polazište za uspostavljanje logičkih matematičkih operacija, veza teorije i prakse i sredstvo ostvarivanja očiglednosti u nastavi.

Pre nego što je kao metod istraživanja uveden u nauku, prirodne pojave su se upoznavale i proučavale samo u momentu kada su se dešavale, i najčešće jedino opisivanjem. Takva proučavanja su nepotpuna jer na odvijanje pojave u prirodnim uslovima utiče niz nekontrolisanih faktora koji onemogućavaju izvođenje tačnih zaključaka. *Eksperiment je, s druge strane, izazivanje prirodnih pojava u veštačkim uslovima koji se mogu kontrolisati.*

Obrazovni značaj školskog eksperimenta iz fizike veliki je sa stanovišta izbora budućeg zanimanja učenika, kao i sa stanovišta razvoja fizike kao nauke, te razvoja tehničkih disciplina koje u svojoj osnovi imaju fiziku. Realizacija eksperimenata u školi i njihov kvalitet utiču na izbor budućeg poziva učenika, a time i na razvoj nauke i tehnike u zemlji.

Najopštija podela eksperimenata u fizici jeste na istraživačke i kriterijumske. Slična podela moguća je i kod školskih eksperimenata. Istraživačkim eksperimentom nastoji se doći do novog saznanja-novog u subjektivnom smislu (jer je ono u nauci već poznato). Kod kriterijumskog eksperimenta cilj je dobiti rezultate koji će iskazane prepostavke potvrditi ili opovrgnuti.

*Prema karakteru školski eksperimenti iz fizike dele se na:*

- ilustrativne
- fundamentalne
- istraživačke

### 3.1 Ilustrativni eksperimenti

Ilustrativni eksperimenti imaju najmanju pedagošku vrednost. To su eksperimenti kojima se postiže očiglednost, uverljivost i dokazuju se pojave ili zakoni, potkrepljuje teorija, demonstrira proces, pokazuje rukovanje aparatima, upoznaje metoda ili izučavani objekat (elastične deformacije čvrstih tela pri uzajamnom delovanju tela u neposrednom dodiru, Hukov zakon... ).

### 3.2. Fundamentalni eksperimenti su:

1. eksperimenti koji su doveli do otkrića najvažnijih zakona u fizici (oscilovanje matematičkog klatna-Galilej, zakoni eletrodinamike-Kulon, Om, Lenc, Amper...)
2. eksperimenti u kojima su otkrivene nove fizičke pojave koje teorija pre toga nije poznavala (električna struja-Galvani, magnetna svojstva električne struje-Ersted, rendgensko zračenje- Rendgen...)
3. eksperimenti koji leže u osnovi fizičkih teorija ili su potvrda nekih njenih posledica (elektronska teorija supstancije-Tomson...)
4. eksperimenti pomoću kojih je prvi put određena vrednost date prirodne konstante (gravitaciona konstanta-Kevendiš, brzina svetlosti u vakuumu-Remer...)

### 3.2 Istraživački školski eksperiment

Jeste eksperiment u kome je dominantan neki neuobičajen problem čije rešenje nije poznato učenicima. Takvi eksperimenti daju se samo učenicima koji ne samo da pokazuju interesovanje za eksperiment iz fizike nego poseduju i dovoljno potrebnog znanja da mogu eksperimentisati. Iz ovakvog obrazloženja jasno je da se eksperimenti ovakvog karaktera mogu izvoditi na dodatnoj nastavi ili u okviru odgovarajuće sekcije.

**Za izvođenje demostracionih vežbi i laboratorijskih vežbi** bitno je da i deca budu uključena i da na određen način i oni učestvuju. Sa stanovišta teorije nastave, svrha ovih vežbi je:

- motivacija
- očiglednost u izučavanju gradiva
- konkretizacija primene teorijskih znanja
- sticanje umenja i veština na konkretnom primeru

- povećanje interesovanja za izučavanje gradiva
- izazivanje posmatrane fizičke pojave
- ilustracija principa i zakona
- razvijanje kritičkog mišljenja

U okviru nastavne teme Ravnoteža tela, iz fizike u sedmom razredu osnovne škole, obrađuje se nastavna jedinica *Arhimedov zakon i njegova primena*. Na osnovu plana i programa koju predviđa Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja za ovu nastavnu jedinicu je predviđeno 5 časova.

## 4 Arhimedov zakon i njegova primena

### 4.1 Gustina

Tela istih zapremina koja su sačinjena od različitih supstancija imaju različite mase. Masa i zapremina određuju fizičku veličinu koja se naziva gustina, a karakteristična je za svaku supstanciju.

Količnik mase i zapremine je stalna veličina – gustina. [1]

$$\text{gustina} = \frac{\text{masa}}{\text{zапремина}}$$

Gustina se označava grčkim slovom  $\rho$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4.1)$$

Merna jedinica za gustinu u SI je izvedena iz jedinice za masu i jedinice za zapreminu:  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$ , a

pored toga koristi se i  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{\frac{1}{1000} \text{kg}}{\frac{1}{1000000} \text{m}^3} = \frac{1000000 \text{kg}}{1000 \text{m}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

## 4.2 Sila potiska i Arhimedov zakon

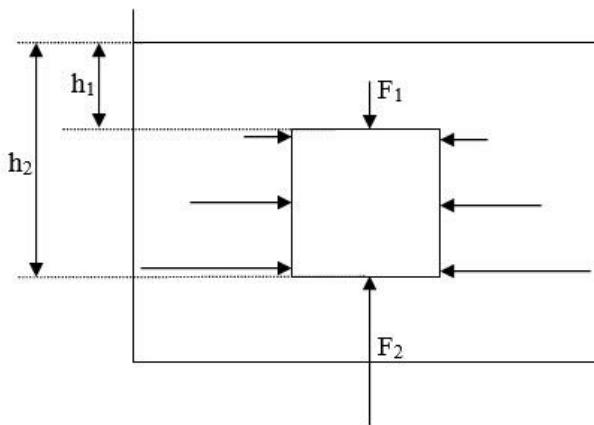
Sila kojom tečnost deluje na tela koja se u njoj nalaze naziva se sila potiska, a njeno dejstvo potisak.



*slika 1 – prikazivanje sile potiska pomoću dinamometra*

Iako masa ostaje ista, težina tela kao sila koja zateže oprugu (*slika 1*) je manja. Zbog sile potiska, telo u ovom slučaju manje zateže oprugu o koju je obešeno, pa može da se kaže da telo potopljeno u tečnosti ima manju težinu nego u vazduhu.

*Zbog čega se javlja sila potiska?*



*slika 2 – hidrostatički pritisak deluje na telo potopljeno u tečnosti*

Na telo potopljeno u tečnost deluje hidrostatički pritisak, tj. na sve njegove površine zbog ovog pritiska deluju sile (*slika 2*).

-bočne strane-sile uravnovežene

-  $F_1$ -deluje na gornju površinu, potiče od hidrostatičkog pritiska na dubini  $h_1$

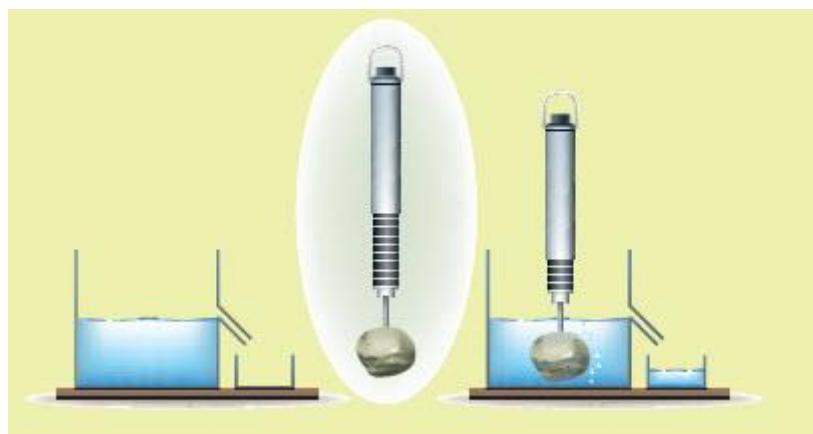
-  $F_2$ -deluje na donju površinu, potiče od hidrostatičkog pritiska na dubini  $h_2$

$$h_2 > h_1 \Rightarrow p_2 > p_1 \Rightarrow F_2 > F_1 \quad (4.1)$$

Sila potiska jednaka je razlici vertikalnih sila, od kojih veća sila deluje sa donje, a manja sa gornje strane tela zarobljenog u tečnosti (*slika 2*).

$$F_p = F_2 - F_1 \quad (4.2)$$

Sila potiska deluje na svako telo koje je delimično ili potpuno potopljeno u tečnosti. Ona deluje u pravcu vertikale i usmerena je naviše.



*slika 3 - sila potiska je jednaka težini tečnosti koju istisne telo*

$$Q = mg \quad (4.3)$$

$$m = \rho V \quad (4.4)$$

$$Q = \rho V g = F_p \quad (4.5)$$

$$F_p = \rho V g \quad (4.6)$$

$F_p$ -sila potiska

$\rho$ -gustina vode (tečnosti)

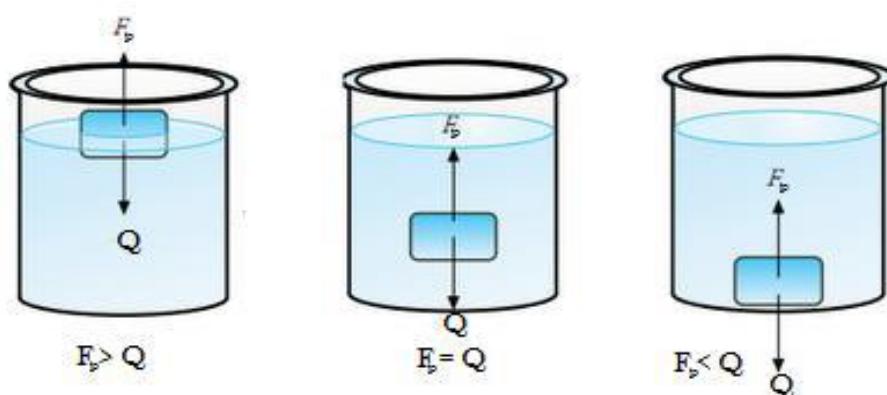
$V$ -zapremina tela (potopljeni deo tela)

$g$ -Zemljino gravitaciono ubrzanje

### **Arhimedov zakon:**

**Na svako telo potopljeno u tečnosti deluje sila potiska koja je jednaka težini tečnosti koja je istisnuta telom.** [2]

Na telo potopljeno u tečnost deluju sile teže  $Q$  i sila potiska  $F_p$ . Ukoliko se desi da je sila potiska veća od sile teže, telo će plivati. Osim ovog postoje još dva slučaja: telo će lebdati ako su ove sile istog intenziteta, a ukoliko je sila teže veća od sile potiska, telo će tonuti.



