

# Pokusi o vodi-radionica za djecu predškolskog uzrasta

---

Šumanovac, Josipa

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Physics / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za fiziku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:160:020243>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-27**



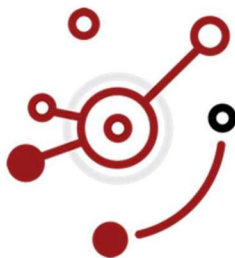
Repository / Repozitorij:

[Repository of Department of Physics in Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**ODJEL ZA FIZIKU**



**JOSIPA ŠUMANOVAC**

**POKUSI O VODI – RADIONICE ZA DJECU  
PREDŠKOLSKOG UZRASTA**

**Završni rad**

**Osijek, 2019.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**ODJEL ZA FIZIKU**



**JOSIPA ŠUMANOVAC**

**POKUSI O VODI – RADIONICE ZA DJECU  
PREDŠKOLSKOG UZRASTA**

**Završni rad**

Predložen Odjelu za fiziku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku radi stjecanja zvanja prvostupnice fizike

**Osijek, 2019.**

**„Ovaj završni rad je izrađen u Osijeku pod vodstvom mentorice doc. dr. sc. Maje Varge Pajltler u sklopu Sveučilišnog diplomskog studija Fizike na Odjelu za fiziku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.“**

## **Zahvale**

*Zahvaljujem se svojoj mentorici doc. dr. sc. Maji Varga Pajtler na iskazanom strpljenju, velikoj pomoći i vodstvu pri izradi ovog završnog rada.*

*Zahvaljujem se svojoj obitelji koja je bila veliki oslonac. Posebno mojoj sestri Aniti Šumanovac koja je bila uzor i pružala mi podršku na svakom mom koraku i bratu Juraju Šumanovac koji je uvijek bio tu kada je trebalo.*

*Zahvaljujem se svojim prijateljima koji su bili velika potpora.*

*I za kraj najveću zahvalnost želim iskazati svojim roditeljima Ivanu i Renati Šumanovac koji su imali puno strpljena, podrške i vjere u mene. Od početka školovanja do stjecanja zvanja prvostupnice bili su „vjetar u leđa“.*

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. POVRŠINSKA NAPETOST.....	2
2.1. Plutajući novčić.....	5
2.2. Brodić na površini vode .....	6
2.3. Kapljice vode na novčiću .....	7
2.4. Pokus s paprom.....	8
3. GUSTOĆA.....	9
3.1. Aristotelovo jaje .....	12
3.2. Kartezijev ronilac .....	13
3.3. Šarena čaša .....	14
3.4. Topla i hladna voda .....	16
3.5. Obojeni mjehurići u boci .....	17
4. DIFUZIJA.....	19
4.1. Bomboni.....	19
4.2. Difuzija u toploj i hladnoj vodi.....	21
5. ZAKLJUČAK .....	22
6. LITERATURA.....	23
ŽIVOTOPIS.....	24

Odjel za fiziku

## **POKUSI O VODI – RADIONICE ZA DJECU PREDŠKOLSKOG UZRASTA**

**JOSIPA ŠUMANOVAC**

### **Sažetak**

Ovim završnim radom opisani su pokusi vezani za neka svojstva vode poput površinske napetosti, gustoće, difuzije, itd. Uz fizikalna objašnjenja svakog pokusa, nalaze se i objašnjenja namijenjena za djecu predškolske dobi. Pokusi su jednostavni, šaroliki i zanimljivi, a cilj im je potaknuti dječju maštu i učiti ih o prirodnim znanostima već od malih nogu.

**Rad je pohranjen u knjižnici Odjela za fiziku**

**Ključne riječi:** voda/međumolekularne sile/površinska napetost/gustoća/uzgon/difuzija

**Mentor:** doc. dr. sc.Maja Varga Pajtler

**Ocjenjivači:**

**Rad prihvaćen:** Odlukom odbora za završne radove

## **WATER EXPERIMENTS – WORKSHOPS FOR PRESCHOOL CHILDREN**

**JOSIPA ŠUMANOVAC**

### **Abstract**

In this Bachelor thesis we will be describing several physical experiments related to water properties such as surface tension, density, diffusion, etc., Along with the physical explanations of each experiment there will also be explanations adjusted for preschool children. These experiments are simple, colorful and interesting while aiming to stimulate children's imagination and familiarize them with the natural sciences from a young age.

**Thesis deposited in Department of Physics library**

**Keyword:** water/intermolecular forces/surface tension/density/buoyancy/diffusion

**Supervisor:** doc. dr. sc.Maja Varga Pajtler

**Reviewers:**

**Thesis accepted:** by decision of the Committee for Bachelor Thesis



## 1. UVOD

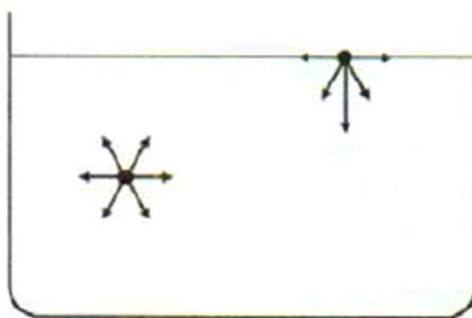
Činjenica je da u odraslog čovjeka voda čini oko 70 % njegove tjelesne težine, što ukazuje koliko je ona važna za ljudski organizam. U ovom završnom radu objasnit ću neka fizikalna svojstva vode poput površinske napetosti, gustoće, uzgona, difuzije, itd. pomoću pokusa izvedenih na Festivalu znanosti u vremenskom razdoblju od 16. – 21. travnja 2018. godine. Tema festivala bila su otkrića, a mi smo djeci predškolske dobi pripremili pokuse kako bi otkrili/istražili svojstva vode. Na taj način smo kroz igru potaknuli dječju radoznalost za tako važan sastojak svih živih organizama.

