



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
DEPARTMAN ZA FIZIKU



**Obrada nastavne teme: „Masa i gustina“ u osnovnoj školi**

**-master rad-**

**Mentor:**

**dr Sonja Skuban**

**Kandidat:**

**Zoltan Varga**

**Novi Sad, Jul 2017.**

*Zahvaljujem se svojoj mentorki, dr Sonji Skuban, na savetima i pomoći prilikom pisanja ovog rada. Takođe sam zahvalan svim profesorima i saradnicima katedre za opštu fiziku, a posebno dr Maji Stojanović čije bodrenje i reči hvale su mi, tokom obavljanja školske prakse, učvrstili samopouzdanje i želju za bavljenjem profesorskim pozivom.*

*Za podršku u životu i pruženu ljubav, zahvalnost dugujem svojoj majci Dušici i sestri Veri, kao i Mariji Šmit, čije prisustvo mi ulepšava i olakšava svaki posao.*

*Za nesebičnu pomoć u toku studiranja zahvaljujem se i svojim prijateljima i kolegama.*

*Zoltan Varga*

## SADRŽAJ

UVOD.....	5
1 CILJEVI I ZADACI U NASTAVI FIZIKE.....	6
2 RAČUNSKI ZADACI I EKSPERIMENTI U NASTAVI FIZIKE .....	8
2.1 Računski zadaci u nastavi fizike.....	8
2.1.1 Podela računskih zadataka.....	9
2.2 Eksperimenti u nastavi fizike .....	12
2.2.1 Podela eksperimenata .....	12
3 OBRAZOVNI STANDARDI.....	15
3.1 Osobine obrazovnih standarda .....	15
3.2 Ciljevi standarda u nastavi .....	17
3.3 Numeracija obrazovnih standarda.....	18
3.3.1 Osnovni nivo .....	18
3.3.2 Srednji nivo .....	19
3.3.3 Napredni nivo.....	21
3.3.4 Standardi u oblasti EKSPERIMENT .....	22
3.4 Specifičnosti fizike kao nauke i problemi definisanja obrazovnih standarda .....	23
4 TESTOVI I KONTROLNI ZADACI .....	25
5 GODIŠNJI I OPERATIVNI PLAN RADA ZA ŠESTI RAZRED OSNOVNE ŠKOLE .....	27
6 OBRADA NASTAVNIH JEDINICA U SKLOPU NASTAVNE TEME <i>MASA I GUSTINA</i> .....	30
6.1 Nastavna jedinica broj 1: Prvi Njutnov zakon mehanike – obrada gradiva .....	31
6.2 Nastavna jedinica broj 2: Masa kao fizička veličina – obrada gradiva .....	36
6.3 Nastavna jedinica broj 3: Masa tela – utvrđivanje gradiva i vežbanje računskih zadataka	
42	
6.4 Nastavna jedinica broj 4: Masa i težina – obrada gradiva .....	46
6.5 Nastavna jedinica broj 5: Merenje mase tela vagom; baždarenje dinamometra – laboratorijska vežba .....	50

6.6	Nastavna jedinica broj 6: Masa i težina – utvrđivanje gradiva .....	54
6.7	Nastavna jedinica broj 7: Gustina supstance – obrada gradiva.....	58
6.8	Nastavna jedinica broj 8: Gustina čvrstih tela – obrada gradiva .....	64
6.9	Nastavna jedinica broj 9: Gustina tečnosti – obrada gradiva .....	69
6.10	Nastavna jedinica broj 10: Masa i gustina – utvrđivanje gradiva i vežbanje računskih zadataka .....	73
6.11	Nastavna jedinica broj 11: Određivanje gustine čvrstih tela – laboratorijska vežba.....	80
6.12	Nastavna jedinica broj 12: Određivanje gustine tečnosti – laboratorijska vežba.....	82
6.13	Nastavna jedinica broj 13: Masa i gustina – obnavljanje i utvrđivanje gradiva; priprema za kontrolni zadatak .....	85
6.14	Nastavna jedinica broj 14: Masa i gustina – uvežbavanje računskih zadataka .....	90
6.15	Nastavna tema broj 15: Ocenjivanje učenika/kontrolni zadatak.....	95
7	DOPUNSKA I DODATNA NASTAVA.....	101
	ZAKLJUČAK .....	105
	LITERATURA .....	106

## UVOD

Fizika je nauka koja definiše zakone prirode i objašnjava materijalne pojave u realnosti u kojoj živimo. Svaka stvar na Zemlji, a naravno i u beskraјnom univerzumu, bila ona živa ili neživa, pokorava se fizičkim zakonima. Ne samo to, razvoj fizike u neraskidivoj je vezi sa razvojem ljudske civilizacije, ljudskog društva. Put kojim čovečanstvo korača, počev od luka, strele i poluge pa sve do spejs šatlova, računara i mobilnih telefona, popločan je razumevanjem i primenom ove nauke. Onaj ko zna fiziku, zna kako svet oko njega funkcioniše i kuda ide, u stanju je da pogleda dalje u budućnost. Fundamentalnost prirodnih zakonitosti možda se najbolje može opisati činjenicom da kada bi nekim slučajem svet koji znamo doživeo kraj, one bi nastavile da postoje, nadživele bi čoveka i sva druga živa bića, kao što su između ostalog i starije od njih. Priroda bi funkcionalisala na isti način i zakoni fizike bi jednako važili i pored toga što ne bi bilo nikog da ih opiše.

Zbog ovolike važnosti, fizika bi trebalo da zauzima posebno mesto u školskim sistemima širom planete. Unapređivanje nastave fizike na svim nivoima obrazovanja veliki je i bitan posao koji je na plećima svih ljudi koji se njome bave. Animiranost i zainteresovanost mladih za fiziku prvi je korak u ovom poslu i zbog toga je veoma važno u najnižim predškolskim i školskim uzrastima učenicima dočarati njene vrline i pravilno ih voditi putem usvajanja znanja iz ove naučne oblasti. Časovi fizike treba da budu zanimljivi i puni sadržaja, moraju buditi maštu učenika i želju za novim saznanjima i veštinama. Đaci u Srbiji u šestom razredu osnovne škole dobijaju predmet fiziku, pa se može reći da nastavnici fizike imaju možda i najznačajniju ulogu u obrazovnom procesu koji se ovog predmeta tiče jer ako se nekome fizika svidi "na prvu loptu", taj dobija želju i motivaciju da se nojme bavi, kako u toku školovanja, tako i u daljem životu i radu.

Za potrebe ovog rada obrađena je nastavna tema koja je deo gradiva upravo šestog razreda osnovne škole, pod nazivom *Masa i gustina*. U dva početna poglavlja rada navedeni su ciljevi i zadaci u nastavi fizike, kao i značaj računskih zadataka i eksperimentalnih vežbi u tom procesu. Treće poglavlje vezano je za definisanje i problematiku prilikom ostvarivanja obrazovnih standarda u nastavi fizike, propisanih od strane nadležnog Ministarstva, dok se četvrto bavi podelama kojima su podložni testovi i kontrolni zadaci u obrazovnom procesu. Planovi rada nastavnika tema su petog dela rada. Glavni i najopširniji deo pripada šestom poglavlju, gde su detaljno obrađene nastavne jedinice u okviru pomenute teme. Ovaj deo rada ustvari predstavlja nastavničke pripreme za čas, osmišljene i opisane od strane autora. Poslednje poglavlje za tematiku ima dopunsку i dodatnu nastavu fizike u osnovnoj školi, uz analizu zadataka sa više nivao takmičenja za učenike ovog uzrasta.

## **1 CILJEVI I ZADACI U NASTAVI FIZIKE**

Razumevanje neke naučne discipline sastoji se u sposobnosti da se na osnovu poznavanja njenih zakonitosti mogu rešavati određeni problemi. Pravilna i efikasna upotreba znanja stečenog na časovima prirodnih nauka ogleda se u primeni teorije, izradi računskih zadataka i izvođenju eksperimentalnih vežbi, gde zadaci i eksperimenti igraju veliku ulogu u povezivanju i shvatanju pojmova, ali i u iniciranju želje za novim otkrićima, novim saznanjima. Uspešno izvođenje nastave fizike pored teorijske osnove mora sadržati i praktični deo, tj. konkretizaciju uz izradu računskih zadataka i vršenje eksperimenata jer se na taj način najbolje vrši dokazivanje teorijskih pretpostavki i pojmova. Sposobnost rešavanja računskih zadataka određuje nivo razumevanja osnovnih fizičkih zakona.

Cilj nastave fizike je da svim učenicima osigura osnovnu jezičku i naučnu pismenost, kao i napredak u realizaciji odgovarajućih standara obrazovnih postignuća, sposobljenost u rešavanju problema i zadataka u novim i nepoznatim situacijama [1]. Učenici moraju znati kako da izraze mišljenje i diskutuju na razne teme, kako da razvijaju svoje kritičko mišljenje. Motivisanost i zainteresovanost su preduslov za upoznavanje prirodnih pojava i zakona. Na taj način učenici će moći da raspoznaju fizičke pojave oko sebe, da ih istažuju. Konačan cilj nastave fizike trebalo bi da bude primena fizičkih zakona u svakodnevnom životu i radu.

Zadaci nastave fizike [1]:

- Realizacija ciljeva nastave,
- Razvijanje funkcionalne pismenosti,
- Upoznavanje sa osnovnim načinima mišljenja i rasuđivanja u fizici,
- Razumevanje pojava, procesa i odnosa u prirodi na osnovu fizičkih zakona,
- Razvijanje sposobnosti za aktivno sticanje znanja o fizičkim pojavama kroz istraživanje,
- Razvijanje radoznalosti, sposobnosti racionalnog rasuđivanja, samostalnosti i preciznosti izražavanja,
- Razvijanje logičnog i apstraktnog mišljenja,
- Shvatanje smisla i metoda ostvarivanja eksperimenta, značaja merenja,
- Rešavanje problema i zadataka u okviru nastavnog sadržaja,
- Razvijanje sposobnosti primene znanja iz fizike,
- Shvatanje povezanosti fizičkih pojava i ekologije, razvijanje svesti o potrebi zaštite, obnove i unapređivanja životne sredine,
- Razvijanje radnih navika i sklonosti ka izučavanju nauka o prirodi,

- Razvijanje svesti o sopstvenim znanjima, sposobnostima i daljoj profesionalnoj orijentaciji.

Operativni zadaci nastave fizike određuju ona znanja i veštine koje učenik mora usvojiti u toku određenog obrazovnog ciklusa i definisani su tako da učenik treba da [1]:

- Kroz demonstracione oglede koji manifestuju pojave iz različitih oblasti fizike, shvati kako fizika istražuje prirodu i da je materijalni svet pogodan za istraživanje i postavljanje brojnih pitanja,
- Ume da rukuje merilima i instrumentima za merenje odgovarajućih fizičkih veličina,
- Upozna pojam i značaj greške pri merenju, da zna šta su apsolutna i relativna greška,
- Koristi jedinice SI sistema za odgovarajuće fizičke veličine,
- Usvoji osnovne predstave o mehaničkom kretanju i zna veličine koje karakterišu ravnomerno pravolinijsko kretanje, kao i srednju brzinu kod promenljivog kretanja,
- Shvati silu kao meru uzajamnog delovanja dva ili više tela, određenu intenzitetom, pravcem i smerom,
- Usvoji pojmove mase i težine i pravi razliku između njih,
- Ume da odredi gustinu čvrstih tela i tečnosti merenjem mase i zapremine,
- Usvoji pojam pritiska, shvati prenošenje spoljašnjeg pritiska kroz tečnosti i gasove i razume Paskalov zakon,
- Razlikuje skalarne i vektorske fizičke veličine,
- Koristi (na nivou primene) osnovne zakone mehanike – Njutnove zakone,
- Stekne pojam o gravitaciji i razlikuje силу teže od težine tela,
- Upozna silu trenja,
- Razume i na nivou primene koristi činjenicu da je rad sile jednak promeni energije,
- Razume i koristi zakone održanja mase, energije i nanelektrisanja,
- Pravi razliku između temperature i toplosti,
- Ume da slaže i razlaže silu, kao i jačinu električnog polja,
- Razlikuje vrste kretanja (translatorno, oscilatorno, talasno) i zna njihove karakteristike,
- Zna osnovne karakteristike zvuka i svetlosti,
- Zna uslove nastajanja električne struje i Omov zakon,
- Poznaje osnovne principe elektromagnetizma,
- Poznaje osnove atomske i nuklearne fizike.

## **2 RAČUNSKI ZADACI I EKSPERIMENTI U NASTAVI FIZIKE**

Računski zadaci i eksperimenti u fizici podstiču učenike na razmišljanje, samostalni rad, uče ih da budu precizni, uredni i sistematici i zbog toga je potrebno da se postupci rešavanja zadataka i laboratorijske tehnike posebno uče i vežbaju.

Rešavanje zadataka je proces čiji je cilj da učenik na osnovu opisa pojave, datih uslova i podataka, primenom poznatih zakona, teorija i definicija, upotrebom matematičkog aparata i logičkim putem, odredi tražene nepoznate fizičke veličine. Samo poznavanje definicija, zakona i formula nije kompletno znanje, ono se mora primenjivati u praksi, a zadaci tu igraju veoma bitnu ulogu jer oni oslikavaju probleme sa kojima će se učenici sretati kada počnu da se bave određenom profesijom [2]. Eksperiment je nezaobilazni deo nastave fizike. Izvođenje eksperimenata u nastavi učenicima omogućava zapažanje neke pojave, definisanje veze među fizičkim veličinama, potvrdu teorijski usvojenih zakona, kao i uvežbavanje motorike, rukovanje laboratorijskom opremom, navikavanje na rad u grupi, itd [3].

### **2.1 Računski zadaci u nastavi fizike**

Ciljevi rešavanja zadataka u nastavi fizike su [2]:

- Potpunije shvatanje fizičkih veličina, zakona i teorija i njihova primena u rešavanju konkretnih problema,
- Razvijanje misaonih aktivnosti, logičkog i kreativnog mišljenja kod učenika,
- Samostalnost učenika pri radu,
- Otkrivanje veza i odnosa fizičkih pojmoveva i veličina, izvođenje formula,
- Povezivanje usvojenih znanja sa svakodnevnim životom.

Što se funkcije zadataka tiče, oni u nastavnom procesu služe za:

- Ponavljanje i utvrđivanje pređenog gradiva,
- Proveravanje i ocenjivanje,
- Sistematisaciju i generalizaciju gradiva.

Fizika, kao nauka u usponu još uvek istražuje puteve, načine i sredstva obrazovanja i vaspitanja u procesu organizovanog izučavanja. Brz razvoj ove nauke dodatno postavlja probleme za metodiku njenog predavanja. Da bi izrada zadataka u fizici (ali i u bilo kojoj drugoj prirodnoj sci) učenicima bila jednostavnija a samim tim i efikasnija, potrebno je da nastavnik učenike upozna i kroz zadatke vodi određenm metodičkim koracima. Drugim rečima, postoji pristup i način rešavanja zadataka za koji se smatra da je najdelotvorniji.

Koraci u rešavanju zadataka [4]:

- Zadatak se treba pažljivo pročitati i razumeti, uočiti zakon ili pojava o kojoj se u zadatku radi,
- Podaci iz zadatka se zapisuju pomoću odgovarajućih, dogovorenih, ustaljenih oznaka,
- Merne jedinice se usklađuju, odnosno svaka fizička veličina treba da se izrazi svojom osnovnom mernom jedinicom,
- Učenik treba da iz uslova zadatka prepozna nepoznate veličine,
- Često je izrada zadataka jednostavnija ako se u njihovu izradu uključe i skice, šeme ili grafici,
- Poznate i nepoznate veličine povezuju odgovarajuće zavisnosti, formule, matematičke relacije,
- Tražena veličina uzračunava se zamenom poznatih veličina u odgovarajuću formulu,
- Konačno, svako rešenje treba prodiskutovati i razmisliti o njegovom fizičkom smislu.

### 2.1.1 Podela računskih zadataka

Osnovna podela zadataka je na *kvalitativne* i *kvantitativne*, ali se oni mogu podeliti i na osnovu [2]:

- *Didaktičkog cilja* – zadaci za vežbu, stvaralački, kontrolni, domaći zadaci,
- *Uslova zadavanja* – tekstualni, grafički, eksperimentalni,
- *Stepena težine* – jednostavni, složeni, kombinovani.

## **Kvalitativni zadaci**

Kvalitativni zadaci se najčešće zadaju u tekstualnoj formi. Za rešavanje ovog tipa zadataka nije potrebno korišćenje matematičkog aparata i računanja jer oni u sebi ne nose konkretnе brojne vrednosti. Rešenja ovakvih zadataka se daju kroz odgovore i njihovo obrazloženje, a sam zadatak takođe može biti postavljen i kao eksperimentalni ili grafički. Njima se utvrđuje zavisnost između fizičkih veličina. Bitna karakteristika kvalitativnih zadataka je to da učenici na osnovu prethodno usvojenih znanja logičkim putem dolaze do rešenja, a ta rešenja su blisko vezana sa praksom i iskustvom. Isto tako, ovi zadaci povećavaju zainteresovanost učenika i podstiču kreativnost i apstraktno mišljenje.

## **Kvantitativni zadaci**

Kvantitativni ili računski zadaci su grupa zadataka koja najčešće dolazi u tekstualnoj formi, ali isto tako može biti zadata kroz eksperiment ili grafik. Za izradu ovakvih zadataka neophodno je korišćenje matematičkih operacija i formula, kao i poznavanje teorije, odnosno rešavanje se počinje kvalitativnom analizom problema, da bi se konačno rešenje dobilo kvantitativnom analizom brojnih vrednosti. Naravno, matematika je prilikom izrade zadataka iz fizike samo sredstvo, ona ne sme bacati senku na fizički smisao zadatka. Kvantitativni zadaci su najčešći zadaci u nastavi fizike.

## **Grafički zadaci**

Zadaci za čije rešavanje je potrebno koristiti ili crtati grafike, nazivaju se grafički zadaci. To su u suštini kvantitativni zadaci, u kojima se do odgovarajućih podataka dolazi grafičkim putem. U fizici je bitna funkcionalna zavisnost pojedinih veličina, a preko grafika ta zavisnost postaje uočljivija i lakša za razumevanje. Važna stvar u školskoj nastavi je razvijanje posmatračkih sposobnosti i motorike, a ovaj tip zadataka u tome veoma pomaže.

## **Eksperimentalni zadaci**

Nastava fizike se ne može zamisliti bez eksperimentalnih vežbi, a sam eksperiment služi za razvijanje misaonih aktivnosti, samostalnosti pri traženju rešenja, a bitan je i kao praktična primena usvojenog teorijskog znanja učenika. Eksperimentalni zadaci mogu služiti za proveru rešenja, za dobijanje podataka potrebnih za režavanje različitih zadataka, a mogu biti i bez

podataka pa se rešenje dobija kao obrazloženje eksperimenta. Dakle, ovaj tip zadataka se javlja i kao kvalitativni i kao kvantitativni.

### **Domaći zadaci**

Domaći zadaci se zadaju u okviru nastavnog časa i odnose se na gradivo obrađeno na tom času. Mogu povezivati novo gradivo sa prethodnim, a diskusija i analiza se vrši na početku sledećeg časa. Kroz izradu domaćih zadataka učenici vezbaju samostalnost u radu, a takođe uvežbavaju i ponavljaju pređeno gradivo. Domaći zadaci mogu biti svih tipova, kvalitativni, kvantitativni, grafički, a i mnogi jednostavni eksperimenti se takođe mogu postaviti i izvršiti kod kuće.

### **Stepen težine zadataka**

Što se stepena težine tiče, već je rečeno da se zadaci mogu podeliti i na jednostavne, složene i kombinovane. **Jednostavni zadaci** su oni kod kojih se do traženog rešenja dolazi uvrštavanjem brojnih vrednosti u poznati obrazac, tj. formulu, koja povezuje zadate i nepoznate fizičke veličine. Kod **složenih zadataka** se do rešenja ne može doći prostim uvrštavanjem u formulu, već se do rešenja dolazi nakon misaonog procesa koji zahteva poznavanje fizičkih pojava i zakona, uz korišćenje složenijeg matematičkog aparata. **Kombinovani (problemски)** zadaci su oni koji podstiču učenike na kreativno razmišljanje na putu dolaska do rešenja.

## **2.2 Eksperimenti u nastavi fizike**

Uopšteno gledano, eksperiment je u nauci metod istraživanja, put nalaženja istine i način proveravanja teorije. Galileo Galilej je za eksperiment rekao da je „izazivanje prirodnih pojava u veštačkim uslovima“ [5], jer na taj način možemo biti u stanju da izdvojimo jednu fizičku pojavu, analiziramo je i dođemo do određenih zaključaka, nezavisno od ostalih pojava koje se u prirodi odigravaju paralelno sa konkretno izučavanom. U školskoj nastavi eksperiment služi kao izvor znanja, metod učenja, potvrda istine, polazište za uspostavljanje logičkih i matematičkih operacija, sredstvo za ostvarivanje očiglednosti, kao i veza teorije i prakse.

### **2.2.1 Podela eksperimenata**

U nauci, eksperimenti su podeljeni na *istraživačke* – dovode do novih saznanja u određenoj oblasti i *kriterijumske* – potvrđuju ili opovrgavaju prepostavke.

U školskoj nastavi imamo donekle drugačiju podelu eksperimenata, prilagođenu dečijem uzrastu i nivou znanja i veština u ovom periodu života. Razlika se takođe nalazi i u ciljevima eksperimenta u nastavi, jer školska nastava ne treba da donosi nauci fundamentalno nova otkrića već da na subjektivnom nivou svakog učenika doprinese širenju spektra znanja, tj. da ponudi načine kojima se ono može obogatiti. Prema tome, u nastavi fizike što se tiče eksperimenata, pravimo sledeću podelu [5]:

- Demonstracioni eksperimenti,
- Laboratorijske vežbe,
- Laboratorijski eksperimentalni zadaci,
- Domaći eksperimentalni zadaci,
- Izrada učila i instrumenata (aparata),
- Misaoni eksperiment.

#### **Demonstracioni eksperiment**

Služi za demonstraciju raznih zakonitosti i pojava koje se izučavaju u teorijskom delu nastave. Obično su kvalitativne prirode, a nastavnik pri vršenju demonstracionog eksperimenta mora voditi računa o svrshishodnosti (pravilnom izboru eksperimenta), pouzdanosti eksperimenta, pristupačnosti i očiglednosti, kao i naučnoj zasnovanosti i bezbednosti, tj. zaštiti.

## **Laboratorijske vežbe**

Prilikom vršenja laboratorijske vežbe, od učenika se zahteva da formira potrebnu aparaturu, izazove fizičku pojavu (u veštačkim uslovima), pravljino i tačno izmeri fizičke veličine i prikupljene podatke ispravno obradi. Naravno, nastavnik je taj koji koordinira radom u kabinetu (laboratoriji), ali učenik mora biti svestan svog okruženja i ciljeva koji su pred njim postavljeni. Oblik rada prilikom laboratorijskih vežbi može biti frontalni, grupni ili individualni, a instrukcije za rad usmene ili pismene.

