Demonstracijski pokusi u nastavi fizike

Tustanić, Lucija

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:311796

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
FIZIČKI ODSJEK

Lucija Tustanić

DEMONSTRACIJSKI POKUSI U NASTAVI FIZIKE: TLAK

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
FIZIČKI ODSJEK

SMJER: PROFESOR FIZIKE I INFORMATIKE

Lucija Tustanić

Diplomski rad

Demonstracijski pokusi u nastavi fizike: tlak

Voditelj diplomskog rada: doc. dr. sc. Dalibor Paar

Ocjena diplomskog rada: _____

Povjerenstvo: 1. _____

2. _____

3. _____

Datum polaganja: _____

Zagreb, 2017.

Sažetak

21. stoljeće donijelo je nove izazove svim razinama obrazovnih sustava. Kada govorimo o reformi školstva, često se naglasak stavlja na pogrešna pitanja kao što su specifični sadržaji ili satnice pojedinih predmeta. Brzi razvoj znanosti i dostupnost informacija putem interneta postavlja drugačije zadatke obrazovnom sustavu. Naglasak se stavlja na metode učenja i njihovu učinkovitost u stjecanju trajnih i praktičnih znanja. Ključna komponenta pri tome je nastavnik koji mora biti dobro obrazovan i motiviran da se uhvati s novim obrazovnim izazovima. Ovaj rad je zamišljen kao doprinos u tom smjeru. Cilj rada je predstaviti neke praktične koncepte u odabranoj temi iz nastave fizike (tlak) s naglaskom na upotrebu pokusa u okviru projektne ili istraživačke nastave.

Ključne riječi: ***nastava fizike, projektna nastava, istraživačka nastava, demonstracijski pokus u fizici, tlak***

Demonstration Experiments in Physics Education: Pressure

Abstract

21. century brought a new challenge to all levels of the educational system. When we talk about the change of education, often the emphasis is put on the wrong questions, such as the specific content or time schedule of particular courses. The rapid development of science and the availability of information through the internet, sets the different tasks on the education system. Emphasis is placed on learning methods and their effectiveness in the acquisition of long-term and practical knowledge. A key component is a teacher, who must be well educated and motivated to catch up with the new educational challenges. The role of this work is a contribution in this direction. The aim of this work is to present some practical concepts in the selected topic in physics teaching (the pressure) with an emphasis on the use of demonstration experiments in the framework of the project or the research teaching methods.

Keywords: ***physics teaching, project-based learning, research cont, demonstration experiment in physics, pressure***

Prije svega zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Daliboru Paaru na savjetima i pomoći tijekom pisanja rada.

Od srca se zahvaljujem svojoj obitelji i Brlekovićima i Tustanićima na podršci, usmjeravanju i potpori tijekom svih ovih godina jer bez njih ne bih bila ovo što jesam.

Hvala Josipu Tustaniću na pomoći oko izrade pokusa.

Hvala prijateljima i kolegama Nenadu Mijiću i Leu Kranjecu na suradnji pri svim izazovima koji su bili pred nama.

Hvala ostalim prijateljima i rodbini koji su vjerovali u mene.

I posebna zahvala: Hvala ti, Silvio, što si bio sve ove godine uz mene, poticao me i podržavao.

Sadržaj

1. Uvod 2
2. Težimo boljem 3
2.2. Naše škole 4
2.3. Struktura projektne nastave u fizici 5
2.4. Uvođenje projektne nastave u nastavu fizike 6
3. Tlak 8
3.1. Atmosferski tlak 11
3.2. Krvni tlak 13
3.3. Hidrostatski tlak 13
4. Projektna nastava na djelu 16
4.1. Kako smanjiti propadanje u snijeg? 16
4.2. Zašto oštri predmeti režu? 19
4.3. Stajanje po čavlima. Moguće ili? 20
4.4. Krevet od plastičnih čaša 22
4.5. Zašto kamioni imaju po dvije gume 24
4.6. Koliko tlakova i kako djeluju? 26
Zaključak 29
Literatura 30