Osim toga, ovim završnim radom želim naglasiti važnost upoznavanja djece sa znanosti. Fizika je fundamentalna prirodna znanost koja im na svako njihovo pitanje „Zašto?“ može dati odgovor. Bitno je da ih u njihovom odrastanju navodimo da si postavljaju pitanja „Zašto je svijet baš takav kakav je?“. Na taj način potaknut ćemo ih da razmišljanjem razvijaju svoje kognitivne sposobnosti te steknu kreativnost u pronalaženju odgovora.

## 2. POVRŠINSKA NAPETOST

Poznato nam je da kada stavimo nešto lagano na površinu vode, poput spajalice, igle, aluminijske pločice, itd. ono će ostati na površini vode. Isto tako možemo promatrati pojedite kukce kako šecu na površini vode. Ove pojave su moguće zbog površinske napetosti tekućine. Površinsku napetost uzrokuju privlačne međumolekularne sile. Ako se radi o privlačnim silama koje djeluju među istoimenim molekulama onda se nazivaju kohezijske sile, a ako se radi o privlačnim silama različitih tvari onda se radi o adhezijskim silama.

Unutar tekućine međumolekularne sile dosta su jake, ali djeluju samo na određenoj udaljenosti koja se naziva radijus molekularnog djelovanja. Svaka molekula privlači druge molekule sa svih strana unutar tekućine. Udaljavanjem od udaljenosti djelovanja te privlačne sile padaju na nulu. Kako bi bolje razumjeli površinsku napetost kao posljedicu međumolekularnog privlačenja razmotrimo Sliku 1.



**Slika 1.** Prikaz kohezijskih sila između molekula tekućine u dubini i na površini tekućine [1]

Na slici se nalazi posuda u koju je ulivena tekućina. Unutar tekućine prikazano je kako izgleda međumolekularno privlačenje na molekulu u dubini tekućine te na površinsku molekulu. Možemo uočiti da na molekulu u dubini sa svih strana djeluju privlačne sile susjednih molekula, zbog čega se sile suprotnih smjerova ponište i molekula ostaje u ravnoteži. Situacija je drukčija na površini tekućine jer se susjedne molekule nalaze samo ispod površinskog sloja, a iznad površinskog sloja nalaze se molekule zraka. Privlačne sile između površinskih molekula tekućine i molekula zraka je vrlo mala, zbog čega imamo resultantnu silu prema dolje koja djeluje na površinski sloj molekula.

Molekule na površini tekućine imaju veću potencijalnu energiju nego one na dubini, zbog toga tekućina nastoji zauzeti što manju površinu jer u prirodi sve teži energijskom minimumu. Zbog toga kapljice vode koje slobodno padaju u vakuumu ili kapljice vode u bestežinskom stanju imaju sferični oblik [2].

Ako želimo povećati površinu moramo obaviti rad. Napetost površine  $\sigma$  je fizikalna veličina definirana kao rad ( $W$ ) kojeg je potrebno izvršiti kako bi se površina tekućine ( $S$ ) povećala za jedinicu površine:

$$\sigma = \frac{dW}{dS} \quad (1)$$

Mjerna jedinica za napetost površine je džul po metru kvadratnom ili njutn po metru:  $[\sigma] = [\text{J}/\text{m}^2] = [\text{N}/\text{m}]$ .

Kao primjer zamislimo da smo uronili štap (duljine  $a$ ) u vodu. Pri izvlačenju štapa djeluju uz kohezijske sile između molekula vode i adhezijske sile između štapa i vode. Te sile nastojat će spriječiti promjenu površine i zbog toga se javlja napetost površine. Izvučemo li štap za  $\Delta x$ , rad koji je izvršila sila iznosa  $F$ , kojom smo vukli štap bit će:

$$dW = F \cdot \Delta x \quad (2)$$

Izvlačenjem štapa iz vode djelujemo okomito iznosom sile  $F$  na površinu tekućine. Ravna površina se deformira iz razloga što povećavamo površinu tekućine. Voda kvasi obje strane štapa zbog čega će površina biti:

$$dS = 2 \cdot a \cdot \Delta x \quad (3)$$

gdje je  $a$  – duljina štapa.

Uvrstimo li (2) i (3) u izraz (1) dobivamo izraz za napetost površine:

$$\sigma = \frac{F}{2a} = \frac{F}{l} \quad (4)$$

Izrazom (4) vidimo da je napetost površine kao rezultat izvoda iznos sile koja djeluje tangencijalno na površinu tekućine, a okomito na rub površine.

Poznato nam je da neke tekućine imaju veću napetost, a neke manju površinsku napetost. Površinska napetost nekih tekućina prikazana je u Tablici 1. [3].

**Tablica 1.** Površinska napetost nekih tvari [4]

<b>Tvar</b>	<b><math>\sigma/\text{mNm}^{-1}</math></b>
voda	72,8
glicerol	64
metilenjodid ( $\text{CH}_2\text{I}_2$ )	50,8
etilen-glikol	48
dimetil-sulfoksid	44
benzil-alkohol	39
toulen	28,4
kloroform	27,15
acetone	23,7
heksan	18,4

Postoje određene tvari koje mogu smanjiti površinsku napetost i te tvari nazivaju se surfaktantima ili tenzidima. U sljedećih nekoliko pokusa pokazat ćemo da sapunica smanjuje površinsku napetost vode [5].