## **Laboratorijski eksperimentalni zadaci**

Često u nastavi fizike nastavnik postavlja zadatak (kvalitativni ili kvantitativni) koji se radi tako što učenici do određenih podataka dolaze kroz eksperiment. Cilj ovakvog eksperimenta je postizanje samostalnosti učenika pri rešavanju problema.

## **Domaći eksperimentalni zadaci**

Ovaj vid eksperimenta služi kao dodatno individualno usavršavanje veština i obogaćivanje znanja učenika kroz samostalni rad koji kasnije prezentuju i analiziraju u saradnji sa nastavnikom i odeljenjem.

## **Izrada učila i instrumenata**

Ovakav način rada spada u praktični deo nastave, jer učenici sami izrađuju potrebnu aparaturu koju kasnije koriste prilikom vršenja eksperimenta. Ovde se ne stavlja akcenat na preciznost i izgled instrumenata i aparata, već na maštovitost prilikom njihove izrade i satisfakciju koju sa sobom donosi uspešno obavljen individualni ili grupni posao.

### **Misaoni eksperiment**

Misaoni eksperiment je poseban metod kojim se na bazi prethodno stečenih znanja i iskustava dolazi do zaključka o određenoj fizičkoj pojavi, fenomenu ili zakonu, a da se pri tome učenik služi isključivo misaonim procesom, logičkim zaključivanjem i naravno maštom.

### **3 OBRAZOVNI STANDARDI**

Obrazovni standardi predstavljaju niz izjava koje opisuju šta se od učenika očekuje da zna i ume da uradi na određenom nivou postignuća i u određenoj fazi svog obrazovanja. Standardi su zasnovani na ciljevima obrazovanja koji karakterišu nacionalni plan i program, odnosno kurikulum za određeni predmet. Njihova uloga je da opšte iskaze ciljeva prevedu u konkretne, testovima proverljive zahteva [6].

Plan i program za svaki školski predmet određuje sadržaje nastave tog predmeta. On takođe opisuje željene ishode, tj. šta bi učenici trebalo da postignu realizujući školski program. Međutim, ne mogu svi učenici da dostignu isti traženi nivo jer je postignuće učenika posledica uticaja različitih faktora, te stoga raličiti učenici dostižu različite nivoe postignuća u različito vreme. Tačan opis ovih nivoa – standarda – potreban je da bi nastavnici, učenici i njihovi roditelji bili u stanju da prepoznaču različite nivoe postignuća i da bi na osnovu toga bili u stanju da utiču na kvalitet i efikasnost budućeg učenja [6].

Obrazovni standardi jasno opisuju šta bi učenik trebalo da zna, razume i ume da uradi na kraju određenog ciklusa učenja. Oni obično određuju minimalni nivo znanja, veština ili kompetencija koje se očekuju od svih učenika na određenom nivou. Iskazuju se u terminima ponašanja učenika koja se mogu objektivno i pouzdano ispitivati i proveravati.

Standardi su formulisani tako da je njihovu ostvarenost relativno lako proveriti odgovarajućim testom. Svi zadaci namenjeni proveri ostvarenosti standarda moraju da prođu proces verifikacije, tj. provere primenljivosti i metrijskih karakteristika. Za verifikaciju se koriste pilot-testovi na reprezentativnom uzorku učenika [6].

#### **3.1 Osobine obrazovnih standarda**

Obrazovni standardi koji teže da uspešno povežu ciljeve obrazovanja i zahteve konkretnih kompetencija moraju posedovati sledeće karakteristike [6]:

- Specifikovanje predmeta: obrazovni standardi se odnose na specifičan sadržaj predmeta, postavljeni su jasnim terminima koji odražavaju bazične principe discipline ili predmeta,
- Fokus: standardi ne pokrivaju celokupan sadržaj oblasti ili predmeta do detalja koje program eksplicira, već koncretizuju samo jezgro naučne discipline,

- Kumulativnost: obrazovni standardi se odnose na kompetencije koje su bile razvijane kod učenika do određene faze školovanja i zbog toga odražavaju kumulativno, sistematski integrisano učenje,
- Sveobuhvatnost: standardi iskazuju koji su očekivani minimalni zahtevi od svih učenika i ti minimalni zahtevi se moraju primenjivati na sve učenike, bez obzira na profil učenika i tip škole,
- Diferencijacija: standardi prave razliku između nivoa kompetencija prema stepenu ostvarivanja minimalnih standara, oni olakšavaju dalju specifikaciju nivoa i diferencijaciju zahteva,
- Razumljivost: obrazovni standardi su formulirani jasno, koncizno i pomoću precizno definisanih pojmoveva, a formulacija standarda bi trebala biti razumljiva ne samo nastavnicima, već i učenicima, njihovim roditeljima i svim ostalim zainteresovanim stranama,
- Izvodljivost: zahtevi standarda trebalo bi da za učenike i nastavnike predstavljaju izazov na koji se uz određeni napor može odgovoriti.

Standardi za fiziku određeni za kraj obaveznog obrazovanja, odnosno za osmi razred osnovne škole podeljeni su na tri nivoa postignuća: osnovni, srednji i napredni.

- Standardi za osnovni nivo opisuju minimalni prihvatljivi nivo znanja i veština za učenike koji završavaju osnovnu školu; očekuje se da 80% učenika na testu ostvari ovaj nivo postignuća,
- Standardi na srednjem nivou opisuju znanja i veštine kojima ovlada učenik prosečnog postignuća na kraju osmog razreda; po definiciji, u srednji nivo potпадaju učenici koji zadatke ovog nivoa rašavaju sa uspešnošću od približno 50%;
- Standardi za napredni nivo opisuju znanja i veštine neophodne za uspešno dalje učenje u okviru ovog predmeta i srodnih oblasti; očekuje se da približno 25% učenika dostigne ovaj nivo postignuća.

### **3.2 Ciljevi standarda u nastavi**

Standardi postignuća imaju tri osnovna cilja [6]:

1. Da unaprede nastavu i učenje

Standardi preciziraju koja bi to znanja i veštine učenici trebalo da razviju tokom obrazovnog procesa. Nastavnici koriste standarde kako bi nastavu fokusirali na razvijanje ključnih kompetencija. Učenici takođe mogu jasno da vide koji su im zadaci postavljeni i da koncentrišu svoje snage da bi ovladali kompetencijama koje omogućavaju prelazak na viši nivo postignuća.

2. Da pomognu nastavnicima u efektivnoj proceni učeničkih znanja i veština i da dobiju više informacija o onome što je neophodno za napredak učenika

Nastavnici mogu da koriste standarde za razvijanje testova i drugih formi procenjivanja učeničkog postignuća da bi pokazali da li su učenici ovladali ključnim kompetencijama koje zahteva određeni nivo postignuća. Pažljivim razmatranjem rezultata takvih (dijagnostičkih) testova, nastavnici i učenici mogu da konsoliduju svoje napore i otklone očigledne nedostatke u načinu rada.

3. Da pomognu školama i nastavnicima da postignuća svojih učenika uporede sa nacionalnim standardima

Standardi su primenljivi za sve škole, pa stoga oni mogu da posluže za praćenje napredovanja učenika u poređenju sa nacionalnim standardima. Oni takođe mogu da se koriste i za evaluaciju efekata promene načina ili kvaliteta nastave prateći postignuća veće grupe učenika.

Ovi standardi mogu biti neadekvatni za učenike sa posebnim potrebama, pa je zbog toga neophodno da nastavnik koji predaje takvim učenicima sam doneše sud o tome koje iskaze standarda treba ignorisati kada se procenjuje postignuće učenika i izveštava o njegovom napretku.

### **3.3 Numeracija obrazovnih standarda**

Obrazovni standardi za fiziku u osnovnoj školi definisani su za sledeće oblasti [6]:

1. SILA
2. KRETANJE
3. ELEKTRIČNA STRUJA
4. MERENJE
5. TOPLOTA I ENERGIJA
6. MATEMATIČKE OSNOVE FIZIKE

Iskazi standarda označeni su slovima FI (fizika) i tri broja. Brojevi predstavljaju nivo standarda (1-osnovni, 2-srednji, 3-napredni), oblast (od 1 do 6) i redni broj iskaza u okviru oblasti za određeni nivo [6].

#### **3.3.1 Osnovni nivo**

Sledeći iskazi opisuju šta učenik zna i ume na osnovnom nivou.

U oblasti SILA učenik:

- Ume da prepozna gravitacionu silu i silu trenja koje deluju na tela u stanju mirovanja ili se kreću ravnomernom brzinom – **FI 1.1.1.**
- Ume da prepozna smer delovanja magnetne i elektrostatičke sile – **FI 1.1.2.**
- Razume princip spojenih sudova – **FI 1.1.3.**

U oblasti KRETANJE učenik:

- Ume da prepozna vrstu kretanja prema obliku putanje – **FI 1.2.1.**
- Ume da prepozna ravnometerno kretanje – **FI 1.2.2.**
- Ume da izračuna srednju brzinu, pređeni put tela ili proteklo vreme ako su poznate dve od tri fizičke veličine – **FI 1.2.3.**

U oblasti ELEKTRIČNA STRUJA učenik:

- Zna da struja teče samo kroz provodne materijale – **FI 1.3.1.**
- Ume da prepozna magnetne efekte električne struje – **FI 1.3.2.**

U oblasti MERENJE učenik:

- Ume da čita mernu skalu i zna da odredi vrednost najmanjeg podeoka – **FI 1.4.1.**
- Ume da prepozna merila i instrumente za merenje dužine, mase, zapremine, temperature i vremena – **FI 1.4.2.**
- Zna da koristi osnovne merne jedinice za dužinu, masu, zapreminu, temperaturu i vreme – **FI 1.4.3.**
- Ume da prepozna merne jedinice za brzinu – **FI 1.4.4.**
- Zna osnovna pravila merenja – **FI 1.4.5.**
- Zna da meri dužinu, zapreminu, masu, temperaturu i vreme – **FI 1.4.6.**

U oblasti ENERGIJA I TOPLOTA učenik:

- Zna da agregatno stanje tela zavisi od njegove temperature – **FI 1.5.1.**
- Zna da se mehaničkim radom može menjati temperatura tela – **FI 1.5.2.**

### 3.3.2 Srednji nivo

Sledeći iskazi opisuju šta učenik zna i ume na srednjem nivou.

U oblasti SILA učenik:

- Ume da prepozna elastičnu silu, silu potiska i osobine inercije – **FI 2.1.1.**
- Zna osnovne osobine gravitacione i elastične sile, kao i sile potiska – **FI 2.1.2.**
- Ume da prepozna kada je poluga u stanju ravnoteže – **FI 2.1.3.**
- Razume kako odnosi sila utiču na vrstu kretanja – **FI 2.1.4.**
- Razume i primenjuje koncept gustine – **FI 2.1.5.**
- Zna da hidrostatički pritisak zavisi od visine stuba tečnosti i njene gustine – **FI 2.1.6.**

U oblasti KRETANJE učenik:

- Ume da prepozna ubrzano kretanje – **FI 2.2.1.**
- Zna šta je mehaničko kretanje i koje ga fizičke veličine opisuju – **FI 2.2.2.**
- Ume da prepozna osnovne pojmove kojima se opisuje oscilatorno kretanje – **FI 2.2.3.**

U oblasti ELEKTRIČNA STRUJA učenik:

- Zna da razlikuje električne provodnike i izolatore – **FI 2.3.1.**
- Zna nazine osnovnih elemenata električnog kola – **FI 2.3.2.**
- Ume da prepozna da li su izvori napona vezani redno ili paralelno – **FI 2.3.3.**
- Ume da izračuna jačinu struje, napon i otpor kada su poznate dve od tri fizičke veličine – **FI 2.3.4.**
- Ume da prepozna toplotne efekte električne struje – **FI 2.3.5.**
- Razume pojmove energije i snage električne struje – **FI 2.3.6.**

U oblasti MERENJE učenik:

- Ume da koristi važnije izvedene merne jedinice SI-sistema i zna njihove oznake – **FI 2.4.1.**
- Ume da prepozna dozvoljene merne jedinice van SI-sistema – **FI 2.4.2.**
- Ume da koristi prefikse i pretvara brojne vrednosti fizičkih veličina iz jedne jedinice u drugu – **FI 2.4.3.**
- Zna kada merenja ponavljamo više puta – **FI 2.4.4.**

U oblasti ENERGIJA I TOPLOTA učenik:

- Zna od čega zavise kinetička i potencijalna energija tela – **FI 2.5.1.**
- Ume da prepozna pojave u kojima se električna energija troši na mehanički rad – **FI 2.1.2.**
- Ume da prepozna pojmove rada i snage – **FI 2.5.3.**
- Zna da unutrašnja energija zavisi od temperature – **FI 2.5.4.**
- Zna da zapremina tela zavisi od temperature i pritiska – **FI 2.5.5.**

U oblasti MATEMATIČKE OSNOVE FIZIKE učenik:

- Razume i primjenjuje osnovne matematičke formulacije odnosa i zakonitosti u fizici – **FI 2.6.1.**
- Ume da prepozna vektorske fizičke veličine – **FI 2.6.2.**
- Ume da koristi i interpretira tabelarni i grafički prikaz zavisnosti fizičkih veličina – **FI 2.6.3.**

### 3.3.3 Napredni nivo

Sledeći iskazi opisuju šta učenik zna i ume na naprednom nivou.

U oblasti SILA učenik:

- Razume i primjenjuje uslove ravnoteže poluge – **FI 3.1.1.**
- Zna kakav je odnos sila koje deluju na telo koje miruje ili se kreće ravnomernom brzinom – **FI 3.1.2.**
- Zna šta je pritisak čvrstih tela i od čega zavisi – **FI 3.1.3.**
- Razume i primjenjuje koncept pritiska u fluidima – **FI 3.1.4.**

U oblasti KRETANJE učenik:

- Ume da primeni odnose između fizičkih veličina koje opisuju ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje – **FI 3.2.1.**
- Ume da primeni odnose između fizičkih veličina koje opisuju oscilatorno kretanje – **FI 3.2.2.**
- Zna kako se menjaju položaj i brzina pri oscilatornom kretanju – **FI 3.2.3.**
- Zna osnovne fizičke veličine kojima se opisuje talasno kretanje – **FI 3.2.4.**
- Ume da prepozna osnovne osobine zvuka i svjetlosti – **FI 3.2.5.**
- Zna zakone prelamanja i odbijanja svjetlosti – **FI 3.2.6.**

U oblasti ELEKTRIČNA STRUJA učenik:

- Zna kako se vezuju otpornici i instrumenti u električnom kolu – **FI 3.3.1.**

U oblasti MERENJE učenik:

- Ume da izrazi izvedene merne jednice pomoću osnovnih mernih jedinica SI-sistema – **FI 3.4.1.**
- Ume da meri jačinu struje i napon u električnom kolu – **FI 3.4.2.**
- Zna šta je greška merenja i kako se računa – **FI 3.4.3.**

U oblasti ENERGIJA I TOPLOTA učenik:

- Razume da se ukupna mehanička energija pri slobodnom padu održava – **FI 3.5.1.**
- Ume da prepozna karakteristične procese i termine koji opisuju promene agregatnih stanja – **FI 3.5.2**

### **3.3.4 Standardi u oblasti EKSPERIMENT**

Za predmete u kojima se izučavaju prirodne nauke posebno su definisani standardi koji se odnose na eksperiment.

U oblasti EKSPERIMENT na osnovnom nivou učenik:

- Poseduje manuelne sposobnosti potrebne za rad u laboratoriji – **FI 1.7.1.**
- Ume da se pridržava osnovnih pravila ponašanja u laboratoriji – **FI 1.7.2.**

U oblasti EKSPERIMENT na srednjem nivou učenik:

- Ume tabelarno i grafički da prikaže rezultate posmatranja ili merenja – **FI 2.7.1.**
- Ume da vrši jednostavna uopštavanja i sistematizaciju rezultata merenja – **FI 2.7.2.**
- Ume da realizuje eksperiment prema uputstvu – **FI 2.7.3.**

U oblasti EKSPERIMENT na naprednom nivou učenik:

- Ume da doneše relevantan zaključak na osnovu rezultata merenja – **FI 3.7.1.**
- Ume da prepozna pitanje na koje može da se odgovori posmatranjem ili eksperimentom – **FI 3.7.2.**

### **3.4 Specifičnosti fizike kao nauke i problemi definisanja obrazovnih standarda**

Većina školskih predmeta listu ključnih kompetencija može da razvije na osnovu liste ključnih pojmova, što sa fizikom nije slučaj. Reči koje koristimo u izučavanju i nastavi fizike već su učenicima poznate iz svakodnevnog života (brzina, masa, snaga, sila, rad, itd.), ali je od značenja reči bitnije da oni znaju koncepte koji se kriju iza svakog pomenutog termina. Načini ispitivanja i zadaci kojima se proverava znanje fizike često dozvoljavaju nepoznavanje tih koncepata [6]. Rešavanje zadataka, na primer, od učenika zahteva nekoliko kompetencija pri čemu je razumevanje koncepta često zamaskirano primenom različitih matematičkih veština. Takođe se neretko dešava da i bez dubljeg razumevanja problema učenik uspe da reši računski zadatak, što nama kao nastavnicima daje smernice u smislu zadataka koje treba izbegavati, a samo postojanje liste standarda ne rešava probleme ovakvog tipa. Ne postoji recept po kojem bismo iz iskaza standarda izveli dobar zadatak, ali nam zato standardi omogućuju da mnogo lakše identifikujemo loše zadatke i na taj način uradimo kvalitetnu selekciju.

Utvrđivanje standarda za školski predmet fiziku ima nekoliko problema:

- Fizika u osnovnoj školi ima mali broj termina specifičnih za sam predmet, koji bi trebali da čine sadržaj provere znanja na osnovnom nivou. Ta činjenica proveru znanja i veština automatski pomera na viši nivo, gde se nalaze razumevanje i primena koncepata. Moža je ova činjenica odgovor na pitanje zašto fizika, iz perspektive učenika, spada među najteže predmete.
- Deo sadržaja fizike kao nauke uči se i proverava u okviru drugih nastavnih predmeta (matematika, hemija, geografija,...), što usložnjava interpretaciju ostvarenih rezultata.
- Za proveru ostvarenosti standarda potreban je test sa srazmerno velikim brojem zadataka, što znači da zadaci moraju biti (u vremenskom pogledu) dovoljno laki kako bi učenici na času uspeli da ih urade. Na ovaj način se teško eliminiše rešavanje zadataka po analogiji primenom poznatog recepta, što naravno nije merilo znanja jer ne zahteva duboko razumevanje.

- Vremensko ograničenje testova i nedostatak instrumenata za proveru veština i stavova učenika listu standarda ograničava na kompetencije koje su proverljive jedino testovima papir-olovka.

Lista standarda ne preslikava verno fiziku kao nauku. To neslaganje predstavlja meru neusklađenosti kompetencija koje fizičari žele kao rezultat obaveznog (osnovnog) obrazovanja i liste onoga što učenici objektivno mogu da savladaju u postojećim uslovima. Na listi standarda ima malo iskaza koji se tiču veština neophodnih za aktivno korišćenje fizike, malo standarda praktičnog rada i malo sadržaja vezanih za razvoj istraživačkog pristupa učenju i proučavanju prirode. Razumevanje naučnog metoda i sposobnost kritičkog mišljenja trebalo bi da budu kompetencije koje se ostvaruju kroz predmet fizike. Takođe je bitno naglasiti da se među standardima ne nalaze neke od posebno atraktivnih tema osnovnoškolske nastave, a koje spadaju u domen fizike, kao što su struktura materije, kretanje nebeskih tela, istorijat naučnih otkrića, veza fizike i tehnologije, itd. Ovo su problemi koje bi u skorijoj budućnosti trebalo rešiti, u cilju unapređivanja kako same nastave fizike, tako i znanja i veština koje učenici nakon završene osnovne škole u daljem školovanju usavršavaju i koriste [6].

## 4 TESTOVI I KONTROLNI ZADACI

Provera znanja učenika je kontinuirani posao koji nastavnik obavlja u toku i na kraju obrade nastavne teme. Za vreme obrade nastavne teme nastavnik kratkim usmenim pitanjima i testovima proverava nivo angažovanosti i aktivnosti učenika na času, kao i kontinuitet u učenju. Po završetku obrade dela programskog gradiva, kontrolnim zadatkom koji obuhvata celu nastavnu temu proverava se nivo usvojenih znanja i veština učenika. Testovi i kontrolni zadaci moraju da obuhvate što više obrazovnih standarda, odnosno sva tri nivoa znanja (osnovni, srednji i napredni). Procentualno, oko polovine zadataka treba da pripadaju srednjem nivou, a po 25% osnovnom i naprednom.

Za proveravanje rezultata nastave postoji nekoliko osnovnih tipova testova. To su testovi [7]:

- Prisećanja i dopunjavanja,
- Alternativnih odgovora,
- Višestrukog izbora,
- Pripadanja.

**Test prisećanja** namenjen je za proveravanje znanja činjeničnog materijala. To je takav tip testa u kome učenici treba da se prisete podatka koji je u zadatku izostavljen i da ga dodaju na odgovarajućem mestu.

**Test alternativnih odgovora** je test u kojem je data neka tvrdnja, a učenik treba da se opredeli da li je ona tačna ili netačna. Treba da zaokruži ili podvuče jednu od dve alternative "da" ili "ne", odnosno "tačno" ili "netačno".

**Test višestrukog izbora** je takav test u kome je na određeno pitanje dato više različitih odgovora, a samo je jedan potpuno tačan. Ostali su, u manjoj ili većoj meri, nepotpuni ili pogrešni. Zadatak učenika je da podvuče ili zaokruži onaj koji je tačan.

**Test pripadanja** sadrži dve ili tri kolone tvrdnji. Zadatak učenika je da zapazi koji su podaci iz jedne kolone u nekoj smislenoj vezi sa podacima iz druge i da to, na odgovarajući način, označi.

Fizika je školski predmet u kom se pri ocenjivanju ne smeju zaobići *tekstualni zadaci* koji interpretiraju fizičke pojave i zakonitosti. Zadaju se u različitim tipovima (kvalitativni, kvantitativni) i stepenima težine (jednostavni, složeni i kombinovani) i služe za proveru sposobnosti snalaženja učenika pri rešavanju fizičkih problema uz korišćenje odgovarajućeg matematičkog aparata.

Testovi se takođe mogu podeliti i prema postavljenom cilju i to na [7]:

- Dijagnostičke,
- Prognostičke,
- Inventarne,
- Revizione,
- Kratka pitanja.

**Dijagnostičkim testom** se utvrđuju osnovne slabosti u sistemu znanja učenika. Cilj je da se one otklone i učeniku omogući da dalje napreduje.

**Prognostičkim testom** nastavnik nastoji da unapred predvidi uspeh učenika iz nekog predmeta ili grupe predmeta.

**Inventarnim testovima** nastavnik stiče uvid u znanja učenika na početku školske godine da bi sagledao praznine u znanju učenika i stvorio osnovu za savlađivanje predviđenog programa.