*slika 4 – kada telo pliva, kada lebdi, i kada tone?*

### Arhimed

Arhimed sa Sirakuze (287.p.n.e. - 212. p.n.e.) je sigurno jedan od najpoznatijih naučnika i izumitelja u istoriji civilizacije. Bavio se matematikom, fizikom i astronomijom. Prvi je izračunao približno vrednost broja Pi. Sigurno jedna od najpoznatijih naučnih anegdota koju svi znaju jeste ona u kojoj je Arhimed uzviknuo: „Eureka“. Kralj Hijero je naredio Arhimedu da otkrije da li ga je zlatar prevario i u njegovu zlatnu krunu ipak stavio srebra. Da bi se odmorio, Arhimed je legao u kadu punu vode. Kupajući se sinula mu je ideja na koji način će to da uraditi. Primetio je da kada uđe u kadu istisne određenu zapreminu vode. Pošto nije smeо da rastopi krunu i prouči sastav, ovo je bila mnogo jednostavnija varijanta. Potopiće krunu u kadu i izmeriti koliki je nivo vode, a zatim će isti postupak ponoviti ovaj put sa istom količinom čistog zlata. Ukoliko zapremina bude ista, zlatar nije prevario kralja.

## 5 Računski ( kvantitativni ) zadaci iz Arhimedovog zakona i gustine

Rešavajući računske zadatke iz fizike učenici treba da nauče i ovladaju metodologijom rešavanja zadataka, razumeju i primenuju način razmišljanja i put dolaska do rešenja, procenjuju da li rešenje ima realan smisao.

U ovom radu su prikazane 4 grupe zadataka: prvu grupu zadataka čine jednostavni zadaci, drugu grupu čine zadaci u kojima je potrebno povezati prethodno savladana teorijska znanja, treću grupu čine složeni zadaci, koji povezuju više fizičkih veličina i zakona koji su relevantni za fizičku pojavu koja se razmatra u zadatku, i četvrtu grupu zadataka čine najsloženiji zadaci koji su zastupljeni na takmičenjima različitih nivoa.

### 5.1 Jednostavni zadaci

Ova grupa zadataka se koriste odmah posle obrade nastavnih jedinica. Služe za provežbavanje i za savladavanje fizičkih pojmova i formule koje su obrađene na času. Potrebno je u tekstove zadataka uneti i primere iz realnog života sa kojima se učenici susreću u svom okruženju, na diskretan način ukazivati da je fizika važna i da ima primenu svuda oko nas.

1. *U rezervoaru benzinske pumpe može da stane 71 000kg benzina. Odredite gustinu benzina ako je zapremina rezervoara  $100\text{m}^3$ .*

*dati su podaci:  $m=71000\text{kg}$ ,  $V=100\text{m}^3$*

*treba izračunati gustinu benzina ( $\rho$ )*

Ovo je zadatak koga učenici zovu uvrštanje u formulu. Učenici smatraju ovaj zadatak lakisim, ali ipak treba da prepoznaju formulu koju treba da koriste.

Analiza: Ako je data masa  $m$  i zapremina  $V$ , a znamo da su za određivanje gustine potrebne ove fizičke veličine, onda treba da podelimo masu sa zapreminom.

Rešenje:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \rho = \frac{71000\text{kg}}{100\text{m}^3} = 710 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (5.1)$$

**2. Kolika sila potiska deluje na telo zapremine  $0,5\text{m}^3$  koja se nalazi u vodi gustine  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ?**

dati su podaci:  $V=0,5\text{m}^3$ ,  $\rho=1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  i znamo da je  $g=9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

treba izračunati silu potiska koja deluje na telo potopljeno u vodi ( $F_p$ )

Učenici smatraju ovaj zadatak isto lakim za izračunanje pošto se radi po istom principu, odnosno, treba date podatke uvrstiti u formulu.

Analiza: Sila potiska zavisi od gustine istisnute vode, od gravitacionog ubrzanja i od zapremine istisnute vode. Ove fizičke veličine treba samo da se pomnože.

Rešenje:

$$F_p = \rho \cdot V \cdot g \quad (5.2)$$

$$F_p = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,5\text{m}^3 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (5.3)$$

$$F_p = 4902\text{N} \quad (5.4)$$

## 5.2 Srednje teški zadaci

Ovi zadaci obuhvataju značajan niz radnji, gde pre rešavanja zadatka sve merne jedinice treba svesti da one koje se koriste u SI sistemu. Često se dešava da je upravo taj korak za učenike najveći problem, jer ne prepoznaju da jedinice u zadatku ne odgovaraju onim koje odgovaraju pomenutom sistemu. Takođe je potrebno posvetiti pažnju matematičkim postupcima pravilnog izražavanja nepoznate veličine koju je potrebno izraziti iz formule. Ova vrsta zadataka koncretizuje zakonitosti i učvršćuje znanja iz fizike. Srednje teški zadaci nisu učenicima nedostupni, njihovo rešavanje ih motiviše, omogućava da vežbanjem ostvare uspeh u rešavanju i težih zadataka.

**3. 750g meda zauzima  $600\text{m}\ell$  zapremine. Odredi gustinu meda. Rezultat izraziti u  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  i u  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .**

dati su podaci:  $V=600\text{m}\ell$ ,  $m=750\text{g}$

treba izračunati gustinu meda ( $\rho$ )

Iako je samo izračunavanje veoma lako, u grupu srednje teških zadataka se svrstava zato što se moraju pretvarati merne jedinice u odgovarajuće.

**Analiza:** Zna se da se za prikazivanje zapremljenosti koristi i drugi sistem kada se radi o tečnostima. Povezanost između  $m\ell$  i  $\text{cm}^3$  je upravo njihova jednakost.

$$V=600m\ell=600\text{cm}^3=0,0006\text{m}^3 \quad (5.5)$$

$$m=750\text{g}=0,75\text{kg} \quad (5.6)$$

**Rešenje:**

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{750\text{g}}{600\text{cm}^3} = 1,25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad (5.7)$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,75\text{kg}}{0,0006\text{m}^3} = 1250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (5.8)$$

- 4. Kolika je zapremina školjke koju su doneli ronioci iz dubine mora, ako znamo da gustina slane vode iznosi  $1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  a na školjku je delovala sila potiska od 8N. Rešenje izraziti u  $\text{cm}^3$ .**

dati su podaci:  $\rho=1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,  $F_p=8\text{N}$  i znamo da je  $g=9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Treba izračunati zapreminu ( $V$ ).

Zadatak spada u kategoriju srednje teških zadataka jer treba da se izrazi tražena fizička veličina iz osnovne formule. Dobijena vrednost je izražena preko osnovne merne jedinice te je potrebno pretvoriti u traženi oblik.

**Analiza:** Sila potiska se javlja i u vodi. Iz formule za određivanje sile potiska se izrazi zapremina a ostale vrednosti se samo uvrste. Rešenje je u  $\text{m}^3$  te je potrebno da se zna pretvaranje iz jedne u traženu veličinu.

Iz

$$F_p = \rho \cdot V \cdot g$$

izrazimo zapreminu  $V$ :

$$V = \frac{F_p}{\rho \cdot g} \quad (5.9)$$

**Rešenje:**

$$V = \frac{8\text{N}}{1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,00079174 \text{m}^3 \quad (5.10)$$

treba pretvoriti  $\text{m}^3$  u  $\text{cm}^3$  tako što ćemo dobijenu vrednost pomnožiti sa 1000000:

$$V = 0,00079174 \text{m}^3 \cdot 1000000 = 791,74 \text{cm}^3 \quad (5.11)$$

$$V = 791,74 \text{cm}^3 \quad (5.12)$$

**5. Odrediti masu olovne kocke ako znamo da su ivice kocke 5cm dugačke i gustina olova iznosi  $11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .**

dati su podaci:  $a=5\text{cm}$ ,  $\rho=11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

treba izračunati masu olovne kocke ( $m$ )

Za ovaj zadatak potrebno je koristiti prethodno stečeno znanje iz oblasti merenje i određivanje zapremine, koji su slabijim učenicima veliki problem, tako da ovakav tip zadatka rade bolji učenici.

*Analiza:* Ako se zna da je predmet oblika kocke, onda je poznato kako se računa zapremina kocke ukoliko se zna dužina njene ivice.

Ako je :

$$a=5\text{cm} \quad (5.13)$$

onda se zapremina određuje pomoću formule:

$$V=a \cdot a \cdot a = 5\text{cm} \cdot 5\text{cm} \cdot 5\text{cm} = 125\text{cm}^3 \quad (5.12)$$

Ostalo je da iz osnovne formule za gustinu izrazi masa  $m$ :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \Rightarrow \quad m = \rho \cdot V \quad (5.13)$$

*Rešenje:*

$$m = \rho \cdot V = 11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 125\text{cm}^3 = 1412,5\text{g} \approx 1,41\text{kg} \quad (5.14)$$

### 5.3 Složeni zadaci

Ovi zadaci angažuju, u najvećoj meri, više misaone procese: rešavanje problema i kreativnost. Pri rešavanju zadataka iz fizike, značajno je, nacrtati crtež, gde god je to potrebno, moguće i opravdano, ili se striktno traži zbog vizuelne predstave fizičke pojave date u konkretnom zadatku. Zadatke ovog tipa rade uglavnom bolji učenici.