## 2.1. Plutajući novčić

**Pribor:** Petrijeva zdjelica, voda, novčići od aluminijske (npr. novčić od 1 ili 2 lipe), spajalica.

**Postupak:** Napunimo Petrijevu zdjelicu ili neku drugu posudu vodom. Uzmemo spajalicu i deformiramo ju u oblik koji će nam pomoći da novčić polagano spustimo na površinu vode. Postupak ponovimo, ali ovoga puta bez spajalice i malo bržim pokretom da vidimo što će se dogoditi.

**Rezultat:** Ako polako spuštamo novčić pomoću spajalice, novčić ostaje na površini vode kao što prikazuje Slika 2. Spuštanje novčića bez spajalice i malo bržim pokretom uzrokovalo je potonuće novčića kao što prikazuje Slika 3.



**Slika 2.** Novčić na površini zdjelice prilikom laganog spuštanja u vodu pomoću spajalice



**Slika 3.** Novčić na dnu zdjelice prilikom naglog spuštanja u vodu

**Objašnjenje:** Aluminijski je gotovo 3 puta gušći od vode i zbog toga bismo mogli zaključiti da će novčić potonuti, ali nije zbog toga što je površinska napetost zadržala novčiće na površini vode. Ona će zadržati novčić samo ako ga lagano pomoću spajalice ili nekog drugog pribora spustimo na površinu. Zbog težine aluminijske, naglim spuštanjem površinska napetost ne uspijeva zadržati novčić na površini i on potone [6].

**Objašnjenje za djecu:** Objasnimo im da je površina vode poput „trampolina“ i da neki lakši predmeti poput novčića ako ih dovoljno oprezno i polako spustimo na površinu vode, ostaju plutati. „Trampolin“ zadržava te novčiće. Ako novčiće spuštamo neoprezno, „trampolin će se probušiti“ i novčići će potonuti.

## 2.2. Brodić na površini vode

**Pribor:** Petrijeva zdjelica, voda, komad plastične folije ili stiropora izrezan u obliku brodića, deterdžent.

**Postupak:** Komad plastične folije ili stiropora izrežemo u obliku brodića. Na stražnjoj strani brodića izrežemo maleni urez. Napunimo Petrijevu zdjelicu ili neku drugu posudu vodom. Postavimo brodić na vodu. Na mjestu gdje je urez brodića kapnimo kapaljkom ili slamčicom deterdžent.

**Rezultat:** Brodić se kreće prema naprijed.



**Slika 4.** Brodić koji pluta u zdjelici

**Objašnjenje:** Brodić je lagan pa može plutati po vodi zbog površinske napetosti kao što prikazuje Slika 4. Kada dodamo deterdžent na urez, brodić se počinje gibati. Razlog je deterdžent (surfaktant) koji smanjuje površinsku napetost na način da molekulama vode daje nešto drugo za što se mogu privlačiti (molekule sapuna), zbog čega će kohezijske sile među molekulama na površini biti manje. Kada je kap deterdženta postavljena na urez, površinska napetost u tom području je smanjena. Napetost je veća na ostatku površine i povlači površinu dalje od površine gdje je manja površinska napetost, a tako povlači i brodić skupa sa njom. Nakon ponavljanog eksperimenta, brodić se prestaje gibati bez obzira na dodatak sapuna iz razloga što je površinska napetost te vode znatno smanjena [7].

**Objašnjenje za djecu:** Ponovno im objasnimo da je površina vode poput „trampolina“.

Dodatkom deterdženta na urez brodića napravi se rupa u „trampolinu“. Brodić ne želi upasti u tu rupu i potonuti zbog čega „pobjegne“.

### 2.3. Kapljice vode na novčiću

**Pribor:** Petrijeva zdjelica, voda, novčići od aluminijske legure, kapaljka, spajalica.

**Postupak:** Ponovimo postupak laganog puštanja novčića na površinu vode pomoću spajalice kao u prethodnom pokusu. U kapaljku povučemo malo vode i pažljivo kapnemo individualne kapljice vode na površinu novčića kao što prikazuje Slika 5. Iznenadit ćemo se koliko kapljica stane na novčić.

**Objašnjenje:** Dodavanjem kapljica „vodena kugla“ postaje sve veća. Zbog težnje minimumu potencijalne energije, molekule poprimaju oblik „kugle“ jer tako zauzimaju najmanju površinu. Površinska napetost omogućit će da se „kugla“ ne razlije, ali kada „kugla“ dovoljno naraste, kohezijske sile postaju premale da bi održale oblik „kugle“, zbog čega se voda razlije [8].

**Objašnjenje za djecu:** Ista priča sa „trampolinom“, ovoga puta kapljicu na kovanici možemo usporediti s „opnom balona“. Dopuštamo da sami kapaju i broje koliko „balona“ je potrebno da bi se „probušio trampolin“.



**Slika 5.** Kapljice na površini novčića koji se nalazi na površini vode

## 2.4. Pokus s paprom

**Pribor:** Petrijeva zdjelica ili neka druga posuda, voda, papar, čačkalica, deterdžent.

**Postupak:** Napunimo Petrijevu zdjelicu ili neku drugu posudu sa vodom. Dubina vode neka bude između 2 i 3 cm. Posipamo papar po površini vode tako da se zadrži na površini i pliva kao što prikazuje Slika 6. Nakon posipanog papra, uzimamo čačkalicu i umočimo ju u deterdžent za suđe. Potrebna je manja količina, a zatim čačkalicu umočimo u vodu.

**Rezultat:** Prilikom dodira vode i deterdženta papar se raspršio na rubove Petrijeve zdjelice, a neki komadići su i potonuli kao što prikazuje Slika 7.