**Revizionim testovima** se redovno proverava opšti uspeh učenika iz nekog predmeta. Pošto je realizovan deo programa, nastavnik želi da proveri stepen usvojenosti nastavne građe pa za tu svrhu koristi revizione testove.

**Test kratkih pitanja** primenjuje se u toku nastave da se sagleda da li su učenici savladali predmetnu nastavnu celinu (temu).

## 5 GODIŠNJI I OPERATIVNI PLAN RADA ZA ŠESTI RAZRED OSNOVNE ŠKOLE

Prema godišnjem planu rada popisanom od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, za fiziku u osnovnoj školi predviđena su 72 časa, odnosno dva časa nedeljno [8]. Izdavači udžbenika (*Beogradski Zavod za udžbenike, Eduka, Klett i dr.*) nude godišnje i operativne planove u skladu sa svojim udžbenicima. Ukupni broj časova i nastavnih tema je, naravno, jednak u svim ponuđenim planovima, ali se oni razlikuju po broju nastavnih jedinica predviđenih za obradu, utvrđivanje gradiva i laboratorijske vežbe. Predmetni nastavnik se na osnovu toga odlučuje za određenog izdavača i plan rada koji ne mora nužno biti identičan sa ponuđenim. U skladu sa pređašnjim iskustvima i ličnim stavovima, on koncipira planove koje školska stručna služba (obično je to pedagog škole) uzima na razmatranje, odobrava ga ili po potrebi sugerije njegove ispravke i dopune.

U sledećim tabelama predstavljen je primer godišnjeg plana rada za šesti razred osnovne škole, kao i isečak iz operativnog plana vezan za nastavnu temu *Masa i gustina*:

Redni broj nastavne teme	Naziv nastavne teme	Broj časova			Ukupan broj časova
		Obrada gradiva	Utvrđivanje, obnavljanje, računske vežbe, sistematizacija	Laboratorijske vežbe	
1.	Uvod u nastavni predmet	2	0	0	2
2.	Kretanje	5	7	2	14
3.	Sila	5	7	2	14
4.	Merenje	4	5	6	15
5.	Masa i gustina	6	6	3	15
6.	Pritisak	5	5	2	12
<b>Ukupno časova</b>		<b>27</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>72</b>

Tabela 1: Godišnji plan rada za šesti razred osnovne škole

Redni broj časa	Nastavna tema	Nastavna jedinica		Tip časa	Oblik nastavnog rada	Metode nastavnog rada	Nastavna sredstva	Primjenjeni standardi FI -
		Redni broj	Naziv					
46.	Masa i gustina	1.	Prvi Njutnov zakon mehanike	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, računar, projektor, školsta učila	111,121, 122,143,144, 211,212,214, 222,241,243, 261,312
47.		2.	Masa kao fizička veličina	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, školska učila	142,143,213, 243,311
48.		3.	Masa tela	Utvrđivanje gradiva i vežbanje zadataka	Frontalni, individualni	Dijaloška, demonstraciona	Tabla	141,142,243, 261
49.		4.	Masa i težina	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, školska učila	111,143,241, 243,261,262
50.		5.	Merenje mase tela vagom; baždarenje dinamometra	Lab. vežba	Frontalni, individualni, grupni	Laboratorijska, dijaloška	Laboratorijska oprema, tabla	141,142,143, 145,146,171, 172,211,212, 213,241,243, 244,261,262, 272,371
51.		6.	Masa i težina	Utvrđivanje gradiva i vežbanje zadataka	Frontalni, individualni	Dojaloška, demonstraciona	Tabla, računar, projektor	142,143,241, 243,261,262
52.		7.	Gustina supstance	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla	143,215,241, 242,243,261, 263,341
53.		8.	Gustina čvrstih tela	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, školska učila	143,215,241, 242,243,261, 341

Tabela 2a: Operativni plan rada nastavnika vezan za nastavnu temu *Masa i gustina*

Redni broj časa	Nastavna tema	Nastavna jedinica		Tip časa	Oblik nastavnog rada	Metode nastavnog rada	Nastavna sredstva	Primjenjeni standardi Fl -
		Redni broj	Naziv					
54.		9.	Gustina tečnosti	Obrada gradiva	Frontalni	Monološka, dijaloška, demonstraciona	Udžbenik, tabla, školska učila	143,215,241, 242,243,261, 341
55.		10.	Gustina	Utvrđivanje gradiva i vežbanje zadataka	Frontalni, individualni	Dijaloška, demonstraciona	Tabla, računar, projektor	143,215,241, 242,243,261, 341
56.		11.	Određivanje gustine čvrstih tela	Lab. vežba	Frontalni, individualni, grupni	Laboratorijska, dijaloška	Laboratorijska oprema, tabla	141,142,143, 145,146,171, 172,215,241, 242,243,244, 261,263,271, 272,273,341, 371,372
57.		12.	Određivanje gustine tečnosti	Lab. vežba	Frontalni, individualni, grupni	Laboratorijska, dijaloška	Laboratorijska oprema, tabla	141,142,143, 145,146,171, 172,215, 241,242,243, 244,261,263, 271,272,273, 341,371,372
58.		13.	Masa i gustina	Obnavljanje i utvrđivanje gradiva	Frontalni, individualni	Dijaloška, demonstraciona	Tabla, računar, projektor, školska učila	111,142,143, 211,212,215, 241,242,243, 261,262,311, 341
59.		14.	Masa i gustina	Vežbanje računskih zadataka	Frontalni, individualni	Dijaloška, demonstraciona	Tabla	111,142,143, 211,212,215, 241,242,243, 261,262,311, 341
60.		15.	Masa i gustina	Sistematizacija gradiva, ocenjivanje učenika	Individualni	Dijaloška, rad na tekstu	Papir, olovka	111,142,143, 211,212,215, 241,242,243, 261,262,311, 341

Tabela 2b: Operativni plan rada nastavnika vezan za nastavnu temu *Masa i gustina*

## **6 OBRADA NASTAVNIH JEDINICA U SKLOPU NASTAVNE TEME MASA / GUSTINA**

Izrada nastavničkih priprema sastavni je deo posla svakog predmetnog nastavnika. Prilikom pisanja priprema, nastavnik mora voditi računa o svakom detalju procesa nastave. Priprema treba da sadrži vremensku raspodelu časa, tačan opis izlaganja gradiva, skice, tabele, crteže i formule. Takođe, mora se voditi računa o metodici vođenja časa, što znači da svaki novi čas u istoj nastavnoj temi treba da se započne kratkim ili opširnijim ponavljanjem gradiva sa prethodnog časa (prethodne nastavne jedinice). i

Nastavnik mora voditi računa o svim učenicima, svima posvetiti jednaku pažnju i prilagoditi im pitanja i zadatke u skladu sa njihovim sposobnostima i afinitetima. Ocenjivanje je sastavni deo našeg školskog sistema, te se organizacija časa treba sprovesti u skladu sa tim jer je ocena merilo celokupnog učinka i aktivnosti učenika tokom cele školske godine, a ne samo prosek ocena ostvarenih na testovima, usmenim i pismenim proverama znanja.

## 6.1 Nastavna jedinica broj 1: Prvi Njutnov zakon mehanike – obrada gradiva

### Uvod u nastavnu temu

U ovoj nastavnoj temi koriste se pojmovima koje su učenici upoznali u prethodnim oblastima izučavanja fizike kao što su kretanje, sila, fizičke veličine, merna jedinice, merenje itd., a sve u cilju definisanja i shvatanja pojmoveva, odnosno fizičkih veličina pod nazivom **masa i gustina**.

### ***Uvodni deo časa – Ponavljanje pojmoveva, fizičkih veličina i pojava potrebnih za razumevanje novog gradiva (15 minuta)***

**Kretanje.** Kretanje je promena položaja materijalne tačke (tela) u toku vremena u odnosu na neko referentno telo, telo u odnosu na koje posmatramo i opisujemo kretanje. Pojam relativnosti kretanja učenicima je takođe poznat. Zbog jednostavnosti i uprošćavanja objašnjenja procesa kretanja, u ranijem periodu obrađivalo se ravnomerno pravolinijsko kretanje (kretanje konstantnom brzinom po pravolinijskoj putanji), a sama brzina definisana je kao količnik pređenog puta tela i vremena za koje je taj put pređen:

$$v = \frac{s}{t} \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$v$  - brzina tela  $\left[ \frac{m}{s} \right]$ ,  $s$  - pređeni put  $[m]$ ,  $t$  - vreme kretanja  $[s]$ .

**Sila.** Za silu je rečeno da je uzrok promene stanja kretanja tela. Specijalni slučaj kretanja je mirovanje (naravno, relativno mirovanje). U prirodi postoji više tipova sila: gravitaciona, električna, magnetna, sila elastičnosti, sila trenja, sila otpora sredine,..., a telo menja stanje kretanja u kojem se nalazi jedino ako neka sila deluje na njega. Oznaka za silu je veliko slovo  $F$ , a merna jedinica je njutn  $[N]$ . Dakle, pišemo:  $F[N]$ .

**SI sistem.** Učenicima je poznato da postoje osnovne i izvedene fizičke veličine i da se one kvantitativno izražavaju pomoću mernih jedinica koje su međunarodnog karaktera. Svaka fizička veličina i merna jedinica obeležava se posebnom, dogovorenom oznakom. Postoji sedam osnovnih fizičkih veličina, a sve ostale su izvedene od njih. Prefiksi koje dodajemo mernim

jedinicama u sebi nose određene brojne vrednosti te na taj način umanjuju ili uvećavaju početnu, osnovnu mernu jedinicu. Merne jedinice najčešće pišemo u uglastim zagradama, pored brojne vrednosti fizičke veličine. Tabela osnovnih fizičkih veličina i mernih jedinica:

Naziv fizičke veličine	Oznaka fizičke veličine	Naziv merne jedinice	Oznaka merne jedinice
Dužina	$s, l, d, r$	Metar	[m]
Vreme	$t$	Sekunda	[s]
Masa	$m$	Kilogram	[kg]
Temperatura	$T$	Kelvin	[K]
Jačina stuje	$I$	Amper	[A]
Jačina svetlosti	$J$	Kandela	[Cd]
Količina supstance	$n$	Mol	[mol]

Tabela 3: Osnovne fizičke veličine i njihove merne jedinice SI sistema

Izvedena fizička veličina sa kojom su se učenici do sada upoznali jeste brzina tela. Ona je izvedena pomoću pređenog puta i vremena kretanja. To se može videti i iz merne jedinice, *metar po sekundi*. Sila je takođe izvedena fizička veličina, a njutn izvedena merna jedinica, što će se videti u sedmom razredu.

**Merenje.** Do brojnih vrednosti fizičkih veličina često dolazimo njihovim merenjem, za šta se koriste merni instrumenti. Naravno, iz objektivnih razloga merenje neke fizičke veličine ne može biti maksimalno precizno, pa se zbog toga definiše pojam greške pri merenju. Merenje, odnosno eksperiment, zauzima posebno bitno mesto u procesu nastave fizike.

*Komentar:*

*Postupnost i sistematičnost moraju biti karakteristike svakog procesa usvajanja novog znanja. Kada se sa učenicima ponovi gradivo navedenih nastavnih tema, oni su spremni za definisanje jedne fundamentalne fizičke veličine koja karakteriše svako telo i uzrok je mnogim fizičkim pojmovima, prvenstveno gravitacionoj sili. Reč je naravno o masi tela. Ako se u obzir uzme prostor koji zauzima telo određene mase, tačnije zapremina tela, onda u priču ulazi još jedna (izvedena) fizička veličina pod nazivom gustina tela (gustina supstance).*

*U cilju praktičnosti i uštede vremena, deo časa predviđen za ponavljanje gradiva zgodno je izvesti uz primenu PowerPoint prezentacije koja sadrži pomenute definicije, oznake i merne jednice fizičkih veličina, formule, tabele i ostalo.*

### ***Glavni deo časa – Obrada novog gradiva (25 minuta)***

#### **Prvi Njutnov zakon**

##### ***Masa – mera inercije***

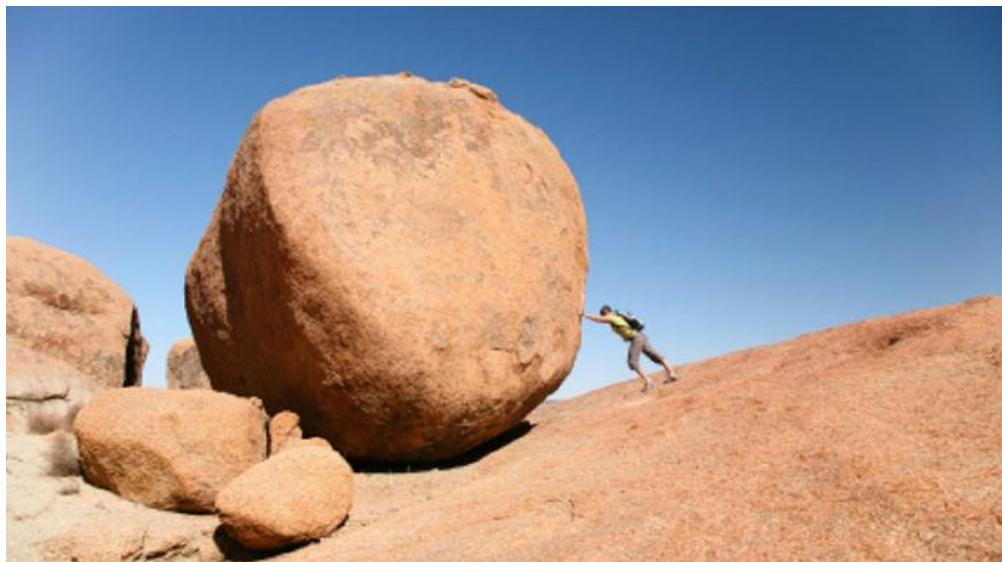
Svima je poznato da je za pokretanje nekog tela koje se nalazi u stanju mirovanja, kao i za zaustavljanje tela koje se kreće potrebno uložiti neki napor. Ako naprimer treba da pokrenemo prazna i natovarena kolica u supermarketu a da im brzine nakon pokretanja budu jednake, naravno da nam je lakše da pokrenemo prazna. S druge strane, ako se prazna i natovarena kolica kreću jednakim brzinama, takođe je lakše zaustaviti prazna. Zajedničko za oba slučaja jeste da kolica (tela) trpe promenu stanja kretanja, promenu brzine. Oboje kolica, ili oba tela, odupiru se promeni brzine na različite načine, prazna kolica manje a puna kolica više. U opštem slučaju svako telo se odupire promeni brzine, manje ili više, pa kažemo da tela mogu biti manje ili više troma, lenja, odnosno stručnije rečeno manje ili više inertna. Razlika u inertnosti dva (ili više) tela potiče od fizičke veličine koja karakteriše svako telo, od mase tela. Telo veće mase teže je pokrenuti/zaustaviti nego telo manje mase. Iz ovoga se može zaključiti da je masa tela mera njegove inertnosti [9], tj. u slučaju dva tela ono sa većom masom je inertnije.

Slični primeri mogu se naći zaista na svakom koraku: sanke je teže vući ako na njima neko sedi; isti broj ljudi će „na guranje“ lakše pokrenuti auto manje mase, npr. jugo, nego neki masivniji džip; manji napor ulažemo ako treba da zaustvimo lopticu za stoni tenis, u odnosu na fudbalsku loptu... U svakodnevnom razgovoru često se kaže: „On je lenj (inertan), teško ga je pokrenuti da uči.“ U pesmama i pričama meda je trom jer je masivan, s mukom se kreće.

Kada kažemo da se neko telo teže ili lakše pokreće, da se ulaže veći ili manji napor za to, napor koji se spominje ustvari predstavlja silu koju moramo primeniti na telo da bismo mu promenili stanje kretanja u kojem se nalazi. Dakle, za jednaku promenu brzina tela različitih masa veću silu primenjujemo na telo veće mase. Jača sila je potrebna za guranje punih kolica u odnosu na

prazna, takođe za vuču sanki na kojima neko sedi potrebno je primeniti veću silu nego na prazne sanke, većom silom zaustavljamo fudbalsku loptu ako je poredimo sa silom potrebnom za zaustavljanje ping-pong loptice... Uopšteno rečeno, zbog svoje inercije tela se odupiru promeni stanja u kojoj se nalaze, a za tu promenu potrebno je na telo delovati određenom silom. Ovu pojavu prvi je zapazio i opisao Galileo Galilej, početkom sedamnaestog veka, da bi je kasnije detaljnije proučavao Isak Njutn koji je definisao Zakon inercije, takođe poznat i kao Prvi Njutnov zakon [9], koji glasi:

„Svako telo ostaje ustanju mirovanja ili ravnomernog pravolinijskog kretanja, sve dok ga drugo telo nekom silom ne primora da to stanje promeni.“



Slika 1: Da bi se pomerio ovoliki kamen, potrebna je mnogo veća sila od one koju čovek može da primeni

Kao demonstracija Prvog Njutnovog zakona može poslužiti ogled sa strmom ravni. Kuglice istih dimenzija i masa puštaju se po ravnima koje su pod istim uglom, pa se na taj način postiže jednak brzina kuglica u podnožju ravni. Dalje se kuglice kreću po različitim podlogama, po pesku, drvetu i staklu. Kuglica koja se kreće po pesku prelazi vrlo mali put, kuglica koja se kreće po drvenoj podlozi prelazi duži put od prve, dok treća, koja se kreće po staklu, prelazi najduži put [10]. Učenici znaju da svaka podloga pruža određeni otpor kretanju kuglice, tj. da se javlja sila trenja koja teži da smanji brzinu kuglice. Dakle, u ovom slučaju sila koja primorava telo da promeni stanje kretanja (kretanje konstantnom brzinom, koju je telo dobilo spuštanjem niz strmu ravan) jeste sila trenja. Najveći otpor naravno stvara pesak, te je promena brzine u tom

slučaju najizraženija. Staklo pruža najmanji otpor i kuglica u tom slučaju sporo menja brzinu, prelazi najduži put. Kada bi kuglica i podloga bili idealno glatki, kuglica bi se zauvek kretala konstantnom brzinom. Naravno, to je idealni slučaj koji nije izvodljiv u praksi jer svaka površina, ma koliko glatka bila, stvara otpor odnosno silu trenja i ta sila biva uzrok promena stanja kretanja posmatranog tela.

Kada je na početku šestog razreda bilo reči o gravitacionom polju i gravitacionoj sili, rečeno je da oko svakog tela vlada gravitaciono polje čija jačina zavisi od mase tela, a da gravitaciona (privlačna) sila između dva tela zavisi od masa tih tela i rastojanja među njima. Na primer, kada je školska torba puna knjiga, gravitaciona sila između Zemlje i torbe je veća nego u slučaju kada u torbi ima samo par svesaka, što učenik može osetiti na svojim leđima. Dakle možemo zaključiti da pored inertnosti, postoji i gravitaciono ispoljavanje mase, tako da je masa fizička veličina koja karakteriše inertna i gravitaciona svojstva tela [10]. Takođe, masa je aditivna veličina, što znači da je masa nekog skupa tela jednaka zbiru masa pojedinih tela iz tog skupa.

### ***Završni deo časa – Kratka diskusija o pređenom gradivu, pitanja učenika, zadavanje domaćeg zadatka (5 minuta)***

Za domaći zadatak učenici imaju da razmisle o primerima iz svakodnevnog života koji su vezani za Prvi Njutnov zakon. Na početnu sledećeg časa biće rasprave o tome.

*Komentar:*

*Prilikom predstavljanja novih pojmoveva, veličina i zakona, treba voditi računa da se učenicima navode primeri i situacije koji su im iz svakodnevnog života dobro poznati, jer bi u suprotnom koncentraciju potrebnu za razumevanje gradiva usmerili u pravcu zamišljanja nepoznatih situacija. Takođe, novo gradivo treba povezivati sa starim, već pređenim, u cilju nadogradnje znanja. Što se definicija tiče, učenicima se daje do znanja da nije nužno da ih znaju napamet od reči do reči, već da je mnogo bitnije razumevanje i shvatanje njihovog smisla, kao i povezivanje sa realnim situacijama, tj. predstavljanje kroz pogodne primere.*

## 6.2 Nastavna jedinica broj 2: Masa kao fizička veličina – obrada gradiva

### ***Uvodni deo časa – Ponavljanje gradiva i razgovor o domaćem zadatku (10 minuta)***

Pre obrade novog gradiva, učenicima se postavljaju pitanja u vezi sa prethodnim časom, a sa ciljem kratkog ponavljanja gradiva. Pitanja za ponavljanje:

1. Koja osnovna fizička veličina je odgovorna za razliku u uloženom naporu da bismo prazna i puna kolica iz stanja mirovanja doveli u stanje kretanja istim brzinama?

*Odgovor: Različit napor ulažemo (delujemo različitim silama) jer se kolica razlikuju po svojim masama.*

2. Zbog koje osobine tela ono teži da ostane u stanju kretanja u kom se trenutno nalazi?

*Odgovor: Telo teži da ostane u stanju kretanja u kom se nalazi zbog inertnosti, a masa je mera inertnosti tela.*

3. Pored inertnosti, kakvo još svojstvo tela karakteriše njegova masa?

*Odgovor: Masa karakteriše i gravitaciono svojstvo tela, gravitaciona sila zavisi od mase tela i rastojanja među njima.*

4. Kako glasi Prvi njutnov zakon? Nasvesti neke primere iz svakodnevnog života?

*Odgovor: Svako telo ostaje ustanju mirovanja ili ravnomernog pravolinijskog kretanja, sve dok ga drugo telo nekom silom ne primora da to stanje promeni.*

*Ako na stolu ostavimo neki predmet, on će mirovati na tom mestu sve dok ga neko drugo telo, nekom silom, ne izvede iz stanja mirovanja. Možemo ga pokrenuti rukom ili ako je predmet male mase, strujanje vazduha kroz sobu takođe ga može izvesti iz stanja mirovanja.*

*Kada vozimo bicikl, silom delujemo na kočnicu da bi se bicikl zaustavio. Takođe možemo prestati da okrećemo pedale pa će sila trenja između podloge i guma zaustaviti bicikl, ali sporije jer je sila trenja manje intenziteta od sile kojom kočimo.*

### **Glavni deo časa – Obrada novog gradiva (30 minuta)**

Kao što je ranije već rečeno, masa je jedna od sedam osnovnih fizičkih veličina SI sistema. Oznaka za masu je malo slovo  $m$ , a njena osnovna merna jedinica je kilogram, sa oznakom [ $kg$ ]. Dakle,

$$m [kg].$$

Pored kilograma, najčešće korišćene merne jediice za masu su mikrogram [ $\mu g$ ], miligram [ $mg$ ], gram [ $g$ ] i tona [ $T$ ]. Koju ćemo mernu jedinicu koristiti, zavisi od same brojne vrednosti mase tela [10]. Za veoma male mase koristimo mikrogram, miligram i gram, dok za tela velikih mase obično koristimo tonu. Na primer, na pakovanju lekova piše da lek sadrži određen broj miligrama aktivne supstance; masu neke sitne životinje, recimo miša, izrazili bisno u gramima; na pijaci kupujemo voće čija masa je izražena u kilogramima; masa kamiona iznosi nekoliko tona.