6. Školskom sundjeru za brisanje table oblika cigle znamo dužine ivice: 20cm, 15cm i 10cm. Masa suvog sundera iznosi 0,175kg. Ukoliko pokvasimo sundjer, tako da se šupljine u sundjeru napune vodom, masa pokvašenog sundera iznosi 1,175kg. Gustina vode iznosi  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Kolika je gustina samog materijala od kojeg je izrađen školski sundjer? [3]

dati su podaci:  $a=20\text{cm}$ ,  $b=15\text{cm}$ ,  $c=10\text{cm}$ ,  $m_0=0,175\text{kg}$ ,  $m=1,175\text{kg}$ ,  $\rho=1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$   
treba izračunati gustinu materijala ( $\rho_0$ )

Učenicima ovaj zadatak predstavlja značajnu teškoću u izračunavanju jer zahteva dobro znanje iz matematike i povezivanje prethodno stečenih znanja. Potreban je misaoni proces u postavljanju zadatka i prepoznavanje problema u dатој situaciji. Logički proces je neizbežan kod ovakvih tipova zadataka.

*Analiza:* Pošto je poznat oblik sundera, može se pomoći poznatih veličina izračunati zapremina sundera (zejedno sa šupljinama):

$$V=a \cdot b \cdot c = 20\text{cm} \cdot 15\text{cm} \cdot 10\text{cm} = 3000\text{cm}^3 = 0,003\text{m}^3 \quad (5.15)$$

U zadatku se traži da se odredi gustina materijala samog sundera, odnosno potrebna je masa samog materijala u sundjeru  $m_0$  i zapremina samog materijala bez šupljina  $V_0$ :

$$\rho_s = \frac{m_0}{V_0} \quad (5.16)$$

Zapremina materijala se može dobiti ako od zapremine sundera (zajedno sa šupljinama) oduzmemos zapreminu šupljina. Pošto su se šuplji delovi sundera napunili vodom, a zna se za

koliko se onda povećala masa sunđera i ako je poznata gustina vode, može se izračunati zapremina koja zauzima voda (5.17), i tako će se ujedno znati i zapremina šupljina.

$$V_v = \frac{m_v}{\rho} = \frac{m - m_0}{\rho} \quad (5.17)$$

Zapremina materijala je:

$$V_0 = V - V_v \quad (5.18)$$

Pa je gustina materijala iz kojeg je izrađen sunđer:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V - V_v} = \frac{m_0}{V - \frac{m - m_0}{\rho}} \quad (5.19)$$

Rešenje:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V - \frac{m - m_0}{\rho}} = \frac{0,175 \text{ kg}}{0,003 \text{ m}^3 - \frac{1,175 \text{ kg} - 0,175 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} = \frac{0,175 \text{ kg}}{0,003 \text{ m}^3 - 0,001 \text{ m}^3} = 87,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (5.20)$$

Gustina materijala je :

$$\rho_0 = 87,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (5.21)$$

**7. Težina metalnog svećnjaka u vodi je 2,4N a u vazduhu 2,8N. Odrediti zapreminu svećnjaka i gustinu metala od koga je on napravljen.**

*dati su podaci: težina u vodi  $Q_v=2,4\text{N}$ , težina u vazduhu  $Q=2,8\text{N}$*

*treba izračunati zapreminu svećnjaka i gustinu materijala od kog je svećnjak napravljen*

Za rešavanje ovog zadatka, učenici treba da koriste znanje iz oblasti slaganje sile (*slika 5*). Misaoni proces je neophodan za prepoznavanje problema u datoj situaciji koji je opisan u zadatku.

*Analiza:* Na osnovu Arhimedovog zakona treba odrediti zapreminu tela kojom je istisnuta ista količina vode. Iz težine odrediti masu svećnjaka. Pomoću ove veličine moguće je odrediti gustinu svećnjaka.

*Rešenje:* Svećnjak ima različitu težinu kad se nalazi u vodi i van nje. Ova razlika se javlja zbog sile potiska  $F_p$  u vodi koja je uvek usmerena vertikalno naviše. Pošto su sile  $Q$  i  $F_p$  suprotno usmerene, ove dve fizičke veličine treba oduzeti da bi se dobila rezultujuća sila  $Q_v$ .

$$Q - F_p = Q_v \quad (5.22)$$



*slika 5 – delovanje sile na svećnjak kad je sistem u ravnotežnom stanju*

Odavde se dobija sila potiska :

$$F_p = Q - Q_v \quad (5.23)$$

$$F_p = 2,8N - 2,4N = 0,4N \quad (5.24)$$

Na osnovu Arhimedovog zakona se zna da je sila potiska jednaka sa težinom vode koja je istisnuta telom. Gustina vode je poznata, te se iz ove veze može odrediti zapremina vode (5.26) koja je istisnuta telom, što znači da je odmah određena i zapremina samog svećnjaka.

$$F_p = \rho_V \cdot V \cdot g \quad (5.25)$$

$$V = \frac{F_p}{\rho \cdot g} \quad (5.26)$$

$$V = \frac{0,4\text{N}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,00004077 \text{m}^3 \quad (5.27)$$

Masa svećnjaka se može izračunati pomoću jednačine (5.13):

$$m = 0,285\text{kg}$$

Pa je gustina svećnjaka na osnovu jednačine (4.1):

$$\rho = \frac{0,285\text{kg}}{0,00004077\text{m}^3} \quad (5.28)$$

$$\rho = 6990,43 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (5.29)$$

## 5.4 Najsloženiji odnosno takmičarski zadaci

Ova grupa zadataka pripada grupi takmičarskih zadataka, i namenjena je učenicima čije mogućnosti i interesovanja prevazilaze obavezan program fizike u osnovnoj školi, učenicima koji su talentovana, vole fiziku i žele da učestvuju na takmičenjima iz fizike.

### 8. Zadatak, državni nivo, 2016.godine

*Učenici imaju određen broj identičnih kuglica (kuglice imaju jednake zapremine i jednake gustine), i praznu posudu sa poklopcom. Prvo su na vagu stavili sve kuglice koje imaju na raspolaganju i odredili da je njihova ukupna masa jednaka  $m_1=8,72\text{g}$ . Zatim su posudu do vrha napunili vodom, zatvorili je poklopcom i stavili je na vagu pored kuglica i u tom slučaju izmerili masu  $m_2=75,04\text{g}$ . Nakon toga su sa vase skinuli posudu sa vodom i kuglice, i onda su u posudu sa vodom ubacili sve kuglice, te pošto su je ponovo izmerili i obrisali krpom, stavili su je na vagu i odredili da je masa u tom slučaju jednaka  $m_3=71,65\text{g}$ . Na osnovu dobijenih vrednosti masa učenici su odredili gustinu kuglice, odredite i vi. Gustina vode je  $\rho_V = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .*

*dati su podaci:  $m_1=8,72\text{g}$  ;  $m_2=75,04\text{g}$  ;  $m_3=71,65\text{g}$*

*treba izračunati gustinu kuglice*

*Analiza:* Gustina kuglice je:

$$\rho_k = \frac{m_1}{V_k} \quad (5.30)$$

gde je  $V_k$  ukupna zapremina kuglica i ona je jednaka zapremini (označimao je sa  $V_V$ ) istisnute vode iz posude kada se kuglice ubace u posudu.

Razlika izmerenih masa  $m_2$  i  $m_3$  odgovara masi istisnute vode.

Tako da je :

$$V_k = V_V = \frac{m_2 - m_3}{\rho_V} \quad (5.31)$$

Iz prethodnih relacija dobija se da je gustina kuglica jednaka :

$$\rho_k = \frac{m_1}{m_2 - m_3} \rho_V \quad (5.32)$$

*Rešenje:*

$$\rho_k = \frac{m_1}{m_2 - m_3} \rho_V = \frac{8,72\text{g}}{75,04\text{g} - 71,65\text{g}} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad (5.33)$$

$$\rho_k = 2,571 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \approx 2,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad (5.34)$$

## 9. Zadatak sa takmičenja okružnog nivoa 2016.godine

*Homogena kocka pliva u tečnosti pri čemu je  $\frac{1}{4}$  njene zapremine potopljena u tečnosti. Ako se na prvu kocku postavi druga kocka istih dimenzija tada ja u ravnotežnom stanju potopljeno  $\frac{5}{8}$  zapremine prve kocke. Odrediti gustinu druge kocke. Gustina tečnosti je  $\rho=8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .*

*Analiza:* Pre postavljanja druge kocke trenutno ravnotežno stanje kocke ( $k_1$ ) na osnovu Arhimedovog zakona je:

$$F_{pk1}=Q_{k1} \quad (5.35)$$

$$\rho_{k1}Vg = \rho \frac{1}{4} Vg \quad (5.36)$$

Dobija se da je gustina prve kocke :

$$\rho_{k1}=\frac{\rho}{4} \quad (5.37)$$

Iz uslova za ravnoteže nakon postavljanja druge kocke:

$$F_{pk1}+F_{pk2}=Q_{k1} \quad (5.38)$$

$$\rho_{k1}Vg + \rho_{k2}Vg = \rho \frac{5}{8} Vg \quad (5.39)$$

Iz jednačine (prethodne) i poslednje dobija se:

$$\frac{\rho}{4} Vg + \rho_{k2}Vg = \rho \frac{5}{8} Vg \quad (5.39)$$

$$\frac{\rho}{4} + \rho_{k2} = \rho \frac{5}{8} \quad (5.40)$$

Odavde je gustina druge kocke :

$$\rho_{k2} = \rho \frac{5}{8} - \frac{\rho}{4} = \rho \frac{3}{8} \quad (5.41)$$

*Rešenje:*

$$\rho_{k2} = \frac{3\rho}{8} = \frac{3 \cdot 8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{8} \quad (5.42)$$

$$\rho_{k2} = 3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (5.43)$$

## 6 Kvalitativni zadaci

Kvalitativni zadaci su takvi zadaci čije rešavanje ne zahteva matematičke operacije, proračune, već se na osnovu prethodno usvojeno znanje, daju objašnjenja nekih fenomena, pojava.