**Slika 6.** Voda s paprom prije dodavanja deterdženta



**Slika 7.** Voda s paprom nakon dodavanja deterdženta

**Objašnjenje:** Kada smo posipali papar on se zadržao na površini vode iz razloga zato što je hidrofoban. Hidrofobne tvari odbijaju vodu zbog čega se i nazivaju vodoodbojne. Zbog toga papar nije vezan za vodu i ne otapa se u vodi, a razlog zašto pluta je površinska napetost vode. Dodatkom deterdženta smanjili smo površinsku napetost vode i papar se povlači na rub zdjelice iz razloga što molekule vode žele održati površinsku napetost pa uzrokuju povlačenje prema rubu posude, povlačeći papar sa sobom [9].

**Objašnjenje za djecu:** Površina vode je poput „trampolina“. Dodatkom deterdženta napravi se rupa u „trampolinu“ zbog koje papar pobjegne na rub kako ne bi upao u tu rupu.



### 3. GUSTOĆA

Da bismo definirali gustoću najprije trebamo definirati homogena i nehomogena tijela. Homogena tijela imaju istu gustoću odnosno svojstva u svim svojim dijelovima, dok se kod nehomogenog tijela gustoća, odnosno svojstva razlikuju u svim dijelovima.

Za homogena tijela gustoća je definirana kao omjer mase ( $m$ ) i volumena ( $V$ ):

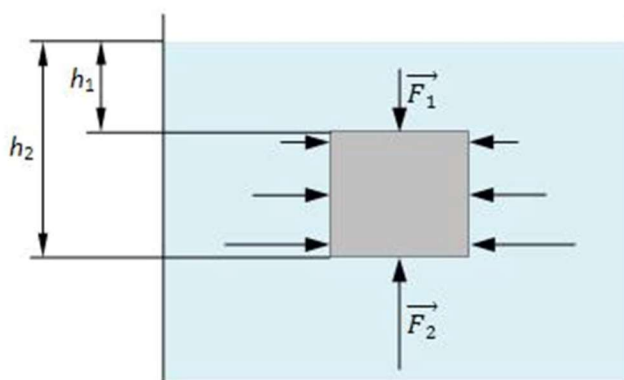
$$\rho = \frac{m}{V} \quad (5)$$

Mjerna jedinica za gustoću je kilogram po metru kubičnom:  $[\rho] = [\text{kg}/\text{m}^3]$ .

Za nehomogena tijela gustoća je dana diferencijalnim kvocijentom koji je funkcija točke prostora, određene radijus-vektorom  $r$ , oko koje se nalazi volumen  $dV$  [10]:

$$\rho(r) = \frac{dm}{dV} \quad (6)$$

Kako bismo shvatili sljedeće pokuse s gustoćom, trebamo reći nešto i o uzgonu, te kako se tijelo u ovisnosti o gustoći ponaša u fluidu (zajednički naziv za tekućine i plinove). Uzgon je rezultantna sila prema gore koja se javlja kao posljedica razlike hidrostatskih tlakova na stranice tijela uronjenog u fluid. Kako bismo bolje razumjeli uzgon promotrimo Sliku 8.



**Slika 8.** Nastanak uzgona kao posljedica razlike hidrostatskog tlaka [11]

Neka kocka prikazuje tijelo uronjeno u fluid gustoće  $\rho_f$ . Hidrostatski tlak je tlak uzrokovan težinom samog fluida. Tlak je omjer iznosa sile i površine na koju ta sila djeluje okomito. Iznosi sila na bočne strane kocke su jednaki jer se nalaze na istoj horizontalnoj ravnini i zbog toga se sile ponište.

Na gornju stranicu kocke djeluje tlak  $p_1$  iznosa:

$$p_1 = p_a + \rho g h_1 \quad (7)$$

$p_a$  - predstavlja atmosferski tlak koji pri normiranim uvjetima iznosi: 101 325 Pa.

$g=9.81 \text{ m/s}^2$  - ubrzanje sile teže

$h_1$  - visina stupca tekućine iznad gornjeg ruba kocke

Zbog toga je iznos sile na gornju bazu kocke:

$$F_1 = p_1 \cdot S \quad (8)$$

Na donju stranicu kocke djeluje tlak  $p_2$  iznosa:

$$p_2 = p_a + \rho g h_2 \quad (9)$$

$h_2$  – visina stupca tekućine iznad donjeg ruba kocke

Zbog toga je iznos sile na donju bazu kocke:

$$F_2 = p_2 \cdot S \quad (10)$$

Sila  $\vec{F}_1$  usmjerena je prema dolje, dok je sila  $\vec{F}_2$  usmjerena prema gore. Budući da je hidrostatski tlak na razini  $h_2$  veći nego na razini  $h_1$ , time će iznos sile  $F_2$  biti veća od iznosa sile  $F_1$ . Kao rezultat pojaviti će se rezultantna sila prema gore koja se naziva uzgon.

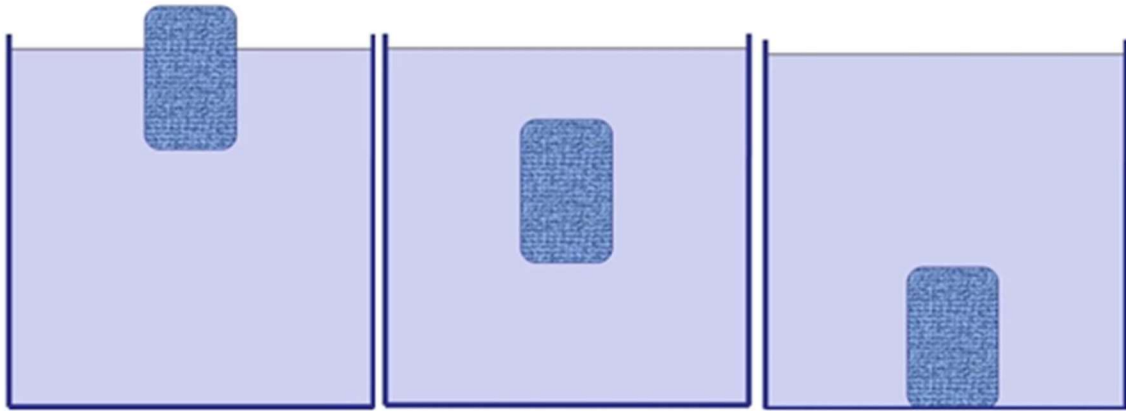
$$F_u = F_2 - F_1 = \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot S - \rho \cdot g \cdot h_2 \cdot S \quad (11)$$