Na ovom mestu zgodno je podsetiti se oznaka prefiksa i njihovih brojnih vrednosti.

Naziv prefiksa	Oznaka prefiksa	Brojna vrednost
Deci	$d$	0,1
Centi	$c$	0,01
Mili	$m$	0,001
Mikro	$\mu$	0,000001
Nano	$n$	0,000000001

Tabela 4a: Prefiksi koju umanjuju osnovnu mernu jedinicu

Naziv prefiksa	Oznaka prefiksa	Brojna vrednost
Deka	$da$	10
Hekto	$h$	100
Kilo	$k$	1000
Mega	$M$	1000000
Giga	$G$	1000000000

Tabela 4b: Prefiksi koju uvećavaju osnovnu mernu jedinicu

Bitno je učenike podsetiti da su prefiksi univerzalne stvari, tj. da se mogu pridružiti bilo kojoj mernoj jedinici, a da pri tome ne menjaju svoje brojne vrednosti. Treba navesti i sledeće jednakosti:  $1[T] = 1000[kg]$ ,  $1[kg] = 1000[g]$ ,  $1[g] = 1000[mg]$ ,  $1[mg] = 1000[\mu g]$ .

### **Merenje mase tela**

Kao i svako merenje u fizici i merenje mase svodi se na upoređivanje mase tela sa etalonom kilograma. Etalon je predmet koji služi za definisanje, čuvanje i reprodukovanje neke merne jedinice. Etalon kilograma čuva se u posebnim uslovima u Birou za mere i tegove u Sevru, u blizini Pariza i u odnosu na njegovu masu izrađuju se svi tegovi u svetu koji služe za merenje mase [10].



Slika 2: Etalon kilograma

### **Instrumenti za merenje mase**

Instrumenti za merenje mase jednim imenom se nazivaju vagama. Vaga najčešće radi na principu poluge, pri čemu je poluga čvrsto telo koje može da rotira oko neke nepokretne tačke, tj. oslonca (npr. klackalica). Kada su kraci vase u horizontalnom položaju, kažemo da je u ravnoteži.

Terazije su instrument za merenja mase kod kojeg su kraci poluge jednake dužine. Na jednom tasu terazija postavljeno je telo čija se masa meri, a na drugi tas se postavljaju tegovi dok se ne dostigne ravnoteža. U tom slučaju zbir masa tegova jednak je masi merenog tela.



Slika 3: Terazije kao simbol pravde i jednakosti

Kod kantara kraci poluge nisu jednaki. Za kraći kraj kači se telo čija se masa meri, a na dužem kraku se nalazi šetajući teg, čijim pomeranjem kantar dovodimo u ravnotežni položaj i očitavamo izmerenu masu.



Slika 4: Pijačni kantar

Za preciznija merenja koriste se laboratorijska i apotekarska vaga, koje rade na principu terazija. Neke vase mere masu na osnovu sabijanja ili istezanja opruge, a postoji i elektronska vaga sa čijeg displeja vrlo lako očitavamo masu merenog tela.



Slika 5: Laboratorijska vaga  
sa kompletom tegova



Slika 6: Vaga za merenje  
telesne mase



Slika 7: Digitalna vaga

### ***Završni deo časa – diskusija i pitanja učenika (5 minuta)***

*Komentar:*

*Učenicima se u toku izlaganja predstavljaju i daju u ruke pomenuti merni instrumenti; proces usvajanja znanja mora se odvijati ne samo putem čula sluha i vida, nego i čulom dodira. Nije isto gledati neki predmet sa distance, u rukama nastavnika, i imati mogućnost dodira sa tim predmetom, u ovom slučaju mernim instrumentom. Mnogi učenici su već imali prilike da rade sa nekim od njih, pa nije loše čuti i po koji komentar sa njihove strane.*

*Što se univerzalnosti prefiksa tiče, ona se može objasniti pomoću pojmove koji su novijim generacijama itekako poznati. Recimo, ako neki snimak na youtube-u ima 7,5k pregleda, slovo k predstavlja istu brojku kao i u mernim jedinicama kilogram [kg] ili kilometar [km], odnosno*

*predstavlja broj 1000. Na kraju krajeva, i kilopregled je neki oblik merne jedinice. U ovom primeru taj snimak ima 7500 pregleda.*

### **6.3 Nastavna jedinica broj 3: Masa tela – utvrđivanje gradiva i vežbanje računskih zadataka**

***Uvodni deo časa – ponavljanje teorijskog dela gradiva sa prethodnog časa (10 minuta)***

Pitanja za ponavljanje gradiva:

1. Koja je oznaka i osnovna merna jedinica za masu tela? Koje još merne jedinice za masu postoje?

*Odgovor: Oznaka mase je malo slovo m, a osnovna merna jedinica je kilogram, [kg]. Pored kilograma, najčešće koristimo mikrogram [ $\mu g$ ], miligram [mg] i gram [g] kao merne jedinice mase manje od osnovne, a ako izražavamo masu mernom jedinicom većom od osnovne, onda koristimo tonu [T].*

2. Od čega zavisi koju mernu jedinicu ćemo koristiti? Navedite neke primere.

*Odgovor: To zavisi od brojne vrednosti mase, odnosno od toga da li je telo vrlo male ili vrlo velike mase.*

*Masu olovke bisno izrazili u gramima, dok bismo masu aviona izrazili u tonama.*

3. Sa čime upoređujemo masu tela pri merenju?

*Odgovor: Upoređujemo je sa etalonom kilograma, osnovom svakog drugog tega koji se koristi za merenje mase.*

4. Navedite instrumente za merenje mase.

*Odgovor: Terazije, kantar, laboratorijska, apotekarska i digitalna vaga.*

### **Glavni deo časa – vežbanje računskih zadataka (30 minuta)**

Zadaci:

1. Koliko grama ima telo mase  $m = 2,5 \text{ [kg]}$ ?

Rešenje:

U jednom kilogramu ima hiljadu grama,  $1[\text{kg}] = 1000[\text{g}]$ . Tražena brojna vrednost mase tela u gramima je:

$$m = 2,5 \cdot 1000[\text{g}] = 2500[\text{g}]$$

2. Ako masa sunđera za tablu iznosi  $m = 22300[\text{mg}]$ , kolika je njegova masa izražena u gramima?

Rešenje:

Jedan gram u sebi sadrži hiljadu miligrama,  $1[\text{g}] = 1000[\text{mg}]$ . Pomoću ove relacije možemo miligram izraziti preko grama jer je miligram hiljaditi deo grama. Dakle:

$$1[\text{mg}] = \frac{1}{1000}[\text{g}] = 0,001[\text{g}]$$

Masa sunđera u gramima iznosi:

$$m = 22300 \cdot 0,001[\text{g}] = 22,3[\text{g}]$$

3. Masa kamiona je  $m = 7,2[\text{T}]$ . Koliko je to u kilogramima?

Rešenje:

Jedna tona ima 1000 kilograma, pa je masa kamiona:

$$m = 7,2 \cdot 1000[\text{kg}] = 7200[\text{kg}]$$

4. Masa nekog tela iznosi  $m = 1478,5[g]$ . Ako u kompletu koji ide uz terazije imamo tegove od 500, 200, 100, 50, 20, 10, 5, 2, 1 i 0,5 grama, koliki je najmanji broj tegova pomoću kojih možemo izmeriti masu ovog tela? U kompletu ima po četiri tega iste mase.

Rešenje:

Znamo da je masa aditivna veličina, te da je zbir masa tegova jednak masi merenog tela. Ako vodimo računa o minimalnom broju tegova, onda je:

$$m = 2 \cdot 500 + 2 \cdot 200 + 50 + 20 + 5 + 2 + 1 + 0,5 [g] = 1478,5[g]$$

Minimalan broj tegova je 10.

***Završni deo časa – zadavanje domaćeg zadatka i ocenjivanje učenika koji su aktivno učestvovali u času (5 minuta)***

Domaći zadatak:

Na koji način bismo izmerili masu vode u čaši pomoću terazija, a da pri tome ne ispolivamo merni uređaj i sebe?

*Odgovor: Izmerimo masu čaše napunjene vodom, prelijemo vodu u drugi sud i izmerimo masu prazne čaše. Razlika masa punе i prazne čaše jednaka je masi vode.*

$m_1$  - masa čaše sa vodom,

$m_2$  - masa prazne čaše,

$m$  - masa vode,

$$m = m_1 - m_2$$

*Komentar:*

*Svi zadaci održani na ovom času su kvantitativnog tipa, rešenja zadataka su konkretne brojne vrednosti. Prva tri zadatka spadaju u grupu jednostavnih, za njihovo rešavanje koristi se prosto uvrštavanje brojnih vrednosti (s tim da se moraju znati oznake i vrednosti navedenih prefiksa), dok poslednji zadatak spada u grupu složenih jer se do rešenja dolazi nakon misaonog procesa, koji podrazumeva razumevanje aditivnosti mase tela, a i matematički aparat korišten u ovom zadatku je nešto složeniji.*

*Domaći zadatak se može posmatrati kao misaoni eksperiment i složenog je tipa, kvalitativni.*

## 6.4 Nastavna jedinica broj 4: Masa i težina – obrada gradiva

***Uvodni deo časa – analiza domaćeg zadatka (5 minuta)***

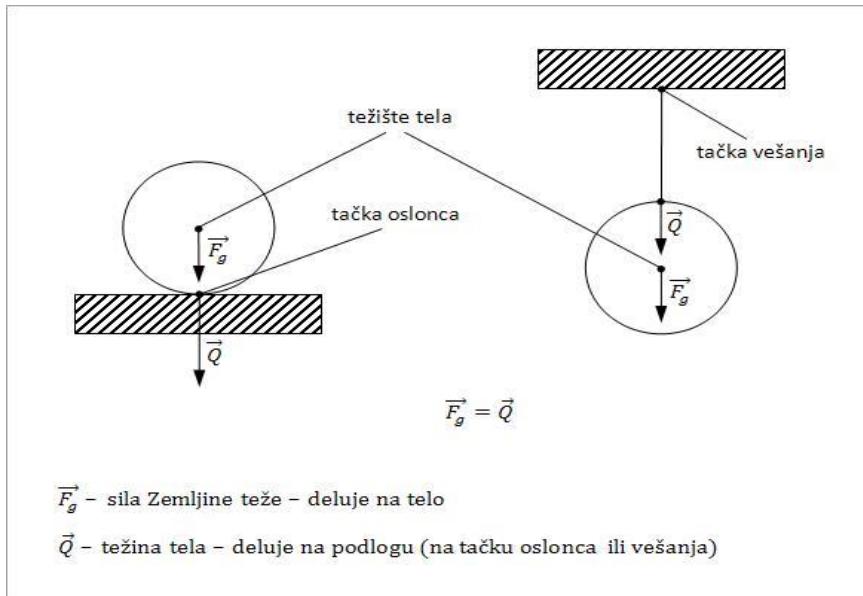
***Glavni deo časa – obrada novog gradiva (35 minuta)***

Pitanje za početak nastavne jedinice, upućeno jednom od učenika: Koliko si težak?

*Odgovor: Težak sam 45 kilograma.*

Ovaj odgovor nije korektan. Bio bi korektan da je pitanje glasilo: Kolika ti je masa?

Masa i težina nisu sinonimi, nisu jedno isto. To su dve različite fizičke veličine. Masu tela smo obrađivali na prošlim časovima, njena oznaka je slovo  $m$ , a merna jedinica kilogram [ $kg$ ]. Težina je sila kojom telo usled delovanja sile Zemljine teže (koja deluje u težištu tela) pritiska podlogu na kojoj stoji ili zateže nit (kanap) o koji je okačeno [9]. Oznaka za težinu je veliko slovo  $Q$ , a merna jedinica, pošto je u pitanju sila, je njutn [ $N$ ]. Znači, težina tela je posledica delovanja gravitacione sile na telo koje, naravno, ima određenu masu. Budući da je težina sila, potpuno je određena intenzitetom, pravcem, smerom i napadnom tačkom. Masa je skalarna, a težina vektorska fizička veličina pa se često iznad njene oznake crta strelica kao znak da je u pitanju vektorska veličina,  $\vec{Q}$ . Pravac delovanja težine je vertikalalan, a smer delovanja je nadole (poklapaju se sa pravcem i smerom delovanja sile Zemljine teže). U slučaju da telo stoji na podlozi, napadna tačka je tačka oslonca, tj. mesto gde podloga „oseća“ težinu tela. Ako telo visi o niti, napadna tačka težine je tačka vešanja.

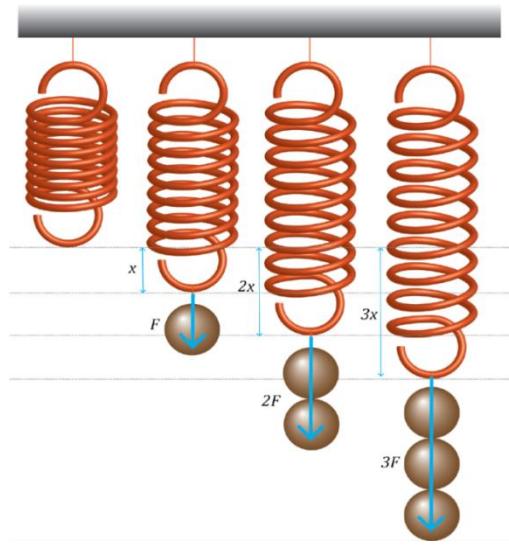


Slika 8: Pravac, smer i napadne tačke sile Zemljine teže i težine tela

Da ponovimo, masa i težina nikako nisu jedno isto. To su dve različite fizičke veličine!

$$m[\text{kg}] \neq \vec{Q}[\text{N}]$$

Znamo da je dinamometar instrument za merenje sile. Ako za dinamometar okačimo teg mase  $1[\text{kg}]$ , on će meriti силу od  $9,81[\text{N}]$ , odnosno približno (a kasnije će se videti i lakše za računanje)  $10[\text{N}]$ . Ako zakačimo teg od  $2[\text{kg}]$ , dinamometar pokazuje  $20[\text{N}]$ , duplo veću силу. Za teg od  $3[\text{kg}]$ , сила bi bila три пута већа,  $30[\text{N}]$ . Dakle, планета Земља привлачи  $1[\text{kg}]$  масе тела gravitacionом силом од пribližno  $10[\text{N}]$ . У физици постоји константа означена словом  $g$ , која повезује масу тела и његову тежину и говори упрано то, да ће тело масе једног когограма бити привучено силом од  $10$  нјутна. Мерна единица ове константе је  $\left[\frac{\text{N}}{\text{kg}}\right]$ ,  $g \left[\frac{\text{N}}{\text{kg}}\right]$ .



Slika 9: Opruga se isteže srazmerno težini okačenog tela



Slika 10: Dinamometri

Konstanta se naziva gravitaciono ubrzanje, ali detaljnije o njoj, njenom poreklu i mernoj jedinici biće više reči u sedmom razredu.

Poznavajući masu tela, možemo izračunati njegovu težinu pomoću formule:

$$Q = m \cdot g$$

Da li masa i težina tela mogu da se menjaju?

Masa jednog tela je uvek ista bilo gde da se ono nalazilo: u vazduhu, vodi, na različitim delovima Zemlje, na Mesecu..., ali mu težina nije uvek jednaka, jer težina tela zavisi od konstante  $g$ , koja nije jednaka na svakom mestu.

Na primer, gravitacija na Mesecu je šest puta slabija od gravitacije na Zemlji, pa je

$$g_M = \frac{g_Z}{6} = \frac{10}{6}$$

Na osnovu ovoga možemo zaključiti da astronaut na Mesecu ima šest puta manju težinu nego na Zemlji, dok mu je masa ista bilo gde da se nalazi.

$$Q_M = \frac{Q_Z}{6}$$

### **Završni deo časa – pitanja učenika i zadavanje domaćeg zadatka (5 minuta)**

Domaći zadatak: Masa učenika je  $m = 45[\text{kg}]$ . Kolika mu je težina na Zemlji, a kolika bi mu težina bila kada bi kojim slučajem bila merena na Mesecu?

Rešenje:

$$m = 45[\text{kg}]$$

$$g_Z = 10 \left[ \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right], g_M = \frac{10}{6} \left[ \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right]$$

$$Q_Z = m \cdot g_Z = 45[\text{kg}] \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 450[\text{N}]$$

$$Q_M = m \cdot g_M = 45[\text{kg}] \cdot \frac{10}{6} \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \frac{450}{6} [\text{N}]$$

Komentar:

I na ovom času se povezuje staro i novo gradivo. Novina je, pored mase tela, uvođenje pojma težine kao jednog od oblika sile i nastavnik treba učenicima više puta skrenuti pažnju da masa i težina nisu isti pojmovi, kao što su možda do sada mislili. U isto vreme mora se voditi računa kada se spominju vektorske veličine i gravitaciono ubrzanje, jer su to pojmovi koji su deo gradiva sedmog razreda. Pažljivim biranjem reči i primera problem nagomilavanja informacija i nejasnih pojmoveva može se vrlo vešto izbeći.

Primerom zadatka (kvantitativnog i jednostavnog) sa težinama tela na Zemlji i Mesecu učenicima se povećava interesovanje za predmet tako što im se budi mašta i otvaraju novi vidici, shvataju da je fizika nauka koja daje odgovore na široku lepezu pitanja, koja evo uključuju i pitanja vezana ne samo za našu planetu već i za kosmos čiji smo samo mali deo.

## **6.5 Nastavna jedinica broj 5: Merenje mase tela vagom; baždarenje dinamometra – laboratorijska vežba**

***Uvodni deo časa – pregledanje domaćeg zadatka; upoznavanje sa laboratorijskom aparaturom, postavljanje zadatka vežbe (10 minuta)***

Kao što je već rečeno, postoji više mernih instrumenata kojima možemo izmeriti masu nekog tela. U ovoj vežbi koristićemo laboratorijsku i digitalnu vagu.

Laboratorijska vaga poseduje dva tasa, pri čemu na jednom od njih postavljamo telo čiju masu merimo, a na drugi stavljamo tegove dok se vaga ne uravnoteži. Masa tela je tada jednak ukupnoj masi tegova. Digitalna vaga služi za brže i preciznije merenje, pri čemu vrednost mase lako očitavamo sa displeja vase. Dinamometar je, kao što znamo, instrument za merenje sile, konkretno težine tela. Poseduje oprugu koja se isteže сразмерно težini okačenog tela. Sa merne skale dinamometra očitavamo izmerenu силу. Za apsolutnu grešku merenja uzećemo polovinu najmanjeg podeoka na skali mernog instrumenta, odnosno polovinu mase najmanjeg korišćenog tega pri merenju.

### **Zadatak vežbe**

1. Laboratorijskom vagom izmeriti mase priloženih tela: drvene kocke, kamena i gumice za brisanje. Izmeriti masu sva tri tela zajedno i proveriti da li je ona jednaka zbiru masa pojedinih tela. Odrediti greške pri merenju.
2. Digitalnom vagom izmeriti masu tečnosti (vode) u plastičnom sudu. Odrediti grešku pri merenju.
3. Izbaždariti dinamometar. Izmeriti težinu jednog od tri tela iz prvog dela vežbe, te pomoću veze mase tela i težine ( $Q = m \cdot g$ ) izračunati njegovu masu i uporediti izračunatu i izmerenu masu tog tela.

### **Glavni deo časa – Laboratorijska vežba (30 minuta)**

Tri grupe učenika dobijaju po jednu laboratorijsku vagu sa kompletom tegova, kao i predmet čiju masu imaju zadatak da izmere. Nakon nekog vremena (5-10 minuta), učenici objavljuju rezultate merenja.

Masa drvene kocke iznosi  $m_1 = 175[g]$ , a budući da je najmanji korišćeni teg mase  $5[g]$  beleži se greška merenja od  $\pm 2,5[g]$ . Dakle,

$$m_1 = 175 (\pm 2,5)[g]$$

Na isti način beležimo mase ostalih tela:

$$m_2 = 320 (\pm 10)[g],$$

$$m_3 = 29 (\pm 0,5)[g]$$

Dalje, jedan od učenika meri ukupnu masu tri navedena tela. Očekivani rezultat dobijamo računski kao:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 = 524[g]$$

Naravno, blago odstupanje od ove vrednosti je dozvoljeno i rezultat je grešaka pri merenju.

U narednom delu časa, drugi učenik digitalnom vagom meri masu vode u sudu, tako što meri prvo masu praznog suda, pa onda masu suda napunjene vodom. Razlika tih masa je upravo masa vode.

$$m_1 = 41[g]$$

$$m_2 = 163[g]$$

$$m = m_2 - m_1 = 122[g]$$

$$m = 122(\pm 0,5)[g]$$

Dinamometri koji se koriste u školskom kabinetu često, usled višegodišnjeg korišćenja i istezanja opruga, ne mere pravu vrednost težine tela. Tada je potrebno odrediti broj kojim moramo pomnožiti izmerenu vrednost težine da bismo dobili pravu, realnu vrednost. U tu svrhu

koristimo tegove poznate mase čiju težinu lako možemo dobiti računski i to nazivamo pravom vrednošću. Merena vrednost se razlikuje od prave (obično bude nešto veća), a broj kojim množimo merenu vrednost da bismo došli do prave dobijamo kao količnik te dve vrednosti. Da bismo došli do što tačnijeg broja, merenje i račun vršimo barem tri puta i uzimamo srednju vrednost dobijene cifre.

Na primer, za teg mase  $50[g] = 0,05[kg]$  prava vrednost težine je  $Q_p = m_p \cdot g = 0,5[N]$ . Ako je merena vrednost težine takvog tega  $Q_m = 0,6[N]$ , deljenjem te dve vrednosti dobijamo broj

$$\frac{Q_p}{Q_m} = 0,83$$

Ako dalje merimo težinu tega mase  $0,1[kg]$  i dobijemo npr. vrednost  $1,3[N]$ , deljenjem dobijamo broj 0,77. Za teg mase  $0,2[kg]$  merena vrednost je  $2,2[N]$ , te broj koji dobijamo iznosi 0,91.

Srednja vrednost na ovaj način dobijena tri broja je približno 0,8 i to je cifra kojom množimo izmerenu vrednost težine pomoću tog dinamometra da bismo dobili pravu vrednost. Tako ako merenjem težine kamena iz prvog dela vežbe dobijemo vrednost  $Q = 4[N]$ , realna vrednost će biti:

$$Q_p = 4 \cdot 0,8 = 3,2[N]$$

Kada ovu vrednost težine podelimo sa konstantnom  $g = 10 \left[ \frac{N}{kg} \right]$ , dobijamo vrednost mase kamena:  $m = \frac{Q_p}{g} = 0,32[kg] = 320[g]$ ,

što se poklapa sa merenom vrednošću mase u prvom delu vežbe. I na ovom mestu moguća su odstupanja od očekivane vrednosti.