**10. Za jedan tas vase vezujemo staklenu kuglicu a za drugi bakarnu kuglicu. Vagu dovedemo u ravnotežni položaj. Da li će ta ravnoteža ostati ako ceo sistem stavimo u vodu (vaga da bude ispod površine vode) ?**

Deca na osnovu iskustva i na času stečenog znanja treba da daju odgovor i da objasne pojavu. Kvalitativni zadaci služe za prepoznavanje uzroka u nekim situacijama i da primenjuju stečeno znanje u svakodnevnom životu.

*Rešenje:* Vaga neće ostati u ravnoteži, jer na staklenu kuglicu deluje veća sila potiska nego na bakarnu kuglicu (mase obe kugle su jednakе, ali zapremina staklene kugle je veća od bakarne).

**11. Savremene brodove grade od čelika, a ipak plove po vodi. Zašto?**

Učenici treba da se sete to što je nastavnik rekao, i to što su već iskusili. Rešenje: Čelični brod pliva na površini vode jer mu je srednja gustina manja od gustine vode. Unutar broda (sastavni deo enterijera) se nalaze kabine koje su popunjene vazduhom (gustina vazduha je mnogo manja od gustine vode) koje smanjuju srednju gustinu broda.

## 7 Eksperimentalni zadaci

U nauci eksperiment predstavlja metodu istraživanja i način provere teorije. Školski eksperiment je izvor znanja, metoda učenja, polazište za uspostavljanje logičkih matematičkih operacija, veza teorije i prakse i sredstvo ostvarivanja očiglednosti u nastavi. Obrazovni značaj školskog eksperimenta iz fizike veliki je sa stanovišta izbora budućeg zanimanja učenika, kao i sa stanovišta razvoja fizike kao nauke, te razvoja tehničkih disciplina koje u svojoj osnovi imaju fiziku. Realizacija eksperimenata u školi i njihov kvalitet utiču na izbor budućeg poziva učenika, a time i na razvoj nauke i tehnike u zemlji.

### 7.1 Određivanje gustine homogenog čvrstog tela pravilnog oblika.

*potrebni pribor:*

- homogena drvena kocka
- lenjir
- digitalna kuhinjska vaga

*Tok merenja:*

Pošto za određivanje gustine nekog tela treba znati masu toga tela i njegovu zapreminu, potrebni su odgovarajuća sredstva ili aparatura za njihovo određivanje. Za određivanje mase ( $m$ ) drvene kocke korist se digitalna vagu. A za određivanje zapremine je potrebno da se izmeri ivica kocke ( $a$ ). Ako je dužina ivice izmerena (određena) pomoću lenjira, dobijenu vrednost treba samo uvrstiti u formula za izračunavanje zapremine kocke.

$$V = a \cdot a \cdot a \quad (7.1)$$

Gustina će se izračunati pomoću formule:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (7.2)$$

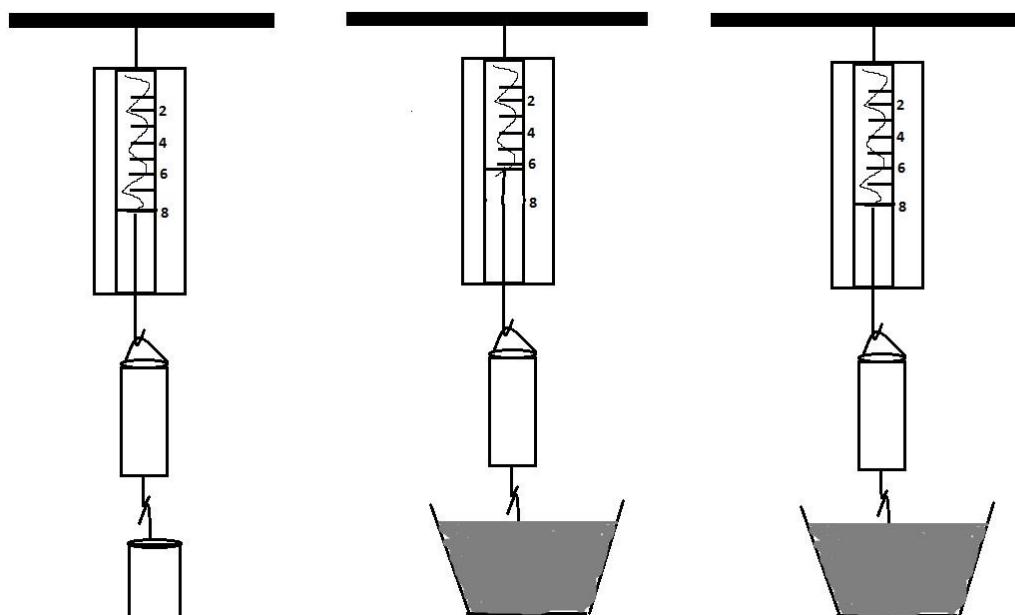
Tokom merenja treba obratiti pažnju na merne jedinice, odnosno da masu pretvore u kilograme, a zapreminu u  $\text{m}^3$ .

## Eksperimentalne vežbe koje se mogu izvesti na času iz Arhimedovog zakona i njegove primene i koje su predviđene planom i programom

### 7.2 Arhimedovo vedro

Sila potiska o kojoj govori Arhimedov zakon kvalitativno i kvantitativno se može uspešno pokazati učenicima nastavnim sredstvom koje se naziva Arhimedovo vedro.

Pribor se sastoji od metalnog cilindričnog suda (šupljeg cilindra) - vedra, i punog cilindra koji u potpunosti ispunjava šupljinu vedra, tako da mu je zapremina jednaka zapremini šupljine. Na dnu vedra i na jednoj strani punog cilindra nalaze se kukice kojima oni mogu da se obese jedni za druge (*slika 6*). Za merenje je potreban još metalni stativ, posuda sa vodom, u koju može da se potopi pun cilindar, dinamometar sa što krupnijom skalom (najbolje kružnom).



*slika 6 – Arhimedovo vedro za demonstraciju silu potiska: prva slika kada se vedro nalazi na suvom; druga slika kada smo teg potopili u vodu, treća slika kada smo šuplje vedro napinili vodom*

Demonstracija počinje tako što se prvo pokaže da se puni cilindar tačno uklapa po veličini u šupljinu šupljeg cilindra i učenicima ukaže na jednakost njihovih zapremina. Nakon

toga se oni zakače jedan za drugi kukicama i okače da vise o dinamometar koji pri tome pokazuje njihovu težinu u vazduhu (*prva slika*). Kao što je ranije napomenuto, najbolje je da sva merenja vrši nekoliko učenika koji će se smenjivati u raznim fazama eksperimenta. Dobijene rezultate bi trebalo zapisati na tabli.

Nakon toga se donji (puni) cilindar potapa do kraja u vodu, usled čega će se istezanje dinamometra, zbog sile potiska, smanjiti (*druga slika*). Potrebno je zapisati i ovu vrednost na tabli.

Sledeća faza eksperimenta jeste punjenje vedra vodom, usled čega će se opruga dinamometra istegnuti do prvobitne dužine (*treća slika*). Kako je zapremina vedra jednaka zapremini tela uronjenog u vodu.

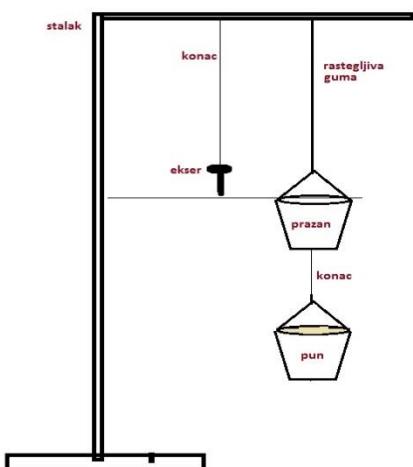
Zaključuje se da je sila potiska jednaka težini istisnute vode.

### 7.3 Arhimedovo jogurt vedro

Ukoliko ne postoji odgovarajuća aparatura za demonstraciju Arhimedovog zakona, može se Arhimedovo vedro napraviti od čaše od jogurta.

Potreban je metalni stalak, istegljiva guma, ekser, konac, dva identična pakovanja jogurta od istog proizvođača, veća posuda ili vodena kada i voda.

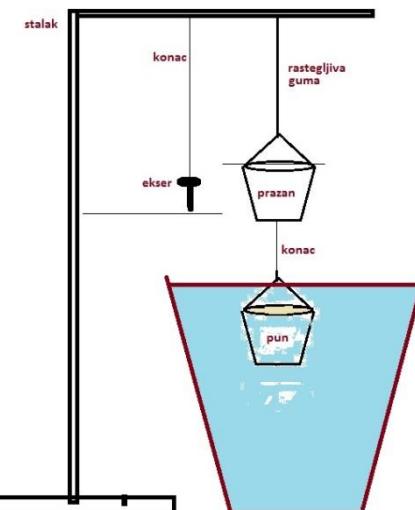
Uzeti jedan jogurt i isprazniti ga. Prazno pakovanje (praznu čašu) povezati sa punim jogurtom tako da, kad se uzme u ruku prazna čaša, oba jogurta će visiti i konac se neće pokidati. Zatim uzeti rastegljivu gumu i jedan kraj gume vezati za metalni stalak, a drugi kraj vezati za praznu čašu jogurta. Kad se postavi da visi cela konstrukcija, na stalak, pored gume se veže ekser i dužinu konca podesi tako da vrh eksera bude u istoj horizontalnoj ravni sa ivicom prazne čaše (*slika 7*).