$$F_u = \rho g V \quad (12)$$

$V$ – volumen uronjenog tijela u fluid

Tijelo uronjeno u fluid može se ponašati na tri različita načina (Slika 9.): plivati, lebdjeti potonuti. Tijelo će izroniti i plivati ako je sila teža na tijela manja od uzgona. Ako je sila teža na

tijelo uravnotežena uzgonom, tijelo će lebdjeti. Ako je sila teža na tijelo veća od uzgona, tijelo tone [3].



**Slika 9.** Na lijevoj slici sila teža na tijelo je manja od uzgona i tijelo će plivati. Na srednjoj slici sila teža na tijelo je izjednačena sa uzgonom zbog čega tijelo lebdí. Na desnoj slici sila teža na tijelo je veća od uzgona i tijelo tone [11]

U krutim tijelima su molekule pravilno raspoređene i grade pravilno raspoređenu kristalnu rešetku. U tekućinama je udaljenost molekula malo veća, a u plinovima je ta udaljenost takva da se molekule mogu gotovo slobodno gibati. Definirali smo gustoću kao omjer mase i volumena. U istom volumenu, u većini slučajeva kruta tijela će imati više molekula od fluida, zbog toga je uglavnom fluidima gustoća materije manja od gustoće krutih tijela. Kao primjer jedne fluidne materije, točnije tekućine koja ima veću gustoću od gustoće većine čvrstih elemenata je živa (Hg). Njezina gustoća iznosi  $13\,546\text{ kg/m}^3$ .

### 3.1. Aristotelovo jaje

**Pribor:** Dvije prozirne posude, dva jaja, voda, sol, žlica.

**Postupak:** Napunimo dvije posude s istom količinom vode oko 2 dL. U jednu posudu dodamo šest žlica soli i promiješamo tako da se sva sol otopi. Dodamo jaje u svaku posudu i promatramo što će se dogoditi.

**Rezultat:** Jaje koje se nalazi u posudi sa vodom i soli (Slika 10.) ostalo je plivati, dok je jaje koje se nalazi u posudi sa čistom vodom (Slika 11.) potonulo.



**Slika 10.** Jaje u posudi sa slanom vodom lebdi



**Slika 11.** Jaje u posudi sa vodom tone

**Objašnjenje:** Kao što smo u teorijskom uvodu vidjeli, tijela čija je gustoća veća od gustoće vode, će u vodi tonuti, a ona čija je gustoća manja od gustoće vode će plivati. Gustoća jajeta je veća od gustoće tekućine, zbog čega je ono u posudi sa čistom vodom potonulo. Na početku smo napomenuli da se gustoća za homogena tijela definira kao omjer mase i volumena. Smjesa vode i soli koju smo stavili u drugu posudu je homogena. Na početku smo napomenuli da se za homogena tijela gustoća definira kao omjer mase i volumena. Volumen vode ostao je isti, nismo ga dodavali ili oduzimali, ono što se promijenilo je masa. Dodatkom soli, povećali smo masu tekućine. Zbog toga je gustoća slane vode veća nego neslane. Tako je gustoća tekućine postala veća od gustoće jajeta i jaje je isplivalo na površinu [12].

**Objašnjenje za djecu:** U prvoj posudi jaje je teško zbog čega je potonulo. Kada se voda „najede“ soli ona postaje teža od jajeta i može ga držati, zbog čega jaje pliva.

### 3.2. Kartezijev ronilac

**Pribor:** Plastična boca, kapaljka, voda.

**Postupak:** Plastičnu bocu napunimo vodom do samog vrha. Uzmemo staklenu kapaljku i napunimo ju sa vodom do oko  $\frac{1}{4}$  i stavimo ju u bocu. Kapaljka bi u boci trebala plivati, a voda bi se trebala prelijevati iz boce, te tek tada zatvorimo bocu sa čepom (Slika 12.). Bocu pritisnemo po sredini i promatramo što će se dogoditi sa kapaljkom. Zatim opustimo bocu i opažamo što se događa.

**Rezultat:** Pritiskom na bocu kapaljka se vodom napuni do vrha i počinje tonuti (Slika 13.). Otpuštanjem stiska, dio tekućine se oslobodi iz kapaljke i kapaljka ispliva na površinu.



**Slika 12.** Ronilac u boci



**Slika 13.** Položaj ronioca prilikom pritiska boce

**Objašnjenje:** Pritiskom na bocu, povećavamo tlak u njoj, što uzrokuje utiskivanje vode u kapaljku, komprimirajući pritom zrak u kapaljci. Masa i gustoća kapaljke rastu. Gustoća kapaljke postaje veća od gustoće vode i ona tone. Otpuštajući stisak, tlak opada i voda izlazi iz kapaljke

do razine koja je bila na početku pokusa. Zbog toga gustoća kapaljke postaje manja od gustoće vode i kapaljka ponovno pliva [13].

**Objašnjenje za djecu:** Kapaljka se nalazi na vrhu jer je ona lakša od vode pa ju voda može „držati“. Pritisnemo li bocu, kapaljka se „napije“ vode i postaje teška pa ju voda više ne može „držati“. Zbog toga kapaljka potone na dno.