**Završni deo časa – vraćanje laboratorijske opreme na svoje mesto, ocenjivanje aktivnih učenika, uz diskusiju o odrđenoj vežbi (5 minuta)**

*Komentar:*

*Zadaci vežbe su kvantitativni, pri čemu pokrivaju tipove jednostavnih (merenje i sabiranje masa tela uz pretvaranje mernih jedica) i složenih (za poslednji zadatak potrebno je razumevanje rada mernog uređaja i njegovih nedostataka, koji se primenom logike i matematike, odnosno proporcije mogu prevazići, a u to se učenici uveravaju poređenjem vrednosti merene i računate mase tela).*

## 6.6 Nastavna jedinica broj 6: Masa i težina – utvrđivanje gradiva

Ovaj čas koristimo za utvrđivanje i ponavljanje gradiva, kao i otklanjanje eventualnih nedoumica kod učenika vezanih za obrađeni deo nastavne teme. Pojmove i primere ilustrovaćemo kroz zadatke, koji će poslužiti i kao priprema za kratki test znanja koji sledi na narednom času.

### ***Uvodni deo časa – ponavljanje gradiva (10 minuta)***

*Pitanja za ponavljanje gradiva:*

1. Objasnite pojam inercije tela. U kakvoj su vezi inertnost i masa tela?

*Odgovor: Inercija predstavlja osobinu tela da se protivi promeni stanja kretanja u kojem se nalazi, gde se pod stanjem kretanja podrazumeva mirovanje ili kretanje konstantnom brzinom. Masa tela je mera inertnosti, što je telo veće mase, jače se odupire promeni stanja kretanja.*

2. Kako glasi Prvi Njutnov zakon?

*Odgovor: „Svako telo ostaje ustanju mirovanja ili ravnomernog pravolinijskog kretanja, sve dok ga drugo telo nekom silom ne primora da to stanje promeni.“*

3. Navedite oznaku, osnovnu mernu jedinicu, kao i ostale najčešće korišćene merne jedinice za masu.

*Odgovor: Oznaka za fizičku veličinu masu je malo slovo  $m$ , a osnovna merna jedinica je kilogram [ $kg$ ]. Pored kilograma, za tela male mase često koristimo miligram [ $mg$ ] i gram [ $g$ ], dok za tela veće mase koristimo mernu jedinicu tonu [ $T$ ].*

4. Koje su matematičke veze između pomenutih mernih jedinica mase?

*Odgovor: Miligram je hiljaditi deo grama, tj. u jednom gramu ima hiljadu miligrama. Gram je hiljaditi deo kilograma, a u kilogramu ima hiljadu grama. Tona ima hiljadu kilograma, odnosno kogram je hiljaditi deo tone.*

$$1mg = 0,001g, \quad 1g = 1000mg$$

$$1g = 0,001kg, \quad 1kg = 1000g$$

$$1kg = 0,001T, \quad 1T = 1000kg$$

Dodatno pitanje: Koliko grama staje u jednu tonu?

*Odgovor: Tona ima milion grama jer je:*

$$1T = 1000kg = 1000 \cdot 1000g = 1000000g$$

5. Kako se naziva instrument za merenje mase koji se najčešće koristi u školskim kabinetima, a koristili smo ga i prošlog časa? Navedite princip rada tog instrumenta. Za koje još merne instrumente mase znate?

*Odgovor: U školi se najčešće koristi laboratorijska vaga, koja radi na principu poluge. Poluga je u ravnoteži kada su mase merenog tela i tegova na tasovima vase jednake. Pored laboratorijske vase, za merenja mase koriste se terazije, kantar, digitalna vaga,...*

6. Kako definišemo težinu tela? Objasnите razliku između mase i težine.

*Odgovor: Težina je sila kojom telo usled delovanja Zemljine gravitacije pritiska podlogu na kojoj stoji ili zateže konac o koji je okačeno. Oznaka za težinu je  $Q$ , a merna jedina je njutn [N]. Razlika između mase i težine je da su to dve različite fizičke veličine, pri čemu masa jednog tela ostaje nepromenjena gde god se telo nalazilo, dok težina zavisi od mesta na kom se meri, odnosno zavisi od konstante  $g$ , jer je  $Q = m \cdot g$ . Primer za različite težine jednog istog tela je težina astronauta na Zemlji i Mesecu. Na Mesecu je težina manja jer pomenuta konstanta ima manju vrednost na Mesecu.*

### ***Glavni deo časa – uvežbavanje računskih zadataka (30 minuta)***

*Zadaci:*

1. Dve prijateljice otišle su u supermarket da pazare voće i povrće. Prva je kupila tri kilogrma jabuka, kilogram banana, kilogram i po krastavaca i dva kilograma paradajza. Druga je pazarila 4 kilograma krušaka, kilogram krompira i dva kilograma luka. Čiji pazar je inertniji?

Rešenje: Znamo da je masa mera inetrtnosti, dakle inertniji pazar je onaj koji ima veću masu. Masa voća i povrća koju je ponela prva žena je:

$$m_1 = 3 + 1 + 1,5 + 2[kg] = 7,5[kg]$$

Masa pazara druge žene je:

$$m_2 = 4 + 1 + 2[kg] = 7[kg]$$

Dakle, inertniji je pazar prve žene.

2. Izraziti sledeće mase tela u kilogramima:

$$m_1 = 3,2[T] = 3,2 \cdot 1000[kg] = 3200[kg]$$

$$m_2 = 345[g] = 345 \cdot 0,001[kg] = 0,345[kg]$$

$$m_3 = 169000[mg] = 169000 \cdot 0,000001[kg] = 0,169[kg]$$

3. Izračunaj težinu tela mase  $m = 301[kg]$  na Zemlji i izrazi je u kilonjutnima.

Rešenje:

$$Q = m \cdot g = 301[kg] \cdot 10 \left[ \frac{N}{kg} \right] = 3010[N] = \frac{3010}{1000} [kN] = 3,01[kN]$$

4. Izračunaj masu tela čija je težina iznosi  $Q = 540[N]$  na planeti čije je  $g = 90 \left[ \frac{N}{kg} \right]$ .

Rešenje:

$$Q = m \cdot g$$

$$m = \frac{Q}{g} = \frac{540}{90} [kg] = 6[kg]$$

### **Završni deo časa – pitanja učenika, ocenjivanje aktivnih pojedinaca (5 minuta)**

*Komentar:*

*Teorijska pitanja s početka časa učenicima služe kao orijentir na šta treba obratiti pažnju prilikom učenja za najavljeni test i mogu se (kao i odgovori na njih) predstaviti PowerPoint prezentacijom. Takođe, prilikom predstavljanja novog gradiva, ponavljanja gradiva ili kao demonstraciju, nastavnik može koristiti razne sajtove koji nude ogroman broj simulacija i animacija priloagođenih učenicima ovog uzrasta. Kao primer navešću PhET simulations, sajt koji nudi ogroman broj simulacija koje mogu poslužiti na ovakvim časovim, kao dodatak usmenim pitanjima i računskim zadacima, ali i ilustarcija konkretnih problema i fizičkih pojava.*

*Učenici koji se istaknu tačnim odgovorima zасlužuju dobre ocene u pedagoškoj svesci nastavnika, što predstavlja motiv za još veće zalaganje za predmet. Zadaci sa ovog časa su jednostavni i za očekivati je da većina učenika na testu uspe da reši slične zadatke.*

## 6.7 Nastavna jedinica broj 7: Gustina supstance – obrada gradiva

### ***Uvodni deo časa – kratki test znanja (15 minuta)***

Pre nego što se počne sa predavanjem novog gradiva, učenicima se zadaje petnaestominutni test koji služi za proveravanje znanja usvojenog na prethodnim časovima. Iz rezultata testa videće se koje su to „slabe tačke“, koje delove gradiva sa učenicima treba ponoviti da bi bili spremni za nadogradnju znanja iz ove nastavne teme.

Test:

1. Zaokruži tačne tvrdnje:
  - a) Masa nije mera inertnosti tela.
  - b) Prvi Njutnov zakon nam govori da telo ne menja stanje kretanja u kom se nalazi dok ga neko telo (silom) ne izvede iz tog stanja.
  - c) Dinamometar je instrument za merenje mase.
  - d) Merna jedinica za težinu tela je njutn.
  - e) Težina jednog tela se može razlikovati u zavisnosti od mesta na kom se ono nalazi.
2. Pravilno dopuni rečenice:
  - a) Oznaka za masu je slovo ....., a osnovna merna jedinica je .....
  - b) U fizičkom kabinetu za merenje mase koristimo .....
  - c) Težina tela na Zemlji je ..... od težine istog tela na Mesecu.
  - d) Gram je ..... deo kilograma.
  - e) U jednoj toni ima ..... kilograma.
3. a) Ukupna masa tri tela je  $39[\text{kg}]$ . Ako je masa prvog tela je  $8[\text{kg}]$ , masa drugog  $21[\text{kg}]$ , kolika je masa trećeg tela?  
b) Izračunaj težinu tela čija je masa  $m = 117[\text{kg}]$ . ( $g = 10 \left[ \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right]$ )

*Komentar: Rešavanjem testa učenici ostvaruju sledeće obrazovne standarde: FI 1.4.2., FI 1.4.3., FI 2.1.1., FI 2.4.1., FI 2.4.3., FI 2.6.1., FI 3.4.1.. Test obuhvata uglavnom osnovni i srednji nivo standarda, odnosno znanja učenika.*

Rešenje testa:

1. Tačne su tri tvrdnje, pod a), d) i e).
2. a) m, [kg]  
b) laboratorijsku vagu  
c) veća  
d) hiljaditi  
e) hiljadu
3. a)  $m_1 + m_2 + m_3 = m, \quad m_3 = m - m_1 - m_2, \quad m_3 = 10[\text{kg}]$   
b)  $Q = m \cdot g, \quad Q = 117[\text{kg}] \cdot 10 \left[ \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right], \quad Q = 1170[\text{N}]$

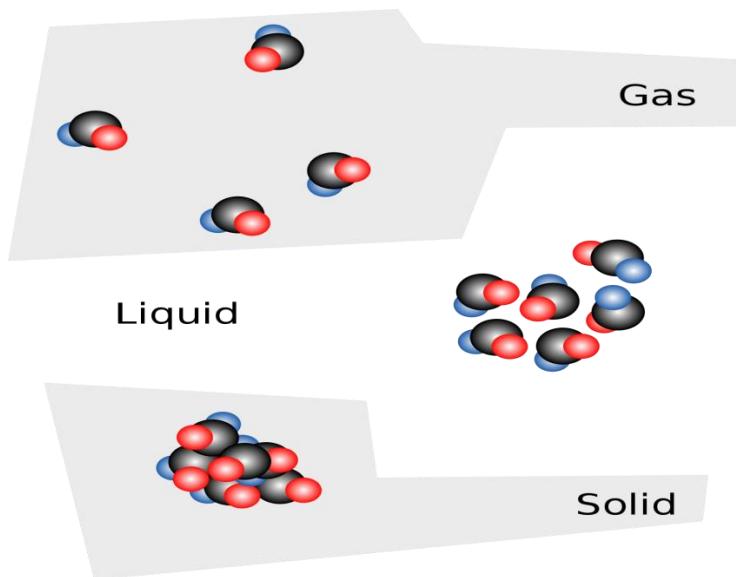
Komentar: Pitanja i zadaci sa testa su jednostavni, ocene se upisuju u pedagošku svesku.

### **Glavni deo časa – Obrada novog gradiva (25 minuta)**

Na prethodnim časovima upoznali smo se sa osnovnom fizičkom veličinom koja se naziva masa. Znamo da svako telo zauzima određeni deo prostora. Ljudsko telo, sunđer, kreda, olovka, drvo na ulici, bicikl,... sve su to tela koja, kao što je poznato i logično, zauzimaju određeni prostor. Fizička veličina kojom određujemo prostor ispunjen nekim telom (nekom supstancom) jeste zapremina. Zapremina je izvedena fizička veličina, njena oznaka je slovo  $V$ , a merna jednica kubni metar [ $m^3$ ]. Naravno, kao što smo naučili u oblasti *Merenje*, postoje i druge merne jedinice kojima izražavamo zapreminu tela (kubni centimetar [ $cm^3$ ], kubni decimetar [ $dm^3$ ] koji se još naziva i litrom [ $l$ ], mililitar [ $ml$ ], centilitar [ $cl$ ], decilitar [ $dl$ ]).

Postoji jedna fizička veličina koja je karakteristična za svaku supstancu, odnosno svaka vrsta supstance (voda, vazduh, drvo, gvožđe, olovo, zlato,...) okarakterisana je određenom brojnom vrednošću ove fizičke veličine. Ta fizička veličina naziva se ***gustina supstance (gustina tela)***.

Samo poznavanje mase i zapremine nekog tela (sačinjenog od jedne ili više supstanci) ne omogućava nam određivanje vrste te supstance, ali zato nam količnik te dve fizičke veličine daje tačnu informaciju o kojoj se supstanci radi. Dakle, gustina tela jednaka je količniku mase i zapremine tog tela ili, gustina je masa jedinice zapremine date supstance [10]. Treba napomenuti da gustina zavisi od spoljašnjih uslova, pa je definisana za određenu temperaturu i pritisak. Takođe, nije loše učenicima navesti razlike između gasovitog, tečnog i čvrstog stanja supstance, u smislu razlika međusobnih rastojanja gradivnih elemenata (atoma i molekula).



Slika 11: Razmaci između molekula kod supstance u gasovitom, tečnom i čvrstom stanju

Gustina je izvedena fizička veličina sa oznakom grčkog slova „ro“ –  $\rho$ . Merna jedinica gustine izvedena je od osnovnih mernih jedinica za masu i zapreminu, kilograma i kubnog metra – kilogram po kubnom metru  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ . Formula za gustinu tela je:

$$\rho = \frac{m}{V} \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

Kombinacijom mernih jedinica za masu tela i zapreminu, dobijamo druge merne jedinice zapremine, na primer gram po centimetru kubnom  $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$  ili tona po kubnom metru  $\left[\frac{T}{m^3}\right]$ .

Na osnovu različitosti gustina pojedinih supstanci, različite su i mase tela jednakih zapremina ali sačinjenih od različitih supstanci. U tabeli su date gustine nekih supstanci (u gasovitom, tečnom i čvrstom stanju).

Supstanca	Gustina $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
Vazduh	1,29
Alkohol	800
Led	916
Voda	1000
Gvožđe	7800
Zlato	19300

Tabela 5: Gustine nekih supstanci

*Komentar:*

*Učenicima treba skrenuti pažnju na vrednost gustine vode. Drugim rečima, bitno je zapamtiti njenu brojnu vrednost, jer se u zadacima često koristi kao konstanta. U svakom slučaju, voda je toliko bitna supstanca za život na Zemlji da zaslужuje makar da joj se zna brojna vrednost gustine koja je čak i laka za pamćenje, okrugli broj –  $1000 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]!$*

U svakodnevnom životu retko nalazimo tela koja su sačinjena od samo jedne supstance, tj. homogena tela. Predmeti koje svakodnevno koristimo, ali i druge stvari (supstance) koje nas okružuju, najčešće u sebi sadrže dve ili više supstanci. Gustina takvih (heterogenih) tela dobija se kao količnik ukupne mase i ukupne zapremine tela [10]:

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}}$$

Razlikom u gustini supstanci objašnjava se plivanje ili tonjenje nekog tela u tečnosti. Tako na primer, ako uzmemo vodu i drvo ili vodu i led, znamo iz iskustva da će drvo, odnosno led plivati na vodi. S druge strane, neki gvozdeni predmet će u vodi potonuti. To je zbog toga što drvo i led imaju manju gustinu od vode, dok gvožđe ima veću gustinu od vode, dakle tone. Isto važi i za dve tečnosti koje se ne rastvaraju jedna u drugoj. Kada dve takve tečnosti pomešamo, sloj tečnosti manje gustine biće iznad sloja tečnosti veće gustine.

### **Završni deo časa – Diskusija i pitanja učenika (5 minuta)**

*Komentar:*

*Novi pojmovi i pojave karakterišu i ovaj čas, kao i povezivanje sa već pređenim gradivom (zapremina tela). Učenici ostanu u čudu kada čuju činjenicu da kubni metar vode ima masu od „čak“ hiljadu kilograma. Ukoliko ostane vremena za, nastavnik ih može uveriti u to jednostavnim i brzim merenjem određene mase i zapremine vode, te računanjem vrednosti gustine koja će svakako ispasti oko  $1000 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ . Isto tako, učenicima deluje nestvarno da kubni metar vazduha uopšte ima neku masu. Zanimljiva je njihova reakcija kada se korišćenjem tablične vrednosti gustine vazduha i procenom zapremine učionice izračuna masa vazduha u*

*učionici, koja uopšte nije zanemarljiva brojka. Ovakvi primeri svakako deluju pozitivno na atmosferu na času i zainteresovanost učenika.*

## 6.8 Nastavna jedinica broj 8: Gustina čvrstih tela – obrada gradiva

### ***Uvodni deo časa –analiza testa i kratko ponavljanje gradiva sa prethodnog časa (10 minuta)***

Ako je uočeno da su učenici prilikom rešavanja testa imali poteškoća sa nekim pitanjima/zadacima, obavezno ponoviti gradivo vezano za taj deo nastavne teme.

Pitanja za ponavljanje gradiva:

1. Šta nam gustina kao fizička veličina govori o telu (supstanci) koje posmatramo?

*Odgovor: Gustina nam govori kolika masa nekog tela ili supstance zauzima određeni deo prostora, tačnije jedinični deo prostora. To je izvedena fizička veličina, izvedena od mase i zapremine tela.*

2. Koja je formula za izračunavanje gustine homogenog tela? Koje merne jedinice koristimo za izražavanje gustine tela?

*Odgovor: Formula za izračunavanje gustine homogenog tela je  $\rho = \frac{m}{V}$ , gde je m masa tela, a V njegova zapremina. Osnovna merna jedinica zapremine je  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ , a možemo koristiti i  $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$  ili neku drugu mernu jedinicu koja je količnik mernih jedinica mase i zapremine.*

3. Kako računamo gustinu nehomogenih tela?

*Odgovor: Gustina nehomogenog tela (srednja gustina) dobija se kao količnik ukupne mase i ukupne zapremine tog tela,  $\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}}$ .*

4. Kako na osnovu gustine objašnjavamo plivanje, odnosno tonjenje tala u tečnosti?

*Odgovor: Telo pliva u tečnosti ako mu je gustina manja od gustine tečnosti. Ako je gustina tela veća od gustine tečnosti, ono u njoj tone.*

## ***Glavni deo časa – Obrada novog gradiva (30 minuta)***

Gustina čvrstih homogenih tela može se odrediti na više načina u zavisnosti od oblika samog tela. Ovde ćemo navesti dva načina, za tela pravilnog, odnosno nepravilnog oblika.

### *Gustina čvrstih tela pravilnog oblika*

Telo je pravilnog oblika ako za izračunavanje njegove zapremlne možemo koristiti već gotovu matematičku formulu. Prema tome, u tela pravilnog oblika spadaju: kocka, kvadar, lopta, valjak itd... Učenici su do sada na časovima matematike izučavali kocku i kvadar, pa ćemo se zadržati na tim oblicima.

Kocka je pravilno geometrijsko telo čije su sve stranice iste dužine, najčešće označene slovom  $a$ . Zapremlina kocke se izračunava formulom:

$$V = a^3$$

Kvadar je telo pravilnog oblika čije su stranice različitih dužina, te su označene različitim slovima:  $a, b, c$ . Zapremlina kvadra:

$$V = a \cdot b \cdot c$$

Kao što znamo, za određivanje gustine tela potrebno je poznavati njegovu masu i zapremlinu. Masu tela pravilnog oblika dobijamo merenjem, pomoću nekog od već navedenih mernih instrumenata za masu. Zapremlinu tela dobijamo tako što podatke o dužini stranice (stranica) dobijamo merenjem dužine (najčešće lenjirom ili noniusom). Na ovaj način dobijamo sve podatke potrebne za izračunavanje gustine pomoću formule:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Ako je telo homogeno (sačinjeno od jedne vrste supstance), iz podatka o gustini možemo zaključiti o kojoj supstanci je reč.

### Gustina čvrstih tela nepravilnog oblika

Za tela čiju zapreminu ne možemo izračunati koristeći gotovu formulu, kažemo da su nepravilnog oblika. Kao primer za ovakvo telo može poslužiti običan kamen koji možemo naći na ulici ili plaži. Lenjirom se može izmeriti dužina i visina kamena, ali ti podaci se ne mogu koristiti za računanje njegove zapremine. Zbog toga postoji poseban način određivanja zapremine za ovakva i slična tela.

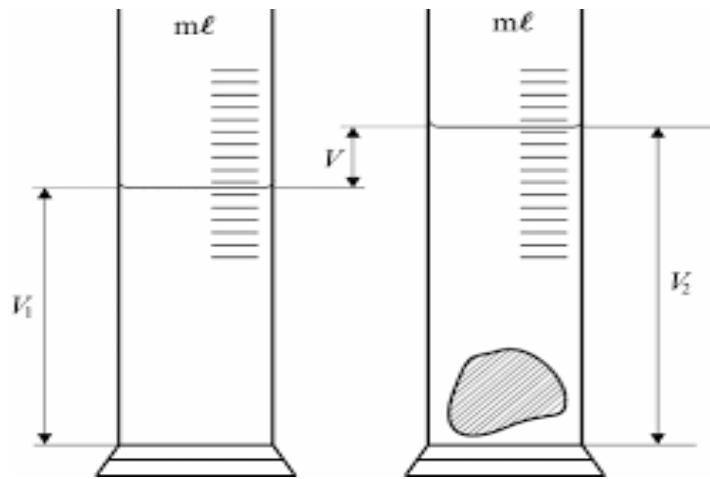
Iz iskustva znamo da kada uđemo u kadu koja je napunjena vodom do nekog nivoa, taj nivo će porasti. Slično bi se desilo kada bismo ušli u kadu koja je do vrha puna, voda bi prelivala. Zapremina prelivene vode je ustvari zapremina našeg tela, tj. zapremina našeg tela uticala je na promenu nivoa vode u kadi. Dakle, zaključujemo da zapreminu tela nepravilnog oblika možemo dobiti mereći zapremine tečnosti (obično je to voda) pre i posle potapanja tela ili mereći zapreminu istisnute tečnosti.

Ako je pre potapanja tela zapremina vode u sudu neko  $V_1$ , a nakon potapanja tela neko  $V_2$ , zapreminu tela dobijamo kao razliku te dve vrednosti:

$$V = V_2 - V_1$$

Masa tela se meri vagom, te možemo izračunati njegovu gustinu:

$$\rho = \frac{m}{V}$$



Slika 12: Merenje zapremljene čvrstog tela nepravilnog oblika

Naravno, ova metoda se korisi ako je telo sačinjeno od supstance koja se ne rastvara u vodi. U slučaju da je supstanca rastvorljiva u vodi, koristim neku drugu tečnost u kojoj se telo (supstanca) ne rastvara. To može biti ulje ili nešto slično.