1. Uvod

Naš školski sustav poznaje različite oblike i metode rada, ali predavački oblik nastave, mehaničko pamćenje i reprodukcija naučenog ipak su njegove osnovne značajke. Budući da drukčiji oblici rada zahtjevaju promjene u organizaciji nastave, bolje materijalne uvjete, znatnije uključivanje roditelja ili šire zajednice te dodatnu motivaciju profesora, projektna nastava kao noviji oblik nije česta u našoj školskoj praksi, iako kod učenika izaziva veliko zanimanje. Ovim radom želim pokazati da je u projektnoj nastavi naglasak na kolektivnom stjecanju znanja, odnosno koordiniranim naporom nekoliko ili većeg broja ljudi, što znači da učenike uči suradnički istraživati, zaključivati, buditi istraživačku radoznalost, razvijati komunikacijske sposobnosti, samopouzdanje te primjenjivati stečeno znanje.

Nastava fizike upravo tu može doći do izražaja. Izborom zadataka prema željama i mogućnostima učenika, osmišljavanjem atraktivnih pokusa od jeftinih i priručnih materijala, vođeni dobro pripremljenim radnim listovima rezultati mogu biti na zavidnom nivou što je cilj svakog profesora, a na dobrobit učenika.

Za ovakav oblik rada treba veća uključenost roditelja ili drugih članova obitelji pri izradi pokusa ili fotografiranju istih, veća angažiranost profesora kao i što je meni bila potpora i pomoć cijela obitelj i predmetni profesori pa im od srca velika hvala.

2. Težimo boljem

Treba li za uspjeh velika škola, veliki grad, bogati učenici? Ne. Bitna je upornost te želja ljudi za napretkom, za znanjem. Ne onim znanjem kada nešto pročitamo ili "naštrebamo", već onim kada postavljanjem pitanja što, kako, zašto to znamo objasniti, ono znanje kada na jednostavnim i težim primjerima možemo primijeniti novostečeno znanje.

Učimo li mi na ispravan način? Možemo li nakon naših osnovnih, srednjih škola i fakulteta reći da učimo ispravno? Što uopće znači ispravno učiti? Trebamo aktivno sudjelovati u učenju, stvoriti potrebu za učenjem, nadograđivati svoja sadašnja znanja.

U američkom gradu Aurora nalazi se srednja škola William Smith (Mack & Westenskow, 2014). Nisu bili zadovoljni napretkom i znanjem svojih učenika te su se odlučili na reformu, ali ne bilo kakvu. Cilj im je bio stvoriti mjesto gdje će raditi s istom populacijom, ali s boljim rezultatima, znanstveno i efektivno. Uspjeh ima se temelji na odluci da svojim učenicima omoguće kvalitetnije obrazovanje. U svoju školu uveli su projektnu nastavu.

2.1. Što je projektna nastava?

Projektna nastava je postupak učenja zasnovan na zadanom problemu s ciljem stjecanja novog znanja i produbljivanjem postojećeg.

„Reci mi, zaboravit ću,

pokaži mi, zapamtit ću,

uključi me, razumjet ću."

Stara narodna izreka kaže da učenike trebamo uključiti u rad. U projektnoj nastavi učenik je uključen u proces rješavanja problema, on planira, on istražuje, on rješava zadani problem. Takva nastava potiče razmišljanje o srži problema duže razdoblje. Potiče suradništvo, kritičko razmišljanje, kreativnost, a temelji se na značajnom sadržaju. Fizika se ne može "naučiti", fizika se mora doživjeti. Što je bolje za nastavu fizike od problema iz svakodnevnog života kojeg oni sami istražuju. Sve naučeno, na takvim problemima mogu primijeniti, produbiti, a možda i otkriti nešto novo.