### 3.3. Šarena čaša

**Pribor:** tri manje čaše i jedna uska, visoka čaša, boje za hranu, šećer, voda, šprica, žlice.

**Postupak:** Uzimamo tri čaše i u svaku dodajmo oko 200 ml vode. U svaku čašu dodamo različite boje za hranu, najbolje bi bilo da uzmemo boje koje imaju najveći kontrast, npr. plava, žuta, crvena tako da bi lakše uočili razdvajanje slojeve. U prvu čašu dodamo dvije žlice šećera, u drugu četiri žlice, a u treću čašu šest. Najbolje je da za svaku čašu koristimo zasebnu žlicu. Odaberemo žutu boju za čašu u koju dodajemo četiri žlice šećera, a za preostale dvije čaše koristimo što tamnije boje. Razlog tome je što će se žuti sloj nalaziti u sredini zbog čega će lijepo odvajati dva tamnija sloja. Bitno je da se šećer otopi u svakoj čaši. Ako ga je teško otopiti, zagrijmo vodu. Nakon što se šećer otopi u svakoj čaši, uzimamo špricu. Špricom uzimamo oko 50 ml tekućine iz čaše u koju smo dodali šest žlica šećera. Sadržaj šprice ispraznimo u praznu, usku, visoku čašu. Špricu dobro isperimo te uzmimo oko 50 ml tekućine iz čaše u koju smo stavili četiri žlice šećera. Za ono što slijedi bitno je napomenuti – Ne žurimo!! Potrebno je strpljenje. Špricu prislonimo uz rub uske čaše tik iznad površinskog sloja tekućine koju smo prethodno dodali, te vrlo polako istiskujemo sadržaj tekućine iz šprice (Slika 14.). Nakon što smo istisnuli sav sadržaj tekućine iz šprice, špricu ponovno isperimo kako ne bi došlo do miješanja sa sljedećom tekućinom. Preostala je čaša u koju smo dodali dvije žlice šećera, ponovno špricom uzmimo oko 50 ml i ponovimo postupak pažljivo kao što je opisano pri dodavanju prethodnog sloja.

**Rezultat:** Prilikom dodavanja novog sloja separacija sloja teško se uočava, budimo strpljivi. Možda će u početku djelovati da se slojevi miješaju, ali ako dovoljno polako i pažljivo radimo oni će se odvojiti (Slika 15.). Zbog različitih obojenja slojevi se lakše uočavaju. Slojevi su pomiješani samo na malom dijelu gdje se tekućine dodiruju.



**Slika 14.** Položaj šprice prilikom ispuštanja novog sloja tekućine



**Slika 15.** Prikaz separacije slojeva kao posljedica različitih gustoća tekućina

**Objašnjenje:** Otopina vode i šećera je homogena. Da bi se šećer brže otopio, potrebno je zagrijati otopinu. Kao i kod pokusa sa Aristotelovim jajetom, vrijedi da je gustoća za homogena tijela definirana kao omjer mase i volumena. Volumen tekućine u sve tri čaše je isti, ono što se razlikuje je masa šećera. Dodavanjem šećera, povećavamo masu, odnosno gustoću tekućine iz razloga što molekule šećera zauzimaju slobodni prostor između molekula vode. Zbog toga će ona čaša sa najviše šećera biti najgušća, a ona sa najmanje bit će najrjeđa. Iz tog razloga se u usku čašu ulijeva prvo najgušća tekućina, zatim ona manje gustoće i kao posljednju smo stavili tekućinu sa najmanjom gustoćom. Postupak je morao biti spor i pažljiv kako se slojevi tekućina ne bi pomiješali [14].

**Objašnjenje za djecu:** Objasnimo da u svaku čašu stavljamo različitu količinu šećera. Voda u čaši koja je primila najviše šećera, „najela se“ i postala je teška. Voda u preostalim čašama u koje se stavlja manje šećera manje će se „najesti“ zbog čega su lakše. „Najteža“ tekućina stavlja se na dno jer je ona najteža i može „držati“ lakše tekućine. Ona malo lakša, držat će onu još lakšu, zbog toga se najlakša tekućina stavlja zadnja. Bitno je polako slagati slojeve tekućine jer ako brzamo, teška tekućina će „pojesti“ lakšu i slojevi će se pomiješati.

### 3.4. Topla i hladna voda

**Pribor:** Plastične čašice - najbolje neka budu oštrog ruba, tanka plastična folija, boje za hranu, vruća i hladna voda.

**Postupak:** U jednu čašicu usipamo hladnu vodu, najbolje iz hladnjaka, a u drugu usipamo vruću vodu. U vruću vodu kapnimo par kapi boje po izboru. Postavimo plastičnu foliju preko čašica u kojoj se nalazi vruća voda. Čvrsto držimo plastičnu foliju i preokrenimo čašicu tako da ju zajedno s folijom možemo postaviti na čašicu sa hladnom vodom kao što prikazuje Slika 16. Plastičnu foliju lagano izvučemo i promatramo što će se dogoditi. Ponovimo postupak, ali ovog puta toplu vodu stavimo dolje, a hladnu gore i promatrajmo što se do dogodi.

**Rezultat:** U prvom dijelu vruća, obojena voda ostaje u gornjem dijelu, a hladna voda ostaje na dnu (Slika 17.). Ponovno imamo separaciju slojeva. U drugom dijelu, doći će do miješanja slojeva jer će hladna voda padati na dno, a topla će se podizati gore.