Primeri:

- Dužina stranice kocke je  $a = 4[cm]$ , a masa kocke iznosi  $m = 173 g$ . Kolika je gustina kocke i od koje je supstance ona napravljena?

Rešenje:

$$V = a^3 = 64 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = 2,7 \left[ \frac{g}{\text{cm}^3} \right] = 2700 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

Iz tabele vidimo da je reč o aluminijumu, jer njegova gustina iznosi  $2700 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$ .

- Zapremina tečnosti u sudu je  $V_1 = 120[\text{cm}^3]$ . U tečnost je uronjen kamen mase  $m = 140[g]$  i ukupna zapremina se povećala na  $V_2 = 190[\text{cm}^3]$ . Kolika je gustina kamena?

Rešenje:

$$V = V_2 - V_1 = 70[\text{cm}^3]$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{140[g]}{70[\text{cm}^3]} = 2 \left[ \frac{g}{\text{cm}^3} \right] = 2000 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

### **Završni deo časa – analiza pređenog gradiva i pitanja učenika (5 minuta)**

*Komentar:*

*Primeri ilustrovani na ovom času poslužiće kao plazište za određivanje gustine tela prilikom laboratorijskih vežbi na nekom od narednih časova pa je vrlo važno da učenici shvate proces određivanja gustine čvrstih tela. Demonstracije tipa potapanja tela u vodu pri čemu se nivo tečnosti menja učenicima daje konkretnu potvrdu izloženog gradiva. Računski zadaci korišćeni kao primeri su jednostavni i kvantitativni.*

## 6.9 Nastavna jedinica broj 9: Gustina tečnosti – obrada gradiva

***Uvodni deo časa – demonstracioni eksperiment: Slojevi tečnosti različitih gustina (10 minuta)***

Prvi demonstracioni eksperiment [11]: U providan sud sipa se par kašika meda, a nakon toga pažljivo se doda voda i na kraju ulje. Dobijamo tri sloja tečnosti: med je na dnu, iznad njega je sloj vode, a na vodi pliva sloj ulja.

Pitanje za učenike glasi: Zbog čega u sudu imamo tri postojana stuba (sloja) tečnosti?

*Odgovor: Usled pažljivog sisanja, tečnosti se nisu izmešale, a razlike u gulinama obezbeđuju da imamo slojeve različitih tečnosti.*

Kada bismo promućkali sud u kojem su navedene tečnosti, one bi se izmešale. Nakon odgređenog vremena, situacija bi se vratila u prvobitno stanje, tečnosti bi se opet rasporedile kao i pre mućkanja suda.

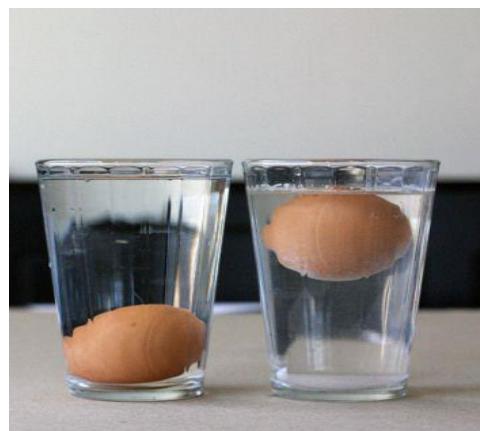
Drugi demonstracioni eksperiment [12]: U čašu sa vodom stavi se tvrdo kuvano jaje koje potone. Kada se u vodu sipa određena količina kuhinjske soli, jaje počne da pliva.

Pitanje za učenike: Šta je uzrok ovoj fizičkoj pojavi?

*Odgovor: U prvom slučaju gustina vode je manja od gustine jajeta pa ono potone. Zbog dodavanja soli, vodi je povećana gustina i ona biva veća od gustine jajeta pa ono isplivava.*



Slika 13: Slojevi tečnosti različitih gustina



Slika 14: Ponašanje jajeta u vodi u zavisnosti od njene gustine

### **Glavni deo časa – Obrada novog gradiva (25 minuta)**

Kao što znamo, tečnosti su supstance koje kada sipamo u neki sud, poprimaju oblik tog suda. Ako na sudu postoji merna skala (kao na primer na epruveti ili nekom sličnom laboratorijskom sudu), vrlo lako očitavamo zapreminu usute tečnosti. Dakle, određivanje zapremljenosti ne predstavlja veliki problem. Masu tečnosti u sudu nalazimo kao razliku masa punog i praznog suda. Prema tome, gustinu tečnosti računamo na sledeći način:

$V$  - zapremina tečnosti, očitana sa merne skale suda

$m = m_2 - m_1$  – masa tečnosti, pri čemu je  $m_1$  - masa praznog suda, a  $m_2$  - masa suda sa tečnošću u njemu.

Gustinu izražavamo kao:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

Primeri:

1. U sudu sa mernom skalom ima  $V = 35[ml]$  ulja. Masa praznog suda iznosi  $m_1 = 25[g]$ , dok je masa suda sa tečnošću  $m_2 = 55[g]$ , kolika je gustina ulja?

Rešenje:

$$V = 35[ml] = 35 \cdot 0,001[\text{dm}^3] = 35 \cdot 0,001 \cdot 1000[\text{cm}^3] = 35[\text{cm}^3]$$

$$m = m_2 - m_1 = 30[g]$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{30[g]}{35[\text{cm}^3]} = 0,86 \left[ \frac{g}{\text{cm}^3} \right] = 860 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

2. Kolika je srednja gustina dve tečnosti u sudu, ako su masa i zapremina jedne tečnosti  $m_1 = 0,6[kg]$  i  $V_1 = 200 [ml]$ , a druge tečnosti  $m_2 = 850[g]$  i  $V_2 = 140 [cl]$ ? Gustinu izraziti u  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ .

Rešenje:

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$$

$$m_1 = 0,6[kg]$$

$$m_2 = 850[g] = \frac{850}{1000}[kg] = 0,85[kg]$$

$$V_1 = 200 [ml] = \frac{200}{1000000}[m^3] = 0,0002[m^3]$$

$$V_1 = 140 [cl] = \frac{140}{100000}[m^3] = 0,0014[m^3]$$

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,6[kg] + 0,85[kg]}{0,0002[m^3] + 0,0014[m^3]} = 906,25 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

**Završni deo časa – ocenjivanje aktivnih učenika i zadavanje domaćeg zadatka (5 minuta)**

Domaći zadatak:

U sudu imamo tri tečnosti različitih gustina. Ako su poznate srednja gustina smeše, zapremine sve tri tečnosti i mase dve od tri tečnosti, matematički izrazi nepoznatu masu treće tečnosti.

Rešenje:

$$\rho_{sr} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{V_1 + V_2 + V_3}$$

$$\rho_{sr} \cdot (V_1 + V_2 + V_3) = m_1 + m_2 + m_3$$

$$m_3 = \rho_{sr} \cdot (V_1 + V_2 + V_3) - m_1 - m_2$$

*Komentar:*

*Zadaci dati kao primeri (kao i sa prošlog časa) biće od koristi prilikom eksperimentalnog određivanja gustine tečnosti. Domaći zadatak služi za uvežbavanje formula i matematičkog pristupa rešavanju zadataka iz fizike i složenog je tipa.*

## 6.10 Nastavna jedinica broj 10: Masa i gustina – utvrđivanje gradiva i vežbanje računskih zadataka

***Uvodni deo časa – analiza domaćeg zadatka (5 minuta)***

***Glavni deo časa – utvrđivanje i ponavljanje gradiva; vežbanje računskih zadataka (35 minuta)***

Pitanja za ponavljanje gradiva:

1. Kako definišemo gustinu tela (supstance)? U SI sistemu, u koju grupu fizičkih veličina spada gustina?

*Odgovor: Gustina je količnik mase i zapremljenosti tela i izvedena je fizička veličina SI sistema.*

2. Navedite oznaku i osnovnu mernu jedinicu za gustinu.

*Odgovor: Oznaka za gustinu je grčko slovo  $\rho$  („ro“), a merna jedinica je kilogram po kubnom metru,  $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$ .*

3. Čvrsto telo može plivati ili tonuti u tečnosti. Takođe, dve ili više tečnosti koje se ne mešaju, u sudu obrazuju slojeve tečnosti. Na koji način je gustina supstance odgovorna za ove pojave?

*Odgovor: Telo pliva u tečnosti ako mu je gustina manja od gustine tečnosti, a tone ako mu je gustina veća od gustine tečnosti. Ako imamo dve tečnosti, gornji sloj obrazuje tečnost manje gustine.*

4. Za tela nehomogenog sastava, na koji način izračunavamo srednju gustinu?

*Odgovor: Srednja gustina nehomogenog tela je količnik ukupne mase i uklupne zapremljenosti takvog tela:*

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}}$$

*Komentar:*

*Ovaj deo časa takođe može biti potkrepljen korišćenjem modernih nastavnih metoda i sredstava.*

*Zadaci:*

1. Nastavnik u providan sud sipa vodu i ulje. Formira se sloj ulja iznad vode. Učenici ubacuju gvozdeni šraf, plastičnu kockicu i ping-pong lopticu u sud sa tečnostima, nakon čega sledi usmeno obrazlaganje uočenih fizičkih pojava, plivanja i tonjenja. Dakle zadatak je odrediti odnose gustina datih tečnosti i predmeta. Takođe, potrebno je tabelarno prikazati odgovor.

Učenici zapažaju da je ulje manje gustine od vode, jer ulje „pliva“ na vodi.

Šraf tone kroz obe tečnosti, jer je gustina gvožđa veća od gustina korišćenih tečnosti.

Plastična kockica je prošla kroz ulje i zaustavila se (legla) na sloju vode. Ovo se desilo jer je gustina plastike očigledno veća od gustine ulja, ali je zato manja od gustine vode.

Loptica je ostala da pliva na sloju ulja jer je njena (srednja) gustina manja od gustine ulja, a samim tim manja i od gustine vode.

Učenici popunjavaju tabelu u kojoj redosledom od najmanje do najveće redaju gustine tela korišćenih u zadatku, tj. demonstracionom eksperimentu.

Izgled tabele:

Redni broj	Čvrsto telo/tečnost
1.	Ping-pong loptica
2.	Ulje
3.	Plastična kockica
4.	Voda
5.	Gvozdeni šraf

Tabela 6: Gustine čvrstih tela i tečnosti iz zadatka, poređane od najmanje do najveće

Za kraj zadatka, nastavnik lepkom spaja korišćenu lopticu prvo sa jednim, a posle sa više gvozdenih predmeta (npr. gvozdena matice za šraf). Ako sa jednom zaledjenom maticom optica ne tone kroz ulje, učenici zaključuju da srednja gustina takvog tela (sačinjenog od plastike, vazduha i gvožđa) još uvek nije veća od gustine ulja. Sa dve ili više zaledjenih matica optica verovatno tone kroz obe tečnosti, te je zaključak da je srednja gustina takvog tela veća od gustina ulja i vode.

2. Izračunaj gustinu homogenog tela čija je masa  $m = 1800 [g]$ , a zapremina  $V = 2 [l]$ .

Rešenje:

U zadatku su date fizičke veličine (masa i zapremina) potrebne za izračunavanja gustine, pomoću formule:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Potrebno je merne jedinice prebaciti u osnovne merne jedinice datih fizičkih veličina:

$$m = 1800 [g] = 1,8 [kg]$$

$$V = 2 [l] = 2 [dm^3] = 0,002 [m^3]$$

Dalje, korišćenjem navedene formule dobija se:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,8 \text{ kg}}{0,002 \text{ m}^3} = 900 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

3. Koliku masu ima kubni metar drveta čija je gustina  $\rho = 750 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$ ?

Rešenje:

Prvi korak u rešavanju zadatka je da se iz formule za gustinu izrazi masa. Ako je  $\rho = \frac{m}{V}$ , onda je  $m = \rho \cdot V$

Masa i gustina su poznate veličine iz teksta zadatka, pa se jednostavnim ubacivanjem u formulu dobija:

$$m = \rho \cdot V = 750 \left[ \frac{kg}{m^3} \right] \cdot 1[m^3] = 750 [kg]$$

4. U filmovima često gledamo scene gde lopovi kradu zlatne poluge i beže dok ih policija bezuspešno juri. Te scene uzimamo kao realne, jer ne razmišljamo o fizičkom smislu onoga što gledamo. Ako je lopov ukrao dve poluge dimenzija  $20cm \times 10cm \times 10cm$  (što su dimenzijske slike recimo cigli) i beži pešice, da li je uopšte moguće da on noseći takve dve poluge od zlata (čija je gustina  $19300 \frac{kg}{m^3}$ ) bilo gde pobegne?

Rešenje:

Potrebno je izračunati masu zlatne poluge, pomnožiti je sa 2 i videti koliku masu kao teret nosi lopov bežeći od policije.

Masa je proizvod gustine i zapremine tela. Zapreminu treba izraziti preko kubnih metara. Dakle:

$$m = \rho \cdot V = 19300 \left[ \frac{kg}{m^3} \right] \cdot 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,1 [m^3] = 38,6 [kg] \approx 40 [kg]$$

Dakle, masa jedne poluge je približno  $40[kg]$ , a masa dve poluge oko  $80[kg]$

Masa odraslog muškarca je približno 80 kilograma, što bi značilo da kada neko nosi dve zlatne poluge datih dimenzija, kao da nosi nastavnika fizike na leđima i pokušava od nekog da bude brži, da mu pobegne! ☺ Naravno da je to nemoguće, ustvari moguće je samo na filmu.

Ovakav zadatak nije suviše zahtevan za rešavanje, jednostavan je, treba samo uvrstiti brojne vrednosti u formulu (pre toga centimetre prebaciti u metre) i izračunati masu tela, ali je zato važan iz razloga što učenike navodi na logičko i kritičko razmišljanje na razne teme na koje nailaze u svakodnevnom životu. Učenici se iznenade kada shvate šta sve može da se zaključi korišćenjem znanja iz osnovne škole, a verovatno i malo smeha prilikom zamišljanja lopova koji nosi nastavnika nije na odmet. Vedra atmosfera na času svakako pomaže prilikom usvajanja znanja.

5. Izračunaj srednju gustinu nehomogenog tela koje se sastoji od tela zapremine  $V_1 = 4 \text{ [ml]}$  čija je gustina  $\rho_1 = 2,5 \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$ , tela mase  $m_2 = 0,06 \text{ [kg]}$  i gustine  $\rho_2 = 3,75 \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$  i tela čija je masa dva puta manja od mase prvog tela a zapremina mu je dva i po puta veća od zapremine drugog tela. Rezultat izraziti u  $\left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$ . Da li ovakvo telo pliva ili tone u vodi?

Rešenje:

Najpre se beleže podaci iz teksta zadatka. Račun je jednostavnije obaviti ako se mase tela izraze u gramima, a zapremine u kubnim centimetrima pa se konačan rezultat izrazi u kilogramima po kubnom metru.

Srednja gustina je količnik ukupne mase i ukupne zapremine tela, tako da se u rešavanju zadatka koristi formula:

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{V_1 + V_2 + V_3}$$

$$V_1 = 4 \text{ ml} = 4 \cdot 0,001 \text{ dm}^3 = 0,004 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 4 \text{ [cm}^3]$$

$$\rho_1 = 2,5 \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$$

$$m_2 = 0,06 \text{ kg} = 0,06 \cdot 1000 \text{ g} = 60 \text{ [g]}$$

$$\rho_2 = 3,75 \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$$

$$m_3 = \frac{m_1}{2}$$

$$V_3 = 2,5 \cdot V_2$$

Sve veličine iz formule za srednju gustinu treba izraziti preko poznatih veličina iz zadatka i zapisati konačan izraz:

$$m_1 = \rho_1 \cdot V_1$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$$

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{\rho_1 \cdot V_1 + m_2 + \frac{m_1}{2}}{V_1 + \frac{m_2}{\rho_2} + 2,5 \cdot V_2}$$

Zamenom brojnih vrednosti u poslednji izraz dobija se vrednost srednje gustine:

$$\rho_{sr} = 1,25 \left[ \frac{g}{cm^3} \right]$$

Gram je hiljaditi deo kilograma a kubni centimetar je milioniti deo kubnog metra, te se za konačnu srednju gustinu izraženu u kilogramima po kubnom metru dobija:

$$\rho_{sr} = 1250 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

Gustina vode je tablična vrednost, konstanta, i poređenjem sa izračunatom vrednošću zaključuje se da telo takve srednje gustine tone u vodi.

### ***Završni deo časa – pitanja učenika, ocenjivanje i zadavanje domaćeg zadatka (5 minuta)***

Domaći zadatak:

Za domaći zadatak izračunati:

- a) Gustinu tela mase  $0,28 [T]$  i zapremine  $400 [dm^3]$ .
- b) Masu tela gustine  $1,8 \left[ \frac{kg}{dm^3} \right]$  i zapremine  $40\ 000 [cm^3]$ .
- c) Zapreminu tela mase  $4200 [g]$  i gustine  $600 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ . Zapreminu izraziti u litrima.

Rešenje:

$$a) \rho = \frac{m}{V} = \frac{0,28T}{400 dm^3} = \frac{0,28 \cdot 1000 kg}{400 \cdot \frac{1}{1000} m^3} = 700 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

$$b) m = \rho \cdot V = 1,8 \frac{kg}{dm^3} \cdot 40\ 000 cm^3 = 1,8 \frac{kg}{\frac{m^3}{1000}} \cdot 40\ 000 \frac{m^3}{1000\ 000} = 72 [kg]$$

$$c) V = \frac{m}{\rho} = \frac{4200 g}{600 \frac{kg}{m^3}} = \frac{4200 \frac{kg}{1000}}{600 \frac{kg}{m^3}} = 0,007 m^3 = 0,007 \cdot 1000 l = 7 [l]$$

Komentar:

*Uvežbavani zadaci su kvalitativnog i kvantitativnog tipa, a pokrivaju grupe od jednostavnih, preko složenih, do kombinovanih. Bliži se kontrolni zadatak i učenicima treba ostaviti vremena da provežbaju sve tipove zadataka da bi na vreme mogli da postave pitanja vezana za eventualne probleme i nedoumice pri rešavanju.*

*Domaći zadatak je jednostavan, kvantitativni. Treba svim učenicima dati prostora da rešavanjem domaćeg zadatka dođu do dobrih ocena.*

## **6.11 Nastavna jedinica broj 11: Određivanje gustine čvrstih tela – laboratorijska vežba**

***Uvodni deo časa – podela učenika po grupama i zadavanje zadatka vežbe (5 minuta)***

Zadatak vežbe:

Odrediti gustine priloženih tela pravilnog i nepravilnog oblika eksperimentalnim putem. Masu tela izmeriti koristeći laboratorijsku vagu, a zapreminu odrediti metodom koja odgovara obliku priloženog tela. Gustinu tela pravilnog oblika izraziti u  $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$ , a gustinu tela nepravilnog oblika u  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ .

Za prvu grupu priložena tela su: gvozdena kocka i kamen nepravilnog oblika, a za drugu grupu: drveni kvadar i stakleni predmet nepravilnog oblika.

***Glavni deo časa – laboratorijska vežba (30 minuta)***

Učenici mere mase tela vagom, kao što je demonstrirano na prethodnim časovima. Za računanje zapremine tela pravilnog oblika, potrebno je lenjirom izmeriti dužine stranica i izmerene vrednosti ubaciti u odgovarajuću formulu. Naravno, učenici vode računa o mernim jedinicama.

Zapremina kocke:  $V = a^3$

Zapremina kvadra:  $V = a \cdot b \cdot c$

Za određivanje zapremine čvrstog tela nepravilnog oblika, učenici koriste sud sa mernom skalom zapremine i vodu.

Konačno, za računanje gustine tela koristi se poznata formula:  $\rho = \frac{m}{V}$ .

**Završni deo časa – analiza dobijenih rezultata, pitanja učenika (5 minuta)**

*Komentar:*

*Kroz jednostavne zadatke učenici uvežbavaju snalaženje u laboratoriji i rukovanje mernim instrumentima.*

## **6.12 Nastavna jedinica broj 12: Određivanje gustine tečnosti – laboratorijska vežba**

***Uvodni deo časa – podela učenika po grupama i zadavanje zadatka vežbe (5 minuta)***

Zadatak vežbe:

1. Eksperimentalnim putem odrediti gustine priloženih tečnosti: ulja i medicinskog alkohola. Gustine tečnosti izraziti u  $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$ . Radi se u četiri grupe, pri čemu svaka grupa određuje gustine obe tečnosti, u cilju kasnijeg poređenja rezultata.
2. Nacrtati grafik zavisnosti promene gustine vode prilikom dodavaja kuhinjske soli, koristeći formulu za izračunavanje gustine, uz početnu zapreminu vode od  $V = 90[ml] = 90[cm^3]$  i masu vode od  $m_v = 90[g]$ . Zanemariti promenu zapremine prilikom dodavanja soli. Na x-osi beležiti masu soli u koraku od po  $5[g]$ , s na y-osi izračunatu gusinu rastvora. Sa grafika očitati vrednost gustine za masu dodate soli od  $22[g]$  i rezultat proveriti eksperimentalno mešanjem  $90[g]$  vode i  $22[g]$  soli, te merenjem gustine takvog rastvora metodom merenja gustine tečnosti. Sve rezultate beležiti sa dve decimale. Gustina rastvora računa se kao količnik ukupne mase (masa vode+masa dodate soli) i zapremine (koja se smatra konstantnom).

$$\rho = \frac{m_v + m_s}{V}$$

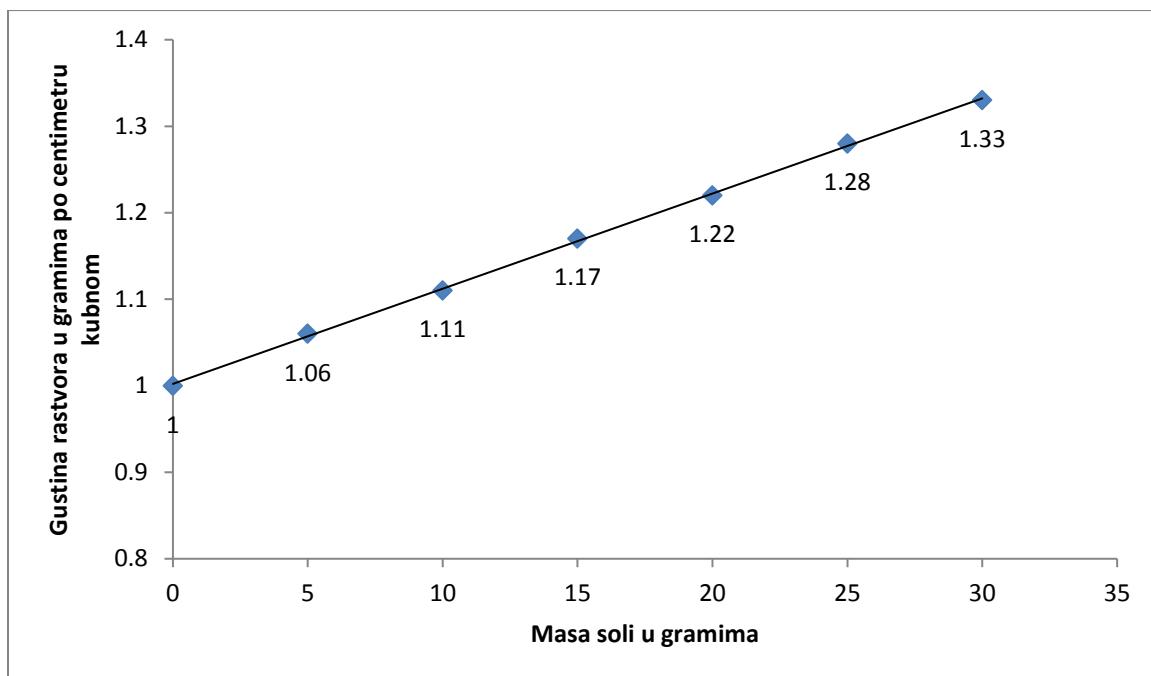
***Glavni deo časa – laboratorijska vežba (35minuta)***

1. Učenici sipaju određene količine priloženih tečnosti u sudove sa mernom skalom zapremine i očitavaju zapreminu usutih tečnosti. Masu tečnosti određuju na poznat način kao razliku masa punog i praznog suda, koje mere laboratorijskom vagom. Gustina se dobija kao količnik mase i zapremine.