Na taj način je obeležen položaj opterećene gume viseće konstrukcije.

*slika 7 – jogurt vedro se nalazi u vazduhu*

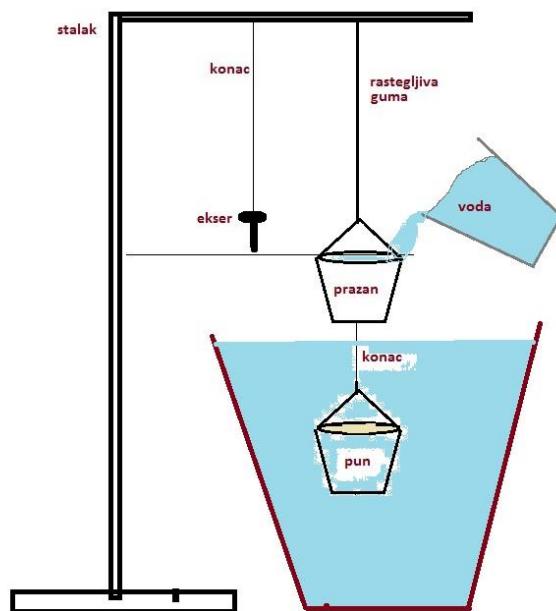
Sledeći korak je da se ispod konstrukcije stavi kada puna vode tako da donji jogurt bude ispod nivoa vode. Šta se primećuje? Zbog sile potiska, dužina gume se smanjila, odnosno opterećenje gume se smanjilo (*slika 8*).



*slika 8 – jogurt vedro je stavljeno u vodu*

Sledeća faza je punjenje prazne gornje posude vodom, sve dok se dužina gume vrati u prvobitni položaj (vrh i ivica čaše se izravnaju). (*slika* )

Kako je zapremina čaše jednaka zapremini tela uronjenog u vodu (pune čaše), zaključuje se da je sila potiska jednaka težini istisnute vode.

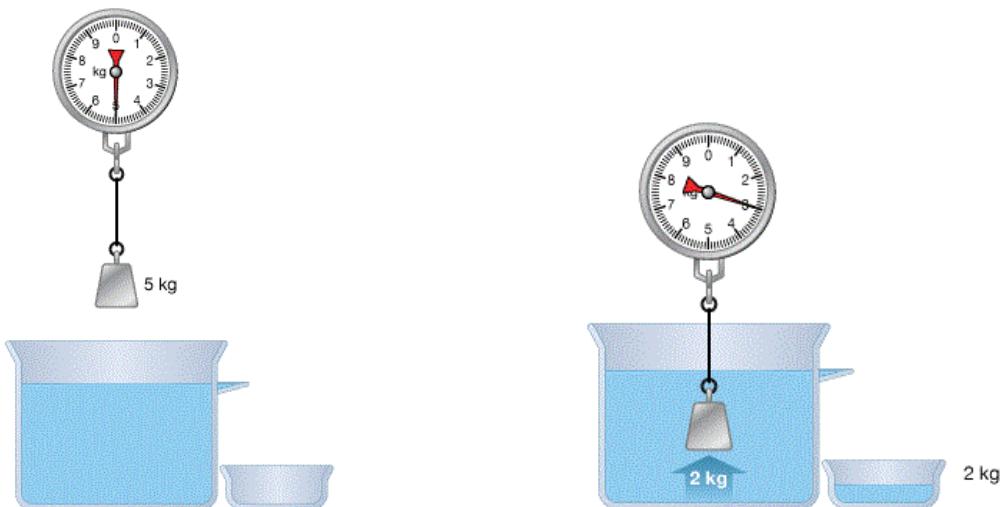


*slika 9 - punjenje prazne gornje posude vodom, sve dok se dužina gume vrati u prvobitni položaj*

## 7.4 Izvođenje Arhimedovog zakona

Arhimedov zakon se izvodi kao zaključak sledeće pojave: Ukoliko je telo okačeno o vagu u vazduhu, vaga meri njegovu masu (u ovom slučaju 5 kg). Potrebno je imati i posudu sa vodom koja ima otvor kroz koji voda iz nje može da izlazi, u drugu posudu (*slika 10*). Ako se uroni telo okačeno o vagu u vodu, primetiće se da vaga više ne pokazuje masu kao u prvom slučaju, nego je ta masa manja (npr. u ovom slučaju 3 kg), a takođe se primećuje i da je izvesna količina vode iscurila kroz otvor posude (*slika 11*).

Ukoliko se izmeri masa vode koja je iscurila, videće se da je ona jednaka razlici masa tela pre potapanja i nakon potapanja u vodu (u ovom slucaju 2 kg).



*slika 10 – teg se nalazi van vode*

*slika 11 – teg je stavljen u vodu*

Kada odredimo težinu telom istisnute tečnosti, samim tim smo odredili i vrednost sile potiska.

$$F_p = \rho V g = mg \quad (7.3)$$

gde je:

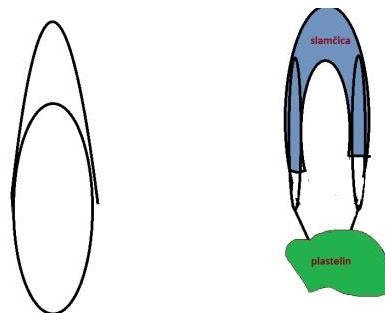
$g=9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

**Arhimedov zakon:** Sila potiska je jednaka težini tela istisnute tečnosti.

## 7.5 Kartezijanski gnjurac

Potreban materijal: providna plastična boca od  $2\ell$ , spajalica, slamčica, plastelin

Uzeti metalnu spajalicu i saviti je u obliku zečijeg uha. Rebrasti deo slamčice odseći tako da se može navući na krajeve savijene spajlice. Komadić plastelina zlepiti na dnu spajalice (*slika 12*). Isprobati u čaši vode da li lebdi. Ako potone, onda odvojiti parče plastelina da može da lebdi, ali ako plovi na površini vode, onda dodati još komadić plastelina.



*slika 12 – pripremanje Kartezijanskog gnjurca*

Sledeći korak je da se napuni providna plastična boca vodom i da se ubaci montiranu spajalicu. Eksperiment će dobro da funkcioniše ako vrh slamčice jedva dodiruje površinu vode. Staviti čep na flašu i dobro je zatvoriti. Sa obe ruke stiskati flašu, vršiti pritisak na zidove boce. Šta se dešava? Ronilac (gnjurac) počinje da tone do dna boce. Kad se pusti boca (prestane se sa pritiskanjem boce), gnjurac će se podići do površine vode.



*slika 13 – deca sa napravljenim Kartezijanskim gnjurcem*

### Objašnjenje:

Kada se spajalica sa vazduhom postavi u bocu ona neće potonuti, zato što je sila potiska vode koja na nju deluje veća od sile zemljine teže. Kada se blago stisne boca stvara se pritisak na vodu, a na taj način i na vazduh u slamčici. Pošto je voda manje stišljiva od vazduha, vazduh u slamčici se sabija i njegova zapremina se smanjuje. Po Arhimedovom zakonu ako se smanji zapremina tela uronjenog u tečnost, smanji se i sila potiska. Sila potiska postaje manja od sile teže koja deluje na slamčicu pa se spajalica kreće nadole. Kada se smanji pritisak na bocu, povećava se zapremina vazduha u slamčici, povećava se sila potiska, pa ona nadjača silu teže i spajalica se kreće nagore. Kartezijanski gnjurac ili Kartezijanski đavo nazvan je tako po Dekartu (René Descartes, 1596 – 1650) iako ne postoje dokazi da je Dekart prvi prikazao demonstraciju Arhimedovog zakona pomoću Kartezijanskog gnjurca.

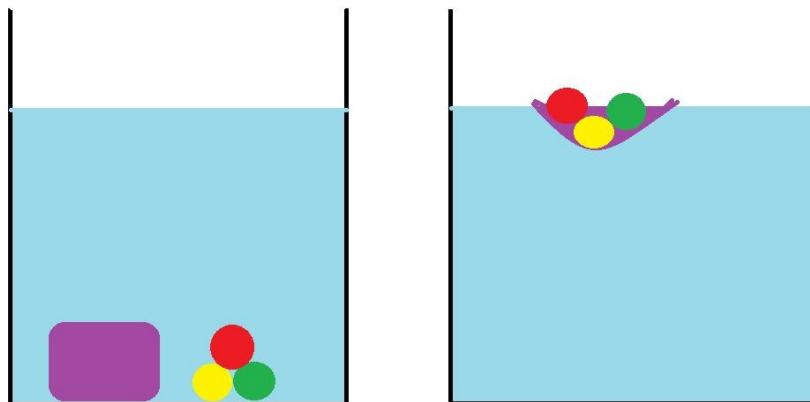
## Ogledi

### 7.6 Da li plastelin može da pliva?

Cilj je da se uoči da li sila potiska zavisi od zapremine istisnute tečnosti.

Potreban materijal: providna posuda sa vodom, dva komada plastelina i stakleni klieri.

U posudu sa vodom ubaciti komad plastelina i klierere. Potonuće na dno. Drugi komad plastelina formirati u oblik čamca, staviti na površinu vode i natovariti kliererima. Plastelin i kliereri plivaju.



*slika 14 – na prvoj slici plastelin i klieri su potonuli na dno; na drugoj slici plastelin sa kliererima pliva*

#### Objašnjenje

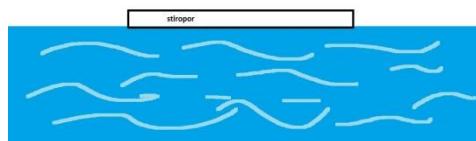
Plastelin i klieri imaju veću gustinu od gustine vode i zato će potonuti na dno (*slika 14 prva*). Međutim, kada se plastelin formira u oblik čamca (*slika 14 druga*), on istiskuje mnogo veću zapreminu vode nego kada je u obliku paralelopipeda ili sfere. Pošto je sila potiska jednaka težini telom istisnute vode, sila potiska je sada veća od težine plastelina i on pliva. Čak se može čamac natovariti kliererima, on će i dalje plivati, samo će dublje utonuti.