**Slika 16.** Način postavljanja gornje čašice (napunjene toplom vodom) na donju (napunjenu hladnom vodom)



**Slika 17.** Separacija slojeva kao posljedica različitih temperatura, a time i gustoća vode

**Objašnjenje:** Voda ima različitu gustoću na različitim temperaturama. Najgušća je na  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , što je poznat fenomen nazvan anomalija vode. Snižavanjem ili povećavanjem temperature od  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , gustoća vode se smanjuje. U našem pokusu hladnija voda ima veću gustoću (jer je bliža  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), a vruća voda ima manju. Zbog toga u prvom dijelu pokusa nije došlo do miješanja slojeva. Gušća,



hladnija voda ostala je dolje, a vruća, rjeđa voda ostala je gore. Vruću vodu smo obojili kako bi lakše uočili separaciju slojeva. U drugom dijelu pokusa došlo je do miješanja slojeva jer je gušća, hladnija voda pala na dno, a vruća, rjeđa voda podigla se gore [15].

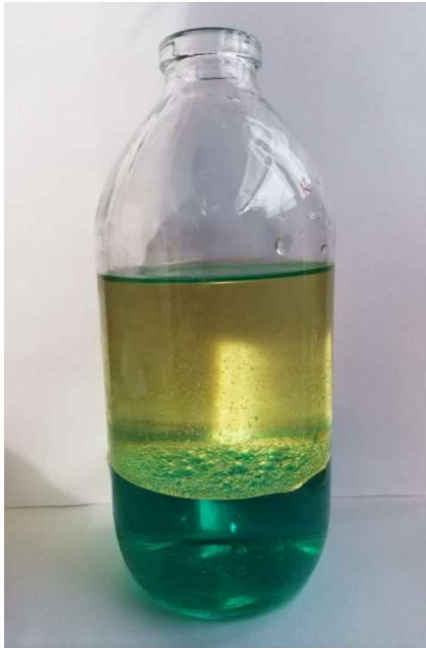
**Objašnjenje za djecu:** Možemo im reći da je voda najteža na +4 °C, tako je u pokusu hladnija voda bila teža te je mogla „držati“ vruću, lakšu vodu. Zbog toga vruća voda nije propala. Kada smo stavili hladnu vodu na vruću, hladna voda je teža pa je pala na dno i „podigla“ toplu vodu.

### 3.5. Obojeni mjehurići u boci

**Pribor:** Staklena boca, voda, suncokretovo ulje, boje za hranu, šumeće tablete.

**Postupak:** U staklenu bocu sipamo oko  $\frac{1}{4}$  vode, možemo ju obojiti bojom po izboru, zatim usipamo suncokretovo ulje do  $\frac{3}{4}$  boce. Sačekamo da se ulje i voda razdvoje (Slika 18.). Slomimo jednu šumeću tabletu na pola, ubacimo polovicu u bocu i promatramo što će se dogoditi. Kako bi se održavao efekt dodamo još šumećih tableta. Bocu možemo držati zatvorenom pa kada poželimo ponovno izazvati efekt, samo ubacimo šumeću tabletu.

**Rezultat:** Dodatkom ulja u vodu ono se, zbog manje gustoće u odnosu na gustoću vode zadržalo na površini. Kada smo dodali šumeću tabletu, pala je dno, počela se topiti i stvarati mjehuriće (Slika 19.).



**Slika 18.** Voda i ulje prije dodatka šumeće tablete



**Slika 19.** Voda i ulje nakon dodatka šumeće tablete

**Objašnjenje:** Ulje ima manju gustoću od vode zbog čega ostaje iznad vode. Molekule vode su polarne, dok su molekula ulja nepolarne. Polarne molekule su molekule kod kojih središte pozitivnih i negativnih naboja nije u istoj točki, odnosno možemo reći da je naboj asimetrično razdijeljen. Električni dipolni moment im je stalan. Polarne molekule topljive su u polarnim otapalima. Nepolarne molekule topljive su nepolarnim otapalima. Kada pomiješamo polarnu tvar i nepolarno otapalo ili obrnuto kao rezultat dobivamo slabu topljivost [16]. Zbog toga se ulje i voda ne miješaju. Dodatkom šumeće tablete, ona potone na dno i krene se otapati stvarajući plin - ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ) koji vidimo u obliku mjehurića. Mjehurići se podižu i tako sa sobom nose nešto obojene vode. Kada je komadić vode dosegao površinu, plin ( $\text{CO}_2$ ) se otpušta u zrak, a voda tone prema dolje [17].

**Objašnjenje za djecu:** Ulje je lakše od vode pa ga voda može „držati“. Ubacivanjem šumeće tablete otpuštaju se „balončići“ koji su lakši od vode i ulja pa će noseći sa sobom malo vode isplivati na površinu. „Mjehurići“ će se otpustiti u zrak, a voda će potonuti jer je teža od ulja.

## 4. DIFUZIJA

Difuzija je pojava pri kojoj čestice putuju iz područja veće koncentracije u područje manje koncentracije kako bi se uspostavila ravnoteža. Difuzija se najbrže odvija u plinovima, nešto sporije u tekućinama, a najsporije u čvrstim tvarima. Što je temperatura tvari veća to će se difuzija brže odvijati jer se pri većim temperaturama čestice brže kreću.

### 4.1. Bomboni

**Pribor:** Skittles bomboni, tanjurić, voda.

**Postupak:** Na tanjurić posložimo u krug bombone tako da je pored svakog bombona različita boja. Kada su bomboni posloženi, sipamo vode tako da bomboni budu napola uronjeni. Pričekamo i vidimo što će se dogoditi.

**Rezultat:** Dodavanjem vode uočili smo kao posljedicu da su se boje na bombonima počele topiti i širiti prema sredini. Nakon nekog vremena voda se obojila šaroliko (Slika 20.).