2. Podatke za crtanje grafika izraziti tabelarno:

Redni broj	Masa vode $m_v[g]$	Masa soli $m_s[g]$	Gustina rastvora $\rho \left[ \frac{g}{cm^3} \right]$
1.	90	0	1
2.	90	5	1,06
3.	90	10	1,11
4.	90	15	1,17
5.	90	20	1,22
6.	90	25	1,28
7.	90	30	1,33

Tabela 7: Izračunati podaci za crtanje grafika



Grafik 1: Gustine rastvora vode i soli u zavisnosti od mase soli

Očitavanje gustine za zadatu masu od  $22[g]$  vrši se tako što se od te vrednosti na x-osi povlači vertikalna linija do grafika, pa od mesta preseka te linije i grafika horizontalna linija do y-ose. Na mestu preseka te linije i y-ose očitava se gustina rastvora.

Za konkretni primer ta gustina iznosi

$$\rho = 1,24 \left[ \frac{g}{cm^3} \right].$$

Ovaj podatak se proverava eksperimentalno i diskutuje se eventualno odstupanje izmerene vrednosti gustine od gustine dobijene grafičkim putem. Naravno, dobijene eksperimentalne vrednosti zavise od tačnosti merenja. Da bi merenje bilo tačnije, preporučuje se korišćenje digitalne vase.

### ***Završni deo časa – analiza i poređenje dobijenih rezultata, pitanja učenika (5 minuta)***

Učenici čije grupe dobiju rezultate koji u poređenju sa tabličnim vrednostima gustina datih tečnosti imaju relativnu grešku manju od 10%, bivaju nagrađeni odličnim ocenama.

Na ovom času učenicima se najavljuje kontrolni zadatak, koji sledi nakon konačnog utvrđivanja gradiva i uvežbavanja računskih zadataka. Takođe, učenicima treba naglasiti da za naredna dva časa pripreme pitanja čiji će odgovori obezbediti da svi delovi gradiva izloženog u ovoj nastavnoj temi budu do kraja razjašnjeni, odnosno da znanje bude usvojeno u što većoj meri.

*Komentar:*

*Prvi zadatak vežbe je jednostavan, na već poznat i uvežban način treba odrediti gustinu tečnosti. Drugi zadatak je eksperimentalni, grafički, kvantitativan i kombinovan. Pri njegovom rešavanju učenici pokazuju spretnost i tačnost pri crtanju grafika i eksperimentalnom merenju, što je jedan od bitnijih zadataka u nastavi fizike. Za tačno urađen zadatak sledi maksimalna ocena.*

## **6.13 Nastavna jedinica broj 13: Masa i gustina – obnavljanje i utvrđivanje gradiva; priprema za kontrolni zadatak**

*Komentar:*

*Ovaj čas treba da posluži za konačno utvrđivanje teorijskog gradiva izloženog u ovoj nastavnoj temi. Učenicima treba još jednom skrenuti pažnju na najbitnije pojmove i pojave koje moraju usvojiti da bi na kontrolnom zadatku osvojili što više poena i zaradili visoke ocene. Zbog toga ih treba motivisati da, ukoliko im neki delovi gradiva nisu do kraja jasni, postavljaju pitanja u cilju razjašnjavanja i stvaranja potpune slike o pojmovima mase i gustine, kao i zadatacima koji prate ovaj deo nastave.*

*Pitanja za utvrđivanje gradiva:*

1. Masa karakteriše inertne i gravitacione osobine tela. Na koji način ovo objašnjavamo? Navesti primere iz svakodnevnog života.

*Odgovor: Masa je mera inercije tela, telo veće mase je inertnije od tela manje mase. Takođe, privlačna (gravitaciona) sila između dva tela zavisi od njihovih masa, pa ako posmatramo planetu Zemlju i telo određene mase, jača sila deluje izeđu planete i tela veće mase nego u slučaju kada je telo manje mase.*

*Primer inertnosti tela: ako imamo sto i stolicu koji miruju (gde je sto veće mase), manja sila je potrebna za pokretanje (guranje po ravnoj podlozi) stolice u odnosu na silu potrebnu za pokretanje stola.*

*Primer gravitacionog ispoljavanja mase: u slučaju da imamo dve identične kante pri čemu je jena prazna, a druga napunjena vodom, zbog razlike u masama manju silu primenjujemo da bismo podigli praznu kantu, u odnosu na punu.*

2. Kako glasi Prvi Njutnov zakon, zakon inercije?

*Odgovor: Svako telo ostaje ustanju mirovanja ili ravnomernog pravolinijskog kretanja, sve dok ga drugo telo nekom silom ne primora da to stanje promeni.*

*Komentar:*

*Kao što je već spomenuto, iako nije preporučljivo učenicima nametati definicije koje uče napamet, ovaj zakon je od ogromne važnosti za dalje usvajanje gradiva iz fizike, pa je stoga opravdano zahtevati to od njih.*

3. U SI sistemu, masa spada u grupu kakvih fizičkih veličina? Navedite oznaku i mernu jedinicu za masu. Koje se još merne jedinice koriste? Navedite primere izražavanja različitih masa.

*Odgovor: Masa je osnovna merna jedinica SI sistema. Oznaka joj je slovo  $m$ , a merna jedinica kilogram [ $kg$ ]. Pored kilograma, koriste se mikrogram, miligram, gram, ton, itd.*

*Merna jedinica koju koristimo da bismo izrazili masu nekog tela zavisi od same vrednosti mase. Tako na primer, ako bismo hteli da izrazimo masu mrava učinili bismo to pomoću mikrograma ili miligrama, masa pakovanja kafe izražena je u gramima, masa čoveka u kilogramima, a masa recimo slona, u tonama.*

4. Koje su to matematičke relacije koje povezuju kilogram kao osnovnu mernu jedinicu mase sa ostalim mernim jedinicama koje su navedene u prethodnom odgovoru?

*Odgovor: Hiljadu miligrama staje u jedan gram, miligram je hiljaditi deo grama. Hiljadu grama staje u jedan kilogram, gram je hiljaditi deo kilograma. U toni imamo hiljadu kilograma, kilogram je hiljaditi deo tone. Miligram je milioniti deo kilograma, dok je gram milioniti deo tone.*

$$1000[mg] = 1[g], \quad 1[mg] = 0,001[g]$$

$$1000[g] = 1[kg], \quad 1[g] = 0,001[kg]$$

$$1000[kg] = 1[T], \quad 1[kg] = 0,001[T]$$

$$1[kg] = 1000000[mg]$$

$$1[T] = 1000000[g]$$

5. Koje instrumente za merenje mase znate da navedete?

*Odgovor: Za merenje mase korsite se terazije, kantar, laboratorijska i apotekarska vaga, vaga u kupatilu, digitalna vaga,...*

6. Šta je težina tela? Koja je razlika između mase i težine?

*Odgovor: Težina je izvedena fizička veličina i predstavlja silu kojom telo pritiska podlogu na kojoj stoji ili zateže konac o koji je okačeno. To je vektorska veličina, definisana je pravcem, smerom, intenzitetom i napadnom tačkom. Pravac delovanja težine je vertikalni, smer nadole, napadna tačka je mesto gde telo dodiruje podlogu, tj. tačka u kojoj je vezano za kanap, dok se intenzitet dobija kao proizvod mase tela i konstante koja iznosi:  $g = 10 \left[ \frac{N}{kg} \right]$ ;  $Q = m \cdot g$*

*Masa jednog tela je nepromenljiva, konstantna, dok težina zavisi od mesta na kom se meri, dakle ne mora biti svugde ista.*

Komentar:

Svakako treba voditi računa o grešci koju često pravimo u svakodnevnim razgovorima: na pitanje „Koliko si težak?“ ne odgovara se u kilogramima, jer merna jedinica za težinu je njutn, to je sila. Tačnije, ako nekog zanima koliko imaš kilograma, pravilno pitanje je „Kolika ti je masa?“

7. Kako definišemo gustinu tela, odnosno supstance?

*Odgovor: Gustina je izvedena fizička veličina koja nam govori kolika masa (tela, supstance) ispunjava jedinični deo prostora, jediničnu zapreminu. Gustina neke supstance je konstanta veličina pod određenim spoljašnjim uslovima, temperaturi i pritisku. Oznaka za gustinu je grčko slovo „ $\rho$ “ –  $\rho$ , a merna jedinica kilogram po kubnom metru  $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ . Postoje i druge merne jedinice za gustinu, koje se dobijaju kombinacijom (u vidu količnika) mernih jedinica mase i zapremine:  $\left[ \frac{g}{cm^3} \right]$ ,  $\left[ \frac{mg}{mm^3} \right]$ ,  $\left[ \frac{kg}{l} \right]$ ,  $\left[ \frac{g}{ml} \right]$ ,  $\left[ \frac{T}{m^3} \right]$ , itd.*

*Kada razmatramo gustinu homogenog tela, tada mislimo na gustinu supstance jer homogeno telo je telo sačinjeno od jedne vrste supstance. Formula za izračunavanje gustine ovakvih tela je:*

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

*U slučaju nehomogenih tela, odnosno tela sačinjenih od više supstanci ili više drugih tela, tada razmatramo srednju gustinu koja se dobija kao količnik ukupne mase i ukupne zapremine takvog tela:*

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}}.$$

8. Plivanje i tonjenje tela u tečnosti, odnosno raslojavanje dve ili više tečnosti vezano je sa gustom supstance. Na koji način? Navesti primere plivanja i tonjenja, odnosno stvaranja slojeva tečnosti.

*Odgovor: Tela tonu ukoliko su veće gustine od tečnosti u kojoj se nalaze, a plivaju ako im je guma manja. U slučaju dve tečnosti, manju guminu ima tečnost koja formira gornji sloj. Naravno uslov za ovakvo poređenje gume jeste da se supstance koje upoređujemo ne rastvaraju jedna u drugoj.*

*Kocka leda pliva u vodi jer je led maje gustine. S druge strane, led bi u nekoj drugoj tečnosti potonuo ako im je veća guma od te tečnosti. Parče gvožđa svakako tone u vodi jer je gvožđe veće gustine. Ako pomešamo ulje i vodu, sloj ulja je iznad sloja vode. Kada se dogodi izlivanje nafte u morima, nafta pliva jer je manje gume od morske vode.*

*Komentar:*

*Do sada nije ni na jednom mestu spomenuto, ali ukoliko nijedan učenik tokom obrade nastavne teme nije postavio pitanje: "Šta se dešava ako su gume tečnosti i tela jednake?", nastavnik spominje takvu mogućnost uz obrazloženje da u tom slučaju telo lebdi u tečnosti i da se ova pojava koristi kao metoda određivanja gume supstance koja je u praškastom obliku.*

*Takođe, multimedijalni sadržaji mogu biti sastavni deo i ovog časa (slike, video-klipovi, animacije, simulacije, prezentacije i slično), a sve sa ciljem potpunog razumevanja gradiva uz predstavljanje odgovarajućih situacija i primera.*

## 6.14 Nastavna jedinica broj 14: Masa i gustina – uvežbavanje računskih zadataka

Navedeno je već zbog čega su računski zadaci u fizici bitni za njeno izučavanje, pa se zbog toga kroz vežbanje mora obuhvatiti što više tipova zadataka. Takođe je važno, usled realne razlike u mogućnostima učenika, „pokriti“ i manje i više složene zadatke.

Zadaci:

1. a) Ukupna masa četiri tela iznosi  $12[kg]$ . Mase prva tri tela su redom:  $1[kg]$ ,  $2[kg]$  i  $5[kg]$ . Izračunaj masu četvrtog tela.

Rešenje:

$$m_{uk} = 12[kg]$$

$$m_1 = 1[kg]$$

$$m_2 = 2[kg]$$

$$m_3 = 5[kg]$$

$$m_4 = ?$$

$$m_{uk} = m_1 + m_2 + m_3 + m_4$$

$$m_4 = m_{uk} - m_1 - m_2 - m_3 = 12 - 1 - 2 - 5 [kg]$$

$$m_4 = 4[kg]$$

b) Ukupna masa tri tela iznosi  $13[kg]$ . Masa prvog tela je  $7[kg]$ , a masa trećeg tela je dva puta veća od mase drugog tela. Kolike su mase drugog i trećeg tela?

Rešenje:

$$m_{uk} = 13[kg]$$

$$m_1 = 7[kg]$$

$$m_3 = 2 \cdot m_2$$

$$m_2 = ?$$

$$m_3 = ?$$

$$m_{uk} = m_1 + m_2 + m_3 = m_1 + m_2 + 2 \cdot m_2 = m_1 + 3 \cdot m_2$$

$$3 \cdot m_2 = m_{uk} - m_1 = 6[kg]$$

$$m_2 = \frac{6}{3} [kg] = 2[kg]$$

$$m_3 = 2 \cdot m_2 = 4[kg]$$

2. a) Izračunaj težinu tela mase  $5[kg]$ .

Rešenje:

$$m = 5[kg] \quad Q = ?$$

$$Q = m \cdot g$$

$$g = 10 \left[ \frac{N}{kg} \right]$$

$$Q = m \cdot g = 5[kg] \cdot 10 \left[ \frac{N}{kg} \right] = 50[N]$$

b) Izračunaj masu tela čija je težina  $15[N]$ .

Rešenje:

$$Q = m \cdot g, \quad m = \frac{Q}{g}$$

$$m = \frac{15[N]}{10 \left[ \frac{N}{kg} \right]} = 1,5[kg]$$

3. Da li je sila od  $5[N]$  dovoljna za pokretanje tela mase  $3[kg]$  koje miruje, ako je koeficijent trenja između tela i podloge  $\mu = 0,2$ ?

Rešenje:

$$F_{tr} = \mu \cdot Q = \mu \cdot m \cdot g$$

$$F_{tr} = 0,2 \cdot 3 \cdot 10 [N] = 6[N]$$

$$6[N] > 5[N]$$

4. a) Kolika je gustina tela mase  $20[kg]$  i zapremine  $0,04[m^3]$ ?

Rešenje:

$$m = 20[kg]$$

$$V = 0,04[m^3]$$

$$\rho = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{20[kg]}{0,04[m^3]} = 500 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

- b) Kolika je masa tela zapremine  $6000[cm^3]$ , ako je gustina supstance od koje je sačinjeno telo  $1200 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ ?

Rešenje:

$$V = 6000 \text{ [cm}^3\text{]} = 6000 \cdot 0,000001 \text{ [m}^3\text{]} = 0,006 \text{ [m}^3\text{]}, \rho = 1200 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\rho = \frac{m}{V}, m = \rho \cdot V$$

$$m = 0,006 \text{ [m}^3\text{]} \cdot 1200 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] = 7,2 \text{ [kg]}$$

5. Izračunaj srednju gustinu nehomogenog tela koje se sastoji od tela zapremine  $V_1 = 4 \text{ [ml]}$  čija je gustina  $\rho_1 = 2,5 \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$ , tela mase  $m_2 = 0,06 \text{ [kg]}$  i gustine  $\rho_2 = 3,75 \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$  i tela čija je masa dva puta manja od mase prvog tela a zapremina mu je dva i po puta veća od zapremine drugog tela. Rezultat izraziti u  $\left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$ . Da li ovakvo telo pliva ili tone u vodi?

Rešenje:

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{V_1 + V_2 + V_3}$$

$$V_1 = 4 \text{ [ml]} = 4 \cdot 0,001 \text{ [dm}^3\text{]} = 0,004 \cdot 1000 \text{ [cm}^3\text{]} = 4 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$\rho_1 = 2,5 \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$$

$$m_2 = 0,06 \text{ [kg]} = 0,06 \cdot 1000 \text{ [g]} = 60 \text{ [g]}$$

$$\rho_2 = 3,75 \left[ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$$

$$m_3 = \frac{m_1}{2}$$

$$V_3 = 2,5 \cdot V_2$$

$$m_1 = \rho_1 \cdot V_1$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}$$

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{\rho_1 \cdot V_1 + m_2 + \frac{m_1}{2}}{V_1 + \frac{m_2}{\rho_2} + 2,5 \cdot V_2}$$

$$\rho_{sr} = 1,25 \left[ \frac{g}{cm^3} \right]$$

$$\rho_{sr} = 1250 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

*Komentar:*

*Zadaci korišćeni kao priprema za kontrolni su kvantitativni ( jednostavni i složeni), ali učenicima treba napomenuti da svi do sada urađeni zadaci (prilikom obrade gradiva, vežbanja zadataka i laboratorijskih vežbi) potencijalno mogu biti u sklopu kontrolnog. Učenici se moraju veoma dobro pripremiti ako planiraju da imaju visoke ocene, kriterijum se mora održati na visokom nivou.*

## **6.15 Nastavna tema broj 15: Ocenjivanje učenika/kontrolni zadatak**

U nastavku teksta ponudiću primer kontrolnog zadatka koji se učenicima zadaje po završetku obrade nastavne teme, a koji objedinjuje veći broj tipova test-pitanja i računskih zadataka kao i obrazovnih standarda i nivoa znanja. Kontrolni zadatak sastoji se iz dve grupe (A i B) u cilju lakšeg sprovođenja i kontrole rada. Obe grupe sadrže po pet delova (zadataka), uz bonus računski zadatak. Prvi deo zahteva zaokruživanje slova ispred tačne tvrdnje, a drugi popunjavanje praznog mesta u iskazu. Treći deo vezan je sa definisanjem fizičkog zakona, uz navođenje primera, dok četvrti i peti predstavljaju kvantitativne računske zadatke različitih stepena težine. Tačno urađen bonus zadatak (koji spada u grupu kombinovanih i ne očekuje se da ga uradi veliki broj učenika) donosi posebnu, maksimalnu ocenu.

Svaka provera znanja mora imati strogo definisani kriterijum ocenjivanja, jasno predstavljen učenicima. Na predstavljenom kontrolnom zadatku taj kriterijum je sledeći:

- Nema negativnih poena; maksimalan broj poena koji nosi zadatak je 1; bonus zadatak se posebno ocenjuje,
- U prvom zadatku zaokruživanjem slova ispred tačne tvrdne, odnosno nezaokruživanjem slova ispred tvrdnje koja nije tačna učenik osvaja 0,2 poena; u slučaju zaokruživanja više od tri ponuđene tvrdnje broj poena koji se dobija je nula,
- U drugom zadatku ispravno dopunjena rečenica donosi 0,2 poena,
- Treći zadatak donosi 1 ili 0,5 poena, u zavisnosti od celovitosti odgovora, pri čemu se tražena definicija može iskazati "svojim rečima",
- U četvrtom i petom zadatku se može dobiti ceo ili pola boda i to: ceo bod – održeni delovi a) i b), pola boda – samo a) ili samo b); u slučaju nepotpuno urađenog zadatka, svaka ispravno napisana formula donosi po 0,2 poena.

Dakle, ukupan mogući broj osvojenih poena na kontrolnom zadatku je 5. Kriterijum ocenjivanja je sledeći:

- Ispod 1,5 poena – nedovoljna ocena (1),
- 1,5 – 2,5 poena – dovoljna ocena (2),
- 2,5 – 3,5 poena – dobra ocena (3),
- 3,5 – 4,5 poena – vrlodobra ocena (4),
- Iznad 4,5 poena – odlična ocena (5).

## A grupa

1. Zaokruži slova ispred tri tačne tvrdnje:
  - a) Masa skupa tela jednaka je zbiru masa pojedinačnih tela iz tog skupa.
  - b) Oznaka za težinu je slovo  $m$ .
  - c) Dinamometar je instrument za merenje mase.
  - d) Gustina tela je količnik njegove mase i zapremine.
  - e) Merna jedinica za masu je  $[kg]$ .
2. Pravilno dopuni rečenice:
  - a) Oznaka za gustinu je grčko slovo .....
  - b) Pored  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ , jedna od mernih jedinica za gustinu može biti .....
  - c) Ako telo tone u tečnosti, njegova gustina je ..... od gustine tečnosti.
  - d) Jedan kilogram ima ..... grama.
  - e) Kilogram je ..... deo tone.
3. Kako glasi Prvi Njutnov zakon mehanike, zakon inercije? Navedi primer ovog zakona iz svakodnevnog života.
4. a) Izračunaj težinu tela mase  $m = 2,4[kg]$ . ( $g = 10 \left[\frac{N}{kg}\right]$ )  
b) Izračunaj masu tečnosti zapremine  $V = 40[cm^3]$  i gustine  $\rho = 850 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$ .  
Masu izrazi u gramima.
5. a) Lenjirom su izmerene stranice kvadra koje iznose:  $a = 2[cm]$ ,  $b = 5[cm]$  i  $c = 3[cm]$ . Vagom je merena masa kvadra čija vrednost je  $m = 120[g]$ . Izračunaj gustinu supstance od koje je kvadar izrađen.  
b) Razlika masa prazne i do vrha pune posude sa uljem je  $m = 270[g]$ , a gustina ulja je  $\rho = 0,9 \left[\frac{g}{cm^3}\right]$ . Kolika je zapremina posude u litrama,  $[l]$ ?

**Bonus zadatak:** Izračunaj srednju gustinu nehomogenog tela sačinjenog od tri tela, pri čemu je masa prvog  $1200[g]$ , masa drugog dva puta manja od mase prvog, a masa trećeg tela tri puta manja od mase drugog. Zapremina prvog tela je četiri puta veća od zapremine drugog, a zapremina drugog tela je za  $1[l]$  veća od zapremine trećeg tela, koja iznosi  $0,5[dm^3]$ .