## 7.7 Splav

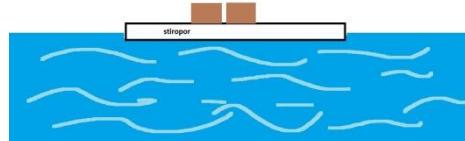
Cilj ogleda je da uočimo da natovareni splav istiskuje više vode od neopterećenog splava.

Potreban materijali: komad stiropora, drvene kocke, sud sa vodom

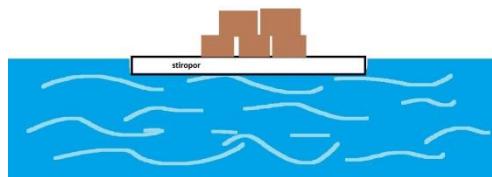
Staviti komad stiropora u posudu sa vodom (*slika 15*). Splav pliva. Potom staviti teret (drvene kocke) (*slika 16 i slika 17*) jednu po jednu i pratiti šta se događa. Sa povećanjem težine (mase) splav sve dublje tone.



*slika 15*



*slika 16*



*slika 17*

Objašnjenje:

Stiropor ima manju gustinu od gustine vode. Zato splav pliva na površini vode. U tom položaju su sila potiska i težina tela u ravnoteži. Kada se stavi prvi teg (drvena kocka), poveća se težina, splav dublje tone da bi istisnuo veću zapreminu vode, jer je potrebno da se poveća

sila potiska da bi ostala u ravnoteži sa povećanom težinom. Za svaku novu dodatu kocku splav tone sve dublje.

Zaključak: Sila potiska jednaka težini telom istisnute tečnosti.

## 7.8 Kada limun pliva, a kada tone?

Cilj ogleda je da se pokaže da telo može da pliva ili tone, u zavisnosti od njegove srednje gustine.

Potreban materijal: providna posuda sa vodom i dva limuna.

U providnu posudu sa vodom se stave neoguljeni limunovi, pri čemu se zapaža da limunovi plivaju. Potom se jedan limun izvadi iz posude, oguli i stavi opet u istu posudu s vodom, pri čemu se zapaža da on tone na dno posude (*slika 18*).



*slika 18 – limun sa korom pliva, dok oguljeni limun potone*

### Objašnjenje:

Unutrašnja strana limuna, pored biljnih ćelija, obuhvata mnoštvo mehurića vazduha. Ovi mehurići smanjuju ukupnu gustinu limuna, tako da je srednja gustina neoguljenog limuna manja od gustine vode, i shodno tome limun pliva. Ukoliko se limun oguli, vazduh će napustiti prostor unutar limuna, pa se srednja gustina limuna povećava i s obzirom da je gustina ćelija limuna veća od gustine vode, u ovom slučaju limun tone.

## 7.9 Kada jedno telo tone, pliva i lebdi?

Da li sila potiska zavisi od srednje gustine?

Potreban materijal: posuda puna vode, 3 plastična jajeta (od kinder jaja), suv pesak.

Malu količinu peska staviti u prvo kinder jaje, zatvoriti ga i staviti u posudu sa vodom. U drugo kinder jaje dodati toliko peska dok se ne postigne da lebdi u vodi, a treće jaje skroz napuniti suvim peskom. Šta se vidi? (*slika 19*) Dodavanjem peska postiglo se da kinder jaje od istog materijala u prvom slučaju pliva, u drugom slučaju lebdi, a u trećem da potone.



*slika 19 - kinder jaje u prvom slučaju pliva, u drugom slučaju lebdi, a u trećem potone*

### Objašnjenje:

Ponašanje tela u nekoj sredini određuje odnos sila potiska i sila zemljine teže.

U prvom slučaju, kad je kinder jaje plivalo, sila potiska je bila veća u odnosu na zemljinu težu.

$F_p > mg$  odakle je  $\rho_v > \rho_j$  (gustina vode je veća u odnosu na srednju gustinu jajeta)

U drugom slučaju, kad je jaje lebdelo u vodi, sila potiska je bila ista u odnosu na zemljinu težu.

$F_p = mg$  odakle je  $\rho_v = \rho_j$  (gustina vode je ista u odnosu na srednju gustinu jajeta)

U trećem slučaju, kad je kinder jaje potonulo, sila potiska je bila veća u odnosu na zemljinu težu.

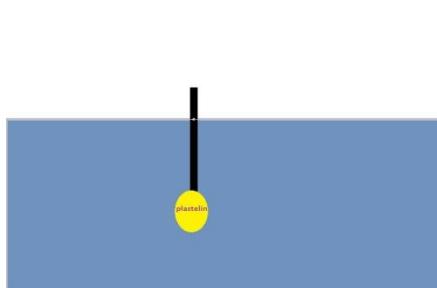
$F_p < mg$  odakle je  $\rho_v < \rho_j$  (gustina vode je manja u odnosu na srednju gustinu jajeta)

## 7.10 Plovak

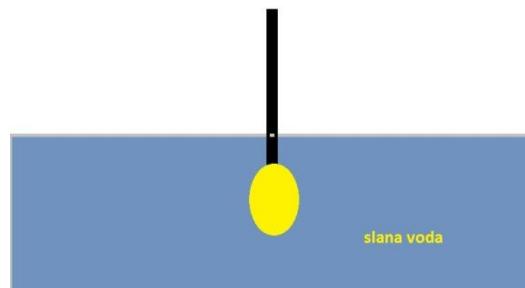
Cilj je da se uoči kako sila potiska zavisi od gustine sredine.

Potreban materijal: drveni štapić (najbolje je da to bude lagano drvce šibice), plastelin.

Sa palidrvca šibice skinuti zapaljivi deo tako da ostane samodrvce. Na jedan kraj drvca zalepiti kuglicu plastelina i staviti u čašu sa vodom. Odmeritio toliko plastelina tako da plovak pliva u čaši (*slika 20*). Označiti na čaši dokle je plovak zaronjen u vodu. Potom u vodu dodavati so. Šta se dešava sa plovkom kadase u vodu dodaje so? Zaključak je da će plovak više isploviti ka površini vode (*slika 21*).



*slika 20*



*slika 21*

Sila potiska zavisi od gustine i veća je ako je gustina tečnosti veća. Dakle, sila potiska slane vode je veća u odnosu na običnu vodu.

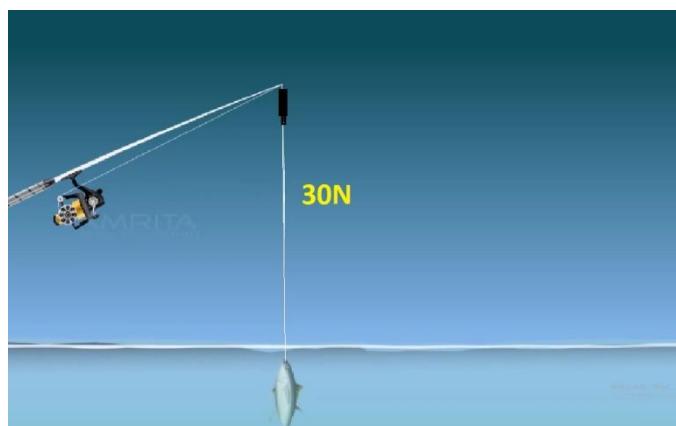
## Eksperiment za dodatnu nastavu i za talentovane đake

### 7.11 Pecanje

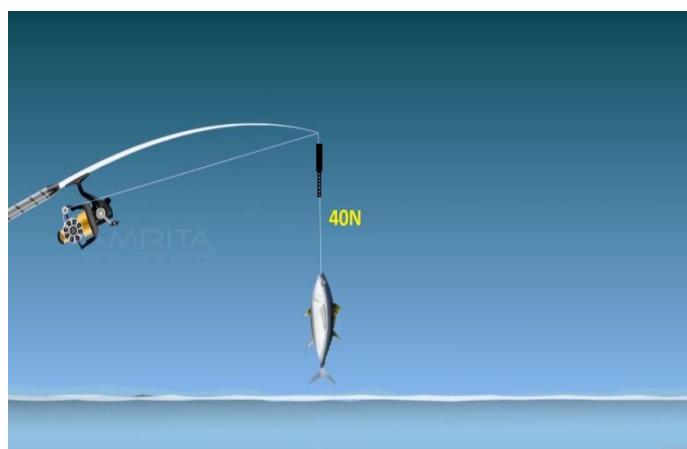
Praktična provera Arhimedevog zakona. Izračunavanje mase ribe pomoću Arhimedovog zakona.

Potreban materijal: uzorak ribe za analizu (oko 1kg), dinamometar, providna vodena kada, štap za pecanje, silk i udica.

Na jedan kraj silka vezati udicu, a drugi kraj vezati na kuku pokretnog dela dinamometra. Gornji kraj dinamometra vezati za štap. Na udicu stavimo ribu. Prvo izmeriti pomoću dinamometra težinu ribe kad je u vodi (30N) (*slika 22*). Nakon toga izmeriti težinu ribe kad je izvan vode (40N) (*slika 23*). Takođe se može primetiti da se štap više savija kad je riba izvučena iz vode.



*slika 22 – riba se nalazi u vodi*



*slika 22 – izvukli su ribu iz vode*

Polazi se od Arhimedovog zakona, da je sila potiska jednaka razlici težine tela u vazduhu i težine koju telo ima kada je potopljeno u tečnost.

U konkretnom slučaju težina ribe kada je u vazduhu iznosi  $Q_v=40\text{N}$ , a kada je u vodi  $Q_{H_2O}=30\text{N}$ .