**Slika 20.** Difuzija uočena u pokusu s obojanim bombonima uronjenima u plitku posudicu s vodom

**Objašnjenje:** Boja na bombonima je topljiva u vodi i miješat će sa njom zbog sudara molekula. Dolazi do difuzije, odnosno molekule veće koncentracije (oko bombona), prelaze na mjesto niže koncentracije (sredina tanjurića). Razlog zašto se boje ne promiješaju je stratifikacija. Stratifikacija je nataloženost, odnosno slojevita razdioba slojeva. Kada su čestice različitih veličina stavljene u tanak sloj tekućeg medija, čestice imaju tendenciju stratificirati se u različite slojeve umjesto pomiješati se [18].

**Objašnjenje za djecu:** Možemo zamisliti da se sve tvari, pa tako i boje sastoje od „malih kuglica“ nazvanih molekule koje nisu vidljive golim okom. „Kuglice“ boje počnu „šetati“, sudarati se i miješati sa „kuglicama“ vode. Oko bombona ima puno više tih „kuglica“ boje nego na sredini posude. Zbog gužve, molekule odu na mjesto gdje je gužva manja, a to je sredina posude. Kao i kod plivača, svaka „kuglica“ se drži svoje „trake“ i zbog toga se boje ne miješaju.

## 4.2. Difuzija u toploj i hladnoj vodi

**Pribor:** Plastične čašice, boja za hranu, vruća i hladna voda.

**Postupak:** U jednu čašicu stavimo hladnu, a u drugu vruću vodu. Kapnemo malo boje u obje čašice i promatramo u kojoj čašici će se boja brže raširiti (Slika 21.).

**Rezultat:** Boja se brže raspršila u čašici sa vrućom vodom.



**Slika 21.** Difuzija tople i hladne vode. Lijeve čašice napunjena je hladnom vodom, a desna čašica vrućom vodom

**Objašnjenje:** Zbog difuzije molekule boje počinju se širiti vodom iz područja veće koncentracije u područje manje koncentracije. Difuzija se odvija brže pri višim temperaturama jer je dovedena energija sustavu i molekule se brže gibaju. Toplina dovedena sustav ubrzava kemijske reakcije pa tako i difuziju [19].

**Objašnjenje za djecu:** „Kuglice“ boje koje nazivamo molekulama trče od mjesta gdje je veća „gužva“ prema mjestu gdje je manja „gužva“. Što je voda toplija, to „kuglice“ brže trče i brže mijenjaju mjesto.

## 5. ZAKLJUČAK

Svjesni smo da su zanimanja adolescenata za fiziku kao području prirodne znanosti u današnje vrijeme sve manja. Kako bismo to promijenili trebali bismo djeci od malih nogu približavati prirodne znanosti, naučiti ih da fizika nije samo gruba teorija i pisanje jednadžbi, već da se mogu izvesti brojni zanimljivi pokusi pomoću kojih možemo pokazati i čudesne pojave i na zanimljiv način objasniti na koji način naš svijet funkcionira. Djecu treba poticati da maštaju, na kraju krajeva koje dijete nije radoznalo? Ponekad nas njihova pitanja mogu navesti da razmislimo bolje o nekim pojavama. U ovom završnom radu uzela sam pokuse vezane za vodu jer je ona važna za život svih živih organizama, ali i zašto što sam imala priliku na festivalu znanosti izvoditi ove pokuse za djecu predškolske dobi i pokušala im objasniti svojstva vode. Stoga, učinimo fiziku zabavnom na način da učimo djecu o njoj kroz igru.

## 6. LITERATURA

- [1] [http://www.fizika.unios.hr/pof1/wp-content/uploads/sites/43/2011/02/POF\\_A\\_prosiren\\_manji2.pdf](http://www.fizika.unios.hr/pof1/wp-content/uploads/sites/43/2011/02/POF_A_prosiren_manji2.pdf)
- [2] Planinić J. Osnove fizike 1: Mehanika, Zagreb: Školska knjiga 2005.
- [3] Kulišić P. Mehanika i toplina, Zagreb: Školska knjiga 2005.
- [4] <file:///C:/Users/ANITA/Downloads/Radosevic.pdf>
- [5] <http://www.mathos.unios.hr/~mdjumic/uploads/diplomski/GRA40.pdf>
- [6] <https://www.youtube.com/watch?v=ON-aHTx-xXI>
- [7] <https://www.youtube.com/watch?v=miWIDVOhrSE>
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=qF-OAUjV8ik>
- [9] [https://www.youtube.com/watch?v=eR-ZV-\\_fQok](https://www.youtube.com/watch?v=eR-ZV-_fQok)
- [10] Paić M. Gibanje Sile Valovi, Zagreb: Školska knjiga 1997.
- [11] <http://stem.ba/fizika/tutorijali/item/24-potisak-i-arhimedov-zakon>
- [12] <https://www.youtube.com/watch?v=cipDtvN6ClQ>
- [13] <https://www.youtube.com/watch?v=s5eIRjmor1w>
- [14] <https://www.youtube.com/watch?v=WNyFUmkIqaU>
- [15] <https://www.youtube.com/watch?v=86ChgK38EIA>
- [16] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=69749>
- [17] <https://www.youtube.com/watch?v=7-BYKKtXCGU>
- [18] <https://www.youtube.com/watch?v=A0OzaENb4uU>
- [19] <https://www.youtube.com/watch?v=jmXq8T2e9L8>

## **ŽIVOTOPIS**

Josipa Šumanovac rođena je 05.03.1997. u Osijeku. Godine 2003. Upisala se u Osnovnu školu u Dardi, a završava ju 2011. godine. Iste godine upisuje se u srednju školu pod nazivom „Tehnička škola i prirodoslovna gimnazija Ruđera Boškovića u Osijeku“, na smjer – Prirodoslovna gimnazija. Srednju školu završava 2015. godine, a iste godine upisuje se na preddiplomski studij fizike pod nazivom Odjel za fiziku, Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku. Neki od hobija su joj ples na svili, trčanje, čitanje.