## B grupa

1. Zaokruži slova ispred tri tačne tvrdnje:
  - a) Masa je mera inertnosti tela.
  - b) Jedan od instrumenata za merenje mase tela je digitalna vaga.
  - c) Gustina tela se dobija kao proizvod njegove mase i zapremine.
  - d) Merna jedinica za zapreminu je  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ .
  - e) Oznaka za masu je slovo  $Q$ .
2. Pravilno dopuni rečenice:
  - a) Gustina vode iznosi .....  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ .
  - b) Dodavanjem soli u vodu, gustina vode se .....
  - c) Ako telo pliva u tečnosti, njegova gustina je ..... od gustine tečnosti.
  - d) Gram je ..... deo kilograma.
  - e) Jeden kilogram ima ..... miligramma.
3. Kako glasi Prvi Njutnov zakon mehanike, zakon inercije? Navedi primer ovog zakona iz svakodnevnog života.
4. a) Izračunaj masu tela težine  $Q = 750[N]$ . ( $g = 10 \left[\frac{N}{kg}\right]$ )  
b) Izračunaj gustinu tečnosti zapremine  $V = 30[dm^3]$  i mase  $m = 21000[g]$ .  
Gustinu izrazi u  $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$ .
5. a) Lenjirom je izmerena dužina stranice kocke  $a = 3[cm]$ , a laboratorijskom vagom njena  $m = 54[g]$ . Izračunaj gustinu supstance od koje je napravljena kocka.  
b) Masa prazne posude je  $m_1 = 22[g]$ , a masa posude sa tečnošću zapremine  $V = 50[ml]$  iznosi  $m_2 = 62[g]$ . Kolika je gustina tečnosti izražena u  $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$ ?

**Bonus zadatak:** Izračunaj srednju gustinu nehomogenog tela sačinjenog od tri tela, pri čemu je masa prvog  $1200[g]$ , masa drugog dva puta manja od mase prvog, a masa trećeg tela tri puta manja od mase drugog. Zapremina prvog tela je četiri puta veća od zapremine drugog, a zapremina drugog tela je za  $1[l]$  veća od zapremine trećeg tela, koja iznosi  $0,5[dm^3]$ .

Rešenje kontrolnog zadatka (A grupa):

1. Tačne tvrdnje su pod a), d) i e).
2. Rečenice treba dopuniti sa:
  - a) „ro“- $\rho$
  - b) Ima više tačnih odgovora, koji mogu biti:  $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$ ,  $\left[\frac{kg}{dm^3}\right]$ ,  $\left[\frac{g}{l}\right]$ ,  $\left[\frac{T}{m^3}\right]$ , itd.
  - c) Veća
  - d) 1000
  - e) Hiljaditi
3. Definicija zakona može biti napisana „svojim rečima“, a primer treba da bude originalan ali u skladu sa već pominjanim primerima.

4. a)  $Q = m \cdot g = 24[N]$

b)  $V = 40[cm^3]$ ,  $\rho = 850 \left[\frac{kg}{m^3}\right] = 850 \cdot \frac{1000[g]}{1000000[cm^3]} = 0,85 \left[\frac{g}{cm^3}\right]$ ,

$$\rho = \frac{m}{V},$$

$$m = \rho \cdot V = 34[g]$$

5. a)  $m = 120[g]$ ,  $V = a \cdot b \cdot c = 30[cm^3]$ ,  $\rho = \frac{m}{V} = 4 \left[\frac{g}{cm^3}\right]$

b)  $m = 270[g]$ ,  $\rho = 0,9 \left[\frac{g}{cm^3}\right]$ ,  $V = \frac{m}{\rho} = 300[cm^3] = 300 \cdot 0,001[dm^3] = 0,3[l]$

Rešenje kontrolnog zadatka (B grupa):

1. Tačne tvrdnje su pod a), b) i e).
2. Rečenice treba dopuniti sa:
  - a) 1000
  - b) Povećava
  - c) Manja
  - d) Hiljaditi
  - e) 1000000 (milion)
3. Definicija zakona može biti napisana „svojim rečima“, a primer treba da bude originalan ali u skladu sa već pominjanim primerima.
4. a)  $Q = m \cdot g, m = \frac{Q}{g} = 75[kg]$   
b)  $m = 21000[g] = 21[kg], V = 30[dm^3] = 0,03[m^3], \rho = \frac{m}{V} = 700 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$
5. a)  $m = 54[g], V = a^3 = 27[cm^3], \rho = \frac{m}{V} = 2 \left[ \frac{g}{cm^3} \right]$   
b)  $m = m_2 - m_1 = 40[g], V = 50[ml] = 50[cm^3], \rho = \frac{m}{V} = 0,8 \left[ \frac{g}{cm^3} \right]$

Rešenje bonus zadatka:

$$m_1 = 1200[g] = 1,2[kg], \ m_2 = \frac{m_1}{2}, \ m_3 = \frac{1}{3} \cdot m_2$$

$$V_1 = 4 \cdot V_2, \ V_2 = 1[l] + V_3, \ V_3 = 0,5[dm^3], \ 1[l] = 1[dm^3]$$

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}}$$

$$m_{uk} = m_1 + m_2 + m_3 = m_1 + \frac{m_1}{2} + \frac{1}{3} \cdot \frac{m_1}{2} = \frac{10}{6} m_1 = 2000[g] = 2[kg]$$

$$V_{uk} = V_1 + V_2 + V_3 = 4 \cdot 1,5 + 1,5 + 0,5 [dm^3] = 8[dm^3] = 0,008[m^3]$$

$$\rho_{sr} = \frac{m_{uk}}{V_{uk}} = \frac{2[kg]}{0,008[m^3]} = 250 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$$

Komentar: Ne računajući bonus, zadaci spadaju u grupe kvalitativnih i kvantitativnih, a jednostavnog i složenog su tipa, pri čemu pokrivaju do sada već navedene obrazovne standardeznanja učenika. Bonus zadatak je kombinovani, kvantitativni. Ocene koje učenici dobiju unose se u dnevnik, uz mogućnost usmenog odgovaranju sa ciljem popravljanja ocene, ali samo na času koji sledi nakon kontrolnog zadatka.

## 7 DOPUNSKA I DODATNA NASTAVA

Dopunska i dodatna nastava sastavni su deo posla nastavnika. Dopunska nastava namenjena je učenicima koji su dugo (opravdano) bili odsutni iz škole, kao i učenicima koji povremeno ili stalno imaju zaostatak i probleme pri učenju ili ne postižu dovoljan uspeh zbog loših socijalnih uslova u kojima žive, problema u psihofizičkom razvoju i sl. [13]. U zavisnosti od sposobnosti i interesovanja učenika, na dopunskim časovima fizike ponavlja se gradivo nastavnog programa uz primere računskih zadataka i eksperimenata koji mogu biti jednostavni, složeni, ali i kombinovani. Ostvareni standardi treba da pokrivaju sva tri nivoa znanja, osnovni, srednji i napredni.

Za učenike koji pokazuju veću zainteresovanost za određeni predmet, koji postižu izuzetne uspehe u savladavanju sadržaja programa [13], organizuju se časovi dodatne fizike koji služe za dublju obradu nastavne teme, a zadaci koji se na ovim časovima vežbaju obično su takmičarskog tipa. Izrada samostalnih radova (projekata) takođe je sastavni deo dodatne nastave.

Što se tiče takmičarskih zadataka na opštinskom nivou (za osnovne škole), oni su najčešće vezani za nastavnu temu *kretanje*, dok okružna i republička takmičenja sadrže malo širi spektar zadataka u kojima se mogu naći i oni koji potпадaju pod nastavnu temu *masa i gustina*. Ova takmičenja prate nastavni program te su njime uslovljeni i tipovi zadataka. Drugim rečima, na takmičenjima se zadaju zadaci iz oblasti koje su u vreme održavanja takmičenja već obrađene u (redovnoj) školskoj nastavi. U nastavku rada sledi analiza nekih zadataka sa okružnog i republičkog nivoa.

Zadaci:

1. (*Okružni nivo, 2016. [14]*) Kada se na neopterećenu elastičnu oprugu okači teg mase  $m = 3[\text{kg}]$ , ukupna dužina istegnute opruge iznosi  $l_1 = 10[\text{cm}]$ . Ako se zatim na oprugu sa tegom mase  $m$  deluje vertikalno naviše silom  $F = 50[\text{N}]$ , ukupna dužina sabijene opruge iznosi  $l_2 = 5[\text{cm}]$ . Odrediti dužinu neopterećene elastične opruge,  $l_0$ .

Rešenje:

Koeficijen elastičnosti opruge ( $k$ ) jednak je količniku sile koja deluje na oprugu ( $F$ ) i deformaciji opruge pod dejstvom te sile ( $\Delta l$ ). Dakle,

$$k = \frac{F}{\Delta l} \left[ \frac{N}{kg} \right]$$

Deformacija opruge se dobija kao razlika krajnje dužine (nakon delovanja sile) i početne dužine:

$$\Delta l = l - l_0$$

Na ovaj način za dva slučaja deformacije dobijamo:

$$\Delta l_1 = l_1 - l_0$$

$$\Delta l_2 = l_2 - l_0$$

Vodeći računa o smeru sila koje deluju na oprugu u prvom i drugom slučaju, pišemo:

$$F_1 = mg$$

$$F_2 = mg - F$$

U oba slučaja radi se o istoj opruzi, odnosno koeficijen elastičnosti je u oba slučaja isti, pa to zapisujemo kao:

$$k = \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2}$$

Dalje je:

$$\frac{mg}{l_1 - l_0} = \frac{mg - F}{l_2 - l_0}$$

Sređivanjem izraza (unakrsno množenje) dolazimo do vrednosti dužine neopterećene opruge  $l_0$ ,

$$l_0 = 7[cm]$$

*Komentar: Ovaj zadatak za učenika šestog razreda svakako nije jednostavan. Kao prvo, on mora znati vezu koeficijenta elastičnosti, sile koja deluje na oprugu i deformacije opruge, a takođe mora voditi računa o ispravnosti postavljanja početnih formula (smerovi sila i predznaci deformacija). Učenik treba da zna i da je veza koja spaja dve jednačine jednakost koeficijenata elastičnosti. Na kraju, rešavanje jednačine zahteva korišćenje matematičkog aparata koji za prosečnog učenika ovog uzrasta u svakom slučaju nije trivijalna stvar. Dakle, ovaj zadatak je kvantitativni i kombinovani, kao i većina zadataka na ovom nivou takmičenja.*

2. (Republički nivo, 2015. [14]) Na oprugu je okačena termostatirana posuda zapremine  $V = 1[l]$  napunjena do polovine tečnošću gustine  $\rho_1 = 750 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ , usled čega se opruga istegne za  $\Delta l_1$ . Kada se u istu posudu naspe zapremina vode  $V_2$  na temperaturi  $4[^\circ C]$ , opruga se istegne 20% više nego kada je u posudi tečnost gustine  $\rho_1$ . Odrediti zapreminu vode  $V_2$ . Izračunati koliko se najviše celih kockica leda stranice  $a = 2[cm]$  može napraviti od vode zapremine  $V_2$  koja se nalazi u posudi. Gustina vode na temperaturi  $4[^\circ C]$  iznosi  $\rho_2 = 1000 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ , a gustina leda je  $\rho = 900 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ .

Rešenje:

Ako krenemo od jednakosti koeficijenata elastičnosti opruge,

$$k = \frac{F_1}{\Delta l_1} = \frac{F_2}{\Delta l_2}$$

i znajući da je sila (težina) proizvod mase i konstante  $g$ , a masa proizvod gustine i zapremine tečnosti, pišemo:

$$\frac{\rho_1 V_1 g}{\Delta l_1} = \frac{\rho_2 V_2 g}{\Delta l_2}$$

pri čemu je  $V_1$  zapremina tečnosti gustine  $\rho_1$ , a  $\Delta l_2 = 1,2 \cdot \Delta l_1$ , uvrštavanjem brojnih vrednosti (uz vođenje računa o mernim jedinicama) dobijamo brojnu vrednost zapremine vode u posudi:

$$V_2 = 450[\text{cm}^3]$$

Dalje, kako je masa vode jednaka masi leda, možemo pisati:

$$m_2 = m$$

$$\rho_2 V_2 = \rho V$$

i odavde dobijamo zapreminu leda:

$$V = 500[\text{cm}^3]$$

Broj kockica leda dobijamo kada ukupnu zapreminu leda podelimo sa zapreminom jedne kockice leda:

$$N = \frac{V}{a^3} = 62,5$$

Pošto je pitanje koliko se celih kockica leda može napraviti od date zapremele lede, konačan odgovor je 62.

*Komentar: Zadatak je kvantitativan i kombinovan, izuzetno zahtevan za rešavanje. Da bi ga rešio učenik mora da zna vezu sile, deformacije opruge i koeficijenta elastičnosti, kao i vezu mase i težine, tj. mase, zapremine i gustine. Pri tome mora paziti na merne jedinice, gde litar nije standardna merna jedinica SI sistema. Učenik takođe mora znati da iako se razlikuju gustine i zapremine vode i leda, ukupna masa supstance prilikom zamrzavanja se ne menja i da se postavljanjem jednakosti masa dolazi do tražene zapremine leda, odnosno celog broja kockica leda nakon deljenja te zapremine sa zapreminom jedne kockice leda. Veoma mali broj učenika je u stanju da ovaj zadatak samostalno reši (što je i razumljivo, s obzirom na nivo takmičenja).*

## ZAKLJUČAK

U radu je predstavljena obrada nastavne teme, uz uvažavanje ciljeva i zadataka nastave fizike, normi koje u sebi nose računski zadaci i laboratorijske vežbe, kao i standardi obrazovanja, testovi znanja i planovi nastavnog rada. Obrađena je svaka pojedinačna nastavna jedinica, a komentari koji se u njihovom sklopu pojavljuju nastali su na osnovu autorovog iskustva u nastavi, odnosno predstavljaju smernice na mestima gde se najčešće u toku nastavnog procesa na časovima fizike mogu javiti problemi i poteškoće vezane za način predavanja i razumevanje izloženog gradiva.

Problem u nastavi fizike koji se u praksi neretko sreće, jeste nedovoljna motivisanost učenika koja je posledica nerazumevanja gradiva i teškoće prilikom učenja. Ovo nije posledica nestručnosti nastavnog kadra, šta više nastavnici su visoko obrazovani i pripremljeni za rad u školama, već je to posledica problema nedovoljne zastupljenosti fizike u nastavnom sistemu naše države. Mali broj časova nedeljno (samo dva) nije dovoljan za detaljnu obradu i utvrđivanje svake Zakonom propisane nastavne teme pa tako učenici, nenaviknuti na samostalni rad, često ostaju uskraćeni za dodatna objašnjenja prilikom teorijskog dela nastave, kao i prilikom uvežbavanja računskih zadataka. Takođe, časovi eksperimentalnih vežbi trpe zbog manjka časova u godišnjem planu rada, te učenici nisu dovoljno upoznati sa metodama, ciljevima i zadacima eksperimenta kao sastavnog dela svake prirodne nauke.

Ako bi se ovaj problem rešio, učenici bi imali više vremena za upoznavanje sa fizikom, za njeno izučavanje, a razumevanje gradiva bilo bi na višem nivou. Samim tim, oni bi izrastali u ljude koji su svesni prirode oko sebe i zakona koji u njoj važe, a mnogo veći broj njih bi učinio i korak više u smeru daljeg i dubljeg izučavanja i istraživanja sa ciljem dolaska do novih otkrića, što je svakako i glavni zadatak bilo koje nauke, pa tako i fizike.

## LITERATURA

- [1] Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, *Pravilnik o nastavnom programu osnovnog obrazovanja i vaspitanja*, Zavod za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja, 2013.
- [2] N. Ignatov, "Rešavanje računskih zadataka iz nastavnih jedinica: Ravnomerno i ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje", *Master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za fiziku, Novi Sad, 2016.*
- [3] S. Ilić Petrović, "Njutnovi zakoni kroz eksperimente u nastavi fizike", *Master rad, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za fiziku, Novi Sad, 2016.*
- [4] Fizika osnovcima,  
<https://sites.google.com/site/fizikaosnovcima/zadaci> (12.06.2017.)
- [5] Školski eksperimenti iz fizike,  
<http://tesla.pmf.ni.ac.rs/people/nesiclj/predavanja/metodika/2013/8.pdf> (14.06.2017.)
- [6] Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, *Obrazovni standardi za kraj obaveznog obrazovanja za nastavni predmet fizika*, Zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja, 2010.
- [7] Testovi znanja,  
<https://www.slideshare.net/radovicbiljana/testovi-znanja-uputstvo-za-nastavnike> (27.06.2017.)
- [8] Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, *Nastavni plan za drugi ciklus osnovnog obrazovanja i vaspitanja*, Zavod za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja, 2013.
- [9] A. Kandić, G. Poparić, *FIZIKA 6 - Udžbenik sa zbirkom zadataka i laboratorijskim vežbama za šesti razred osnovne škole*, Logos, Beograd, 2011.
- [10] Milan O. Raspopović, *Fizika sa zbirkom zadataka, laboratorijskim vežbama i testovima za šesti razred osnovne škole*, Zavod za udžbenike, Beograd, 2011.
- [11] Demonstracioni eksperiment – Slojevi tečnosti različitih gustina,  
<https://www.youtube.com/watch?v=WNYFUmKiqaU> (05.06.2017.)

[12] Demonstracioni eksperiment – Jaje i slana voda,  
<https://www.youtube.com/watch?v=VAevsIHDnhQ> (05.06.2017.)

[13] Dopunska i dodatna nastava,  
[https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiD5Iayye\\_UAhUHthQKHW36DF4QFgg1MAM&url=https%3A%2F%2Fwww.ffst.unist.hr%2F\\_download%2Frepository%2F13.\\_DOPUNSKA\\_i\\_DODATNA\\_NASTAVA.ppt&usg=AFQjCNFVFdFlZH1ydKJ1uFCuEGIA9ZSzrQ](https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiD5Iayye_UAhUHthQKHW36DF4QFgg1MAM&url=https%3A%2F%2Fwww.ffst.unist.hr%2F_download%2Frepository%2F13._DOPUNSKA_i_DODATNA_NASTAVA.ppt&usg=AFQjCNFVFdFlZH1ydKJ1uFCuEGIA9ZSzrQ) (27.06.2017.)

[14] Zadaci sa opštinskih, okružnih, republičkih i saveznih takmičenja za učenike osnovnih škola,  
[http://takmicenja.ipb.ac.rs/?page\\_id=124](http://takmicenja.ipb.ac.rs/?page_id=124) (02.07.2017.)

**UNIVERZITET U NOVOM SADU**

**PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET**

**DEPARTMAN ZA FIZIKU**

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj:

**RBR**

Identifikacioni broj:

**IBR**

Tip dokumentacije:

**TD**

Monografska dokumentacija

Tip zapisa:

**TZ**

Tekstualni štampani materijal

Vrsta rada:

**VR**

Master rad

Autor:

**AU**

Zoltan Varga

Mentor:

**MN**

Dr Sonja Skuban

Naslov rada:

**NR**

Obrada nastavne teme: „Masa i gustina“  
u osnovnoj školi

Jezik publikacije:

**JP**

Srpski/latinica

Jezik izvoda:

**JI**

Srpski

Zemlja publikacije:	Srbija
<b>ZP</b>	
Uže geografsko područje:	Vojvodina
<b>UGP</b>	
Godina:	2017.
<b>GO</b>	
Izdavač:	Autorski reprint
<b>IZ</b>	
Mesto i adresa:	Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
<b>MA</b>	
Fizički opis rada:	7/113/0/7/14/1/0
<b>FO</b>	
Naučna oblast:	Fizika
<b>NO</b>	
Naučna disciplina:	Metodika nastave fizike
<b>ND</b>	
Predmetna odrednica/ključne reči:	masa i gustina, osnovna škola, obrazovni standardi, nastava jedinica, zadaci, eksperimenti
<b>PO</b>	
<b>UDK</b>	
Čuva se:	Prirodno-matematički fakultet, Biblioteka departmana za fiziku, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
<b>ČU</b>	

Izvod:  
**IZ**

Zbog ogromnog civilizacijskog značaja,  
fizika zauzima posebno mesto u  
školskim sistemima širom sveta. Da bi  
nastava fizike bila efikasna, njen sadržaj  
mora biti bogat i zanimljiv jer jedino  
tako će probuditi maštu učenika i želju  
za novim saznanjima. Rad je  
koncipiran kao nastavnička priprema za  
obradu nastavnih jedinica u okviru teme  
*Masa i gustina* za osnovnu školu.

Datum prihvatanja teme:  
**DP**

26.06.2017.

Datum odbrane:  
**DO**

14.07.2017.

Članovi komisije:  
**KO**

1.) dr Maja Stojanović, vanredni profesor, predsednik komisije  
2.) dr Fedor Skuban, docent, član komisije  
3.) dr Sonja Skuban, vanredni profesor, član komisije/mentor

**UNIVERSITY OF NOVI SAD**  
**FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS**  
**DEPARTMENT OF PHYSICS**

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

Accession number:

**ANO**

Identification number:

**INO**

Document type:

Monograph type

**DT**

Type of record:

Printed text

**TR**

Contents code:

Master thesis

**VR**

Author:

Zoltan Varga

**AU**

Mentor:

Ph.D. Sonja Skuban

**MN**

Title:

Threatment of the theme: "Mass and density" in primary school

**TI**

Language of text:

Serbian/Latin

**LT**

Language of abstract:

Serbian

**LA**

Country of publication:	Serbia
<b>CP</b>	
Locality of publication:	Vojvodina
<b>LP</b>	
Publication year:	2017.
<b>PY</b>	
Publisher:	Author's reprint
<b>PU</b>	
Publication place:	Novi Sad, Faculty of Science and Mathematics, Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4
<b>PP</b>	
Physical description:	7/113/0/7/14/1/0
<b>PD</b>	
Scientific field:	Physics
<b>SF</b>	
Scientific discipline:	Didactics of physics
<b>SD</b>	
Subject/Key words:	mass and density, primary school, educational standards, curriculum unit, calculating task, experiments
<b>SKW</b>	
<b>UC</b>	
Holding data:	Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4
<b>HD</b>	

**Abstract:**

**AB**

Due to its huge civic importance, physics occupies a special place in education systems around the world.

In order to make the teaching of physics effective, its content must be rich and interesting, because only

that way it will awaken the imagination of the students and their desire for new knowledge. This paper is designed as a teaching preparation for curriculum units within the topic

Mass and density for elementary school.

Accepted by the Scientific Board on:

**ASB**

26.06.2017.

Defended on:

**DE**

14.07.2017.

Thesis Defend Board:

**DB**

1.) Ph.D. Maja Stojanović, associate professor, president

2.) Ph.D. Fedor Skuban, docent, member

3.) Ph.D. Sonja Skuban, associate professor, member/mentor

### **Kratka biografija**



Zoltan Varga, rođen 02.08.1986. godine u Bečeju, završio je osnovnu školu "Josif Marinković" u Novom Bečeju, kao i opšti smer "Gimnazije Bečeј – istureno odeljenje u Novom Bečeju". Godine 2005. upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Inženjerstvo zaštite šivotne sredine, koji završava 2011. kao master inženjer, da bi 2012. upisao Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu na smeru Profesor fizike, koji završava 2016. i iste godine upisuje master studije na ovom fakultetu, smer Profesor fizike – master. Od 2014. Radi u više osnovnih škola kao nastavnik fizike.