Sila potiska je :

$$F_p = Q_v - Q_{H_2O} = 40\text{N} - 30\text{N} \quad (7.4)$$

$$F_p = 10\text{N} \quad (7.5)$$

Masa ribe se može izračunati pomoću formule

$$m = \frac{F_p}{g} = \frac{10\text{N}}{9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,02\text{kg} \quad (7.6)$$

$$m = 1,02\text{kg} \quad (7.7)$$

Cilj: Pomoću Arhimedovog zakona može se odrediti masa ribe a da se ne koristi vaga.

## **8 Kompjuterkske simulacije i animacije (upotreba multimedije u nastavi)**

Prednost multimedije u nastavi upravo je u tome što se kroz kombinaciju različitih medija omogućava prenos veće količine informacija na ekonomičnije i jasnije načine. Veoma čest problem kabineta za fiziku, naročito u osnovnim školama, je njihova slaba opremljenost. I zbog toga nastavnici mogu da koriste razne simulacije ili animacije kako bi učenicima na jedan slikovitiji način objasnili određene sadržaje.

Učenici novog doba, tj. 21. veka, se od ranijih generacija razlikuju po drugačijem načinu življenja i delovanja. Svaki dan su okruženi multimedijima, protok informacija je brži nego pre pa su i deca danas više informisana nego ranije generacije. Učenici vešto koriste računar, mobilni telefon, DVD i druge multimedije. Udžbenik je vrlo važan, ali ne i jedini medija u nastavi. U klasičnoj nastavi uvek je dominiralo aktivno predavanje nastavnika. On je bio jedini i isključivi izvor znanja i on je bio centar obrazovnog procesa, koji je predavao i određivao (ocenama) koliko je uspešno učenje. Instrukcije nastavnika su dominirale, on je bio aktivan, a učenici su bili pasivni receptori. Ovaj sistem je sistem zatvorenog tipa i nije elastičan. Ovo je doprinelo stvaranju srednjeg nivoa u znanju. Nova koncepcija učenja se zasniva na novim uslovima. U centru obrazovnog procesa je učenik i zato se program nastave formira prema njegovim mogućnostima. Vrlo je značajno samostalno sticanje znanja učenika, kojem pomaže sredina učenja. Ovu sredinu nastavnik osmišljava, organizuje i održava. Za vreme učenja učenik samostalno konstruiše svoje znanje i na osnovu toga gradi svoj unutrušnji svet. Ovo znanje je lično i adaptivno a uspeh se vidi u praktičnoj primeni. Ovakvo znanje učenika priprema za uspešno snalaženje u dinamičnom svetu. Po ovom modelu škola funkcioniše kao otvorena sredina za nova saznanja. Nije više zatvorena, kruta i izolovana sredina, nego otvorena u više pravaca i elastična. Prema tome je multimedijalna nastava jedan od načina kako učenicima modernog doba približiti i dočarati razne sadržaje ovog predmeta.

Učenike možemo uputiti na razne obrazovne portale koji se nalaze na internetu i popularnoj internet stranici "You tube" kao pomoć pri učenju. Ovaj način učenja pomaže da učenik koji nije na času dobro razumeo određeno gradivo može da nadoknadi dinamikom koja njemu odgovara.

Simulacije na temu Arhimedevog zakona:

1. <https://vimeo.com/120002361>
2. [https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_en.html)

3. [http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/mechanics\\_forces\\_gravitation\\_energy\\_interactive/buoyancy\\_Archimedes\\_principle.htm](http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/mechanics_forces_gravitation_energy_interactive/buoyancy_Archimedes_principle.htm)
4. <https://www.edumedia-sciences.com/en/media/365-archimedes-principle>
5. <http://mw.concord.org/modeler/showcase/fluid/buoyancy.html>
6. <https://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=603>
7. <http://interactives.ck12.org/simulations/physics/scuba-training/app/index.html>

### Simulacija potiska

Na sajtu [https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_en.html) postoje online simulacije koje mogu da se koriste kao virtualni eksperimenti. U radu je naveden jedan predlog za virtuelnu laboratorijsku vežbu [7].

Ako postoji mogućnost, zameniti kabinet fizike kabinetom informatike i dozvoliti učenicima da u parovima urade laboratorijsku vežbu Određivanje gustine čvrstog tela primenom Arhimedovog zakona na jedan drugačiji način, na računarima, korišćenjem PhET simulacije.

Postupak izvođenja simulacije: Moguće je označiti sile koje se javljaju dok telo pliva (gravitaciona, sila potiska i reakciju podloge), očitavanje mase i vrednosti sile, potom se može menjati vrsta fluida i odrediti da li objekti imaju istu masu, zapreminu ili gustinu.

1.korak: pokretanje simulacije <https://phet.colorado.edu/sims/density-andbuoyancy/buoyancyen.html>

2. korak: Popunjavanje *Tabele 1* (za kocku od cigala).

3.korak: Izvođenje zaključaka (preuzimanjem tabela učenika)

*Tabela 1*

$m(kg)$	$Q_1(N)$	$Q_2(N)$	$F_p = Q_1 - Q_2(N)$	$\rho_t(\frac{kg}{m^3})$	$V = \frac{F_p}{\rho_t}(m^3)$	$\rho = \frac{m}{V}(\frac{kg}{m^3})$
5				1000		
				900		

*Tabela 2*

$V_1(m^3)$	$V_2(m^3)$	$V = V_2 - V_1(m^3)$	$\rho_t(\frac{kg}{m^3})$	$m_{it} = \rho_t V (\text{kg})$	$Q_{it} = m_{it} g (\text{N})$
			1000		
			900		

Korišćenjem PhET simulacije i popunjavanjem ovih tabela učenici bi trebalo da dođu do sledećih zaključaka:

1. da je sila potiska različita, za različite tečnosti  $\rho_t$  (ulje i voda) u kojima je telo potopljeno, tj. da sila potiska zavisi od gustine tečnosti;
2. da je zapremina tela dobijena primenom Arhimedovog zakona  $V$  (iz *Tabele 1*) i zapremina tela, kao razlika u nivou tečnosti  $V$  (iz *Tabele 2*) ista;
3. da je sila potiska ( $F_p$ ) jednaka težini telom istisnute tečnosti ( $Q_{it}$ ) tj. proverili su Arhimedov zakon;

Na kraju, izračunaće gustinu čvrstog tela  $\rho_t$ , primenom Arhimedovog zakona. Svi parovi bi trebalo da dobiju istu vrednost za gustinu kocke od cigala.

## 9 Pismena provera znanja

1. Ako gvozdenu kuglicu prvo stavimo u običnu vodu (voda iz česme), a posle u slanu vodu (morsku vodu) gde će na nju delovati veća sila potiska? Zaokruži tačan odgovor.
  - a) u vodi iz česme
  - b) u morskoj vodi
  - c) sila potiska je jednaka u obe sredine
2. Drvena kocka pliva na površini vode u jednoj posudi. Od čega zavisi sila potiska koja na nju deluje? Zaokruži tačan odgovor.
  - a) od zapremine kocke
  - b) od dela zapremine koja se nalazi u vodi
  - c) od zapremine vode koja se nalazi u posudi
3. Ako zapremina tela iznosi  $6\text{m}^3$ , a masa  $1800\text{kg}$ . Kolika je njena gustina?
4. Kolika je sila potiska koja deluje na školjku na dnu mora? Zapremina školjke je  $20\text{cm}^3$  a gustina slane vode je  $1030\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .
5. Tokom spremanja doručka, u vodu smo stavili jaje mase  $60\text{g}$  sa namerom da je skuvamo. Težina vode koju je jaje istisnulo iznosi  $0,59\text{N}$ . Koliko iznosi sila potiska koja na jaje deluje?
6. Drvenu kocku smo vezali za dno bazena. Dužina ivice kocke iznosi  $2\text{dm}$ , a gustina drveta je  $650\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Kolika sila zateže konopac, ako je kocka skroz potopljena?

Odgovori i rešenja kontrolnog :

1. b)
2. b)

3. Ako je  $V=6\text{m}^3$ ,  $m=1800\text{kg}$  onda je  $\rho = \frac{m}{V} = 300\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

4. Ako je  $V=20\text{cm}^3=0,00002\text{m}^3$  i  $\rho = 1030\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  a  $g=9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Onda je  $F_p=Vg\rho = 0,202\text{N}$

5. Na osnovu Arhimedovog zakona, sila potiska je jednaka težini tečnosti koju je telo istisnulo.  $F_p=Q=0,59\text{N}$
6.  $V=a^3=(2/10)^3\text{m}^3=0,008\text{m}^3$

$$\rho = 650\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Jednačina ravnoteže :  $F_p=Q+T$

$$\rho_{vode}Vg = \rho_{kocke}Vg + T$$

Sila kojom kocka zateže konopac :  $T = \rho_{vode}Vg - \rho_{kocke}Vg = 78,48\text{N} - 51,012\text{N} = 27,47\text{N}$

U Osnovnoj školi „Servo Mihalj“ u Mužlji su učenici sedmog razreda u drugom plugodištu učili silu potiska i Arhimedovog zakona. Ima tri razreda na mađarskom jeziku u generaciji: u odeljenju VII<sub>4</sub> ima 21 učenik, u VII<sub>5</sub> ima 13 učenika, ali jedan je bio odsutan kad je bila provera znanja, a odeljenje VII<sub>6</sub> ima 12 učenika, ali je i ovde jedan učenik bio odsutan za vreme provere. Proveri znanja je predhodilo vežbanje rešavanja računskih zadataka i prikazivanja ogleda.

U *Tabeli 3* su uneta postignuća po odeljenjima. U generaciji preko 80% učenika je rešilo prva dva zadatka zatvorenog tipa – tipa na zaokruživanje tačnog odgovora osnovnog nivoa po standardu koji je prepisalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Treći zadatak spada među jednostavnije zadatke i njega je rešilo 75% učenika (*Tabela 4*). Četvrti zadatak spada među srednje teške zadatke i 61,36% učenika ga je rešilo. Peti zadatak je tipa kvalitativnog zadatka, i 45,45% učenika ga je tačno rešilo, dok šesti zadatak spada među teže zadatke, i samo 31,81% učenika ga je tačno rešilo.

*Tabela 3* Postignuća učenika po odeljenjima

X odeljenje	broj učenika u odeljenju koji su dobili ocenu X					prosek odeljenja
	5	4	3	2	1	
VII <sub>4</sub>	8	3	4	3	3	3,47
VII <sub>5</sub>	3	3	1	3	2	2,91
VII <sub>6</sub>	2	1	2	2	4	2,55

Tabela 4 Procentualni prikaz tačno rešenih zadataka

X odeljenje \ odeljenje	broj učenika u odeljenju koji su rešili pojedinačan zadatak					
	1	2	3	4	5	6
VII <sub>4</sub>	19	18	18	15	11	8
VII <sub>5</sub>	11	10	10	7	6	3
VII <sub>6</sub>	8	8	5	5	3	3
procentualni prikaz tačno rešenih zadataka X	86,36	81,82	75,00	61,36	45,45	31,81

## 10 Zaključak

Rešavanjem računskih zadataka iz fizike kod mnogih učenika povećava se interesovanje za fiziku, razvija logičko mišljenje, podstiče na inicijativu i upornost u savlađivanju teškoća, jača se volja za samostalan rad, povezuju stečena znanja sa znanjima iz svakodnevnog života. Rešavanje računskih zadataka je samo jedna karika u nastavi fizike. Da bi bio postignut potpun uspeh u izučavanju fizike i sticanju znanja, potrebno je rešavanje računskih zadataka upotpuniti sa rešavanjem kvalitativnih i eksperimentalnih zadataka. Na taj način se u potpunosti postiže cilj nastave fizike. Rešavanje računskih zadataka iz fizike, posebno, učenje metodologije njihovog rešavanja, treba da bude, između ostalih, jedan od prioritetnih zadataka svakog nastavnika u školi. Ideja u nastavnim procesu vezanom za fiziku je ta da se tekstovi zadataka prilagode svakodevnim i aktuelnim događanjima. Da bi se dobili dobri rezultati potrebno je uložiti mnogo strpljenja i krajnji ishod bi bio – zadatak koji je razumljiv, a rešavanje zadataka savladano i pri tom dobijen korektan rezultat.

Uloga nastavnika u nastavi fizike je veoma važna, jer on u svakodnevnom planiranju časa posebnu pažnju treba da posveti zadacima, gde se rešavanjem zadataka razvija logičko mišljenje, kao i razumevanje te viši misaoni procesi (formiranje pojmoveva, rešavanje problema). Rešavanjem računskih zadataka razvijaju se kod učenika kreativne sposobnosti,

produbljuju i trajnije usvajaju znanja fizike, kao nauke, razvijaju sposobnosti za samostalan rad, prezentaciju rezultata, a sve u cilju da znanja iz fizike budu trajnija i na mnogo višem nivou kvaliteta nego u postojećoj školskoj praksi.

Nastavna tema Arhimedov zakon se obrađuje u 7. razredu osnovne škole. Kako su naše škole slabo opremljene instrumentalnom tehnikom koja je potrebna za izvođenje eksperimentalnih vežbi propisanih planom i programom Ministarstva prosvete, u ovom radu prikazani su i neki ogledi koji se mogu izvoditi bez ikakve opreme sa lako dostupnim materijalima. Istraživanjem je pokazano da primena ovakvih ogleda kao i samo uvođenje naučnog metoda ima pozitivan uticaj na učeničko razumevanje fizičkih zakona. Ovakav način rada ne samo da povećava kvalitet naučenog već i motivaciju za dalje učenje. Primenom ovakvih eksperimenata, počevši još od vrtića pa do fakulteta, znatno bi se povećalo funkcionalno znanje naše dece i učenika.

## 11 Literatura

- [1] Darko V.Kapor, Jovan P.Šetrajčić, "Fizika az általános iskolák 6. osztálya számára", Zavod za udžbenike, Beograd, 2009.
- [2] Manjhuka Afrodita, "A víz – játékos kísérletek", Novum Könyvklub Kft – Mesterprint Nyomda Kft, 2014
- [3] Branislav Cvetković, Milan O. Raspopović, Jovan P. Šetrajčić, "Fizika - feladatgyűjtemény laboratóriumi gyakorlatokkal az általános iskola 6. osztálya számára", Zavod za udžbenike, Beograd, 2013.
- [4] [http://takmicenja.ipb.ac.rs/zadaci/6\\_2016\\_republicko.pdf](http://takmicenja.ipb.ac.rs/zadaci/6_2016_republicko.pdf)
- [5] [http://takmicenja.ipb.ac.rs/zadaci/7\\_2016\\_okruzno.pdf](http://takmicenja.ipb.ac.rs/zadaci/7_2016_okruzno.pdf)
- [6] D. Obadović, M. Stojanović, M. Pavkov-Hrvojević, " Jednostavni ogledi u fizici za VII razred osnovne škole", Zavod za udžbenike, Beograd, 2007.
- [7] Marina Radojević, Fizika," Tankönyv az általános iskolák hetedik osztálya számára", Klett, Belgrád, 2016
- [8] dr Halász Tibor, " Fizika7- - Mechanika, hőtan", Mozaik kiadó, Szeged, 2007
- [9] Marija Krneta, Katarina Stevanović, Radmila Tošović, "Fizika 7, zbirka zadataka sa laboratorijskim vežbama za 7. razred osnovne škole", BIGZ školstvo, Beograd, 2016

## Biografija



**Kristina Čisar** je rođena 02.04.1987. godine u Zrenjaninu. Osnovnu školu "Servo Mihalj" u Mužlji završila 2002. godine i iste godine se upisala u Zrenjaninsku Gimnaziju na opšti smer. Osnovnu i srednju školu završava sa prosekom 5,00 i dobija Vukovu diplomu. Akademске 2006/07. godine upisuje osnovne studije fizike na Prirodno-matematičkom fakultetu, Univerziteta u Novom Sadu. Tokom studiranja se udala i postala majka, a u međuvremenu počela je da radi u srednjoj elektrotehničkoj i građevinskoj školi "Nikola Tesla" u Zrenjaninu i u osnovnoj školi „Servo Mihalj“ u Mužlji. 2016. godine završava osnovne akademske studije i upisuje master akademske studije Profesor fizike.

UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj:	
RRR	
Identifikacioni broj:	
IBR	
Tip dokumentacije:	Monografska dokumentacija
TD	
Tip zapisa:	Tekstualni štampani materijal
TZ	
Vrsta rada:	Master rad
VR	
Autor:	Kristina Česar
AU	
Mentor:	dr Maja Stojanović
MN	
Naslov rada:	Računski i eksperimentalni zadaci: Arhimedov zakon i njegova primena
NR	
Jezik publikacije:	srpski (latinica)
JP	
Jezik izvoda:	srpski/engleski
JI	
Zemlja publikovanja:	Republika Srbija
ZP	
Uže geografsko područje:	Vojvodina
UGP	
Godina:	2017.
GO	
Izdavač:	Autorski reprint
IZ	
Mesto i adresa:	Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
MA	
Fizički opis rada:	11/56/9/4/22/0/0
FO	
Naučna oblast:	Fizika
NO	
Naučna disciplina:	Metodika nastave fizike
ND	
Predmetna odrednica/ ključne reči:	Rešavanje računskih zadataka, eksperimentalni zadaci, Arhimedov zakon, sila potiska, gustina
PO	
UDK	
Čuva se:	Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu
ČU	
Važna napomena:	nema
VN	
Izvod:	U radu je ukazano na značaj zadataka u nastavi fizike. Izvršena je klasifikacija zadataka i dat je opšti metodički put za njihovo rešavanje. Takođe, dat je i teorijski uvod, zadaci i eksperimentalne vežbe iz nastavne jedinice Arhimedov zakon i njegova primena, koja se obrađuje u sedmom razredu osnovne škole. Pored toga predstavljeni su i rezultati i analiza pismene provere znanje učenika.
IZ	
Datum prihvatanja teme od NN veća:	
DP	20.06.2017
Datum odbrane:	28.06.2017
DO	

Članovi komisije:

KO

Predsednik:

dr Sonja Skuban, vanredni profesor

član:

dr Igor Savić, vanredni profesor

član:

dr Maja Stojanović, vanredni profesor

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:	Kristina Čisar
AU	
Mentor/comentor:	PhD Maja Stojanović
MN	
Title:	Computational and experimental tasks: Archimedes' principle and its application
TI	
Language of text:	Serbian (Latin)
LT	
Language of abstract:	serbian
LA	
Country of publication:	Republic of Serbia
CP	
Locality of publication:	Vojvodina
LP	
Publication year:	2017.
PY	
Publisher:	Author's reprint
PU	
Publication place:	Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
PP	
Physical description:	11/56/9/4/22/0/0
PD	
Scientific field:	Physics
SF	
Scientific discipline:	Methodics of teaching physics
SD	
Subject/ Key words:	solving problems, experimental tasks, Archimedes'principle, buoyant force, density
SKW	
UC	
Holding data:	Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4
HD	
Note:	none
N	
Abstract:	This paper presents a classification of computational tasks/problems and provides an overall methodical way to solve them. Also a theoretical introduction, computational problems and experimental exercises to the unit Arhimedes principle and its application, in the 7th grade of elementary school, were given. Beside that the results and analysis of written task of students in this field was presented.
AB	
Accepted by the Scientific Board:	20.06.2017
ASB	

Defended on: 28.06.2017  
DE  
Thesis defend board:  
DB  
President: Ph.D. Sonja Skuban, associate professor  
Member: Ph.D. Igor Savić, associate professor  
Member: Ph.D. Maja Stojanović, associate professor