2.2. Naše škole

Cilj reforme u hrvatskim školama je učenicima omogućiti kvalitetnije znanje. U nastavi fizike velik korak naprijed učinjen je kada se odmaknulo od predavačkoga tipa i uvedena istraživački usmjerena i interaktivna nastava.

Tablica 1. Pristupi nastavi

Tip nastave	Profesori	Učenici
Predavačka	Predaje	Aktivno ne sudjeluju
Istraživači usmjerena i interaktivna	Usmjeravaju	Aktivno sudjeluju
Projektna	Postavljaju problem	Samostalno istražuju

Kada usporedimo navedene pristupe nastavi (Tablica 1.), vidimo da se teži stavljanju učenika u centar. Svjedoci smo da predavački pristup fizici nije dobar. Ne uključuje učenike, a ako ne razumiju osnovne koncepte, neće moći razumjeti niti daljnje gradivo. Kao što je već napomenuto, velik napredak je istraživački usmjerena i interaktivna nastava. Učenici traže odgovore na znanstvena pitanja, formuliraju i testiraju hipoteze, samostalno zapisuju svoja predviđanja i zaključke, prezentiraju svoje rezultate i argumentirano ih brane. Bitno je napomenuti da profesor ima veliku ulogu u ovakvom tipu nastave. On svojim dobro osmišljenim i konstruiranim pitanjima potiče učenike na interaktivnost tijekom sata i usmjerava ih.

Iako se u projektnoj nastavi koristi istraživački pristup, uvelike se razlikuje od istraživački usmjerene nastave. Profesor predstavlja dobro osmišljen problem kojeg učenici samostalno proučavaju i traže rješenja. Uloga profesora nije vođenje već kreiranje problema, ukazivanje na dodatne resurse te da bude osoba za suradnju i pomoć.

Svaki zadani problem predstavlja jedan projekt. Vrsta projekta ovisi o stupnju obrazovanja i opsegu usvojenog gradiva. Trajanje projekta se detaljno dogovara te je odmah jasno definirano. Na njemu učenici mogu raditi samostalno ili u grupama. Posebno zanimljivo za nastavu fizike je to što može uključivati i eksperimentalni rad. To nije nastava gdje učenici

sjede u školskim klupama, već aktivno istražuju i van učionice. Odmah je vidljivo da takav tip nastave oduzima dosta vremena i za profesore i za učenike, pogotovo ako se odvija izvan škole.

2.3. Struktura projektne nastave u fizici

Svi tipovi nastave imaju definirane korake pa tako i projektna nastava.

U fizici su to:

1. Odabir problema za projekt
2. Upoznavanje s problemom/projektom
3. Plan rada
4. Postavljanje hipoteze
5. Izrada pokusa i testiranje hipoteze
6. Izvođenje zaključaka
7. Prezentacija
8. Vrednovanje rada

Osmisliti projekt nije lagan posao. Projekt treba motivirati učenike za rad, ali isto tako treba imati cilj i svrhu. Iako u svakodnevnom životu mogu naći mnogo bliskih problema za istraživanje, učenici se rijetko prisjete nečeg zanimljivog što bi i sami istraživali. Za početak uvođenja projektne nastave, profesori su ti koji trebaju odabrati probleme za istraživanje učenicima bliske, ali i atraktivne. Ukoliko učenici sami ne osmisle projekt, profesor je dužan učenike upoznati s odabranim problemom, ne na način da im da odgovore do kojih trebaju doći, već da im dodatno približi problem i na taj način ih još dodatno motivira za daljnji rad. Izvedbom pokusa, gledanjem filma i razrednom raspravom učenicima se problem može približiti. Na početku svakog projekta potrebno je jasno definirati vremenski rok trajanja projekta, ali isto tako i voditi računa o opsežnosti projekta

te na taj način odrediti jesu li za samostalnu izvedbu ili rad u grupama. Učenici su zaduženi za daljnju organizaciju rada i samostalno provode istraživanja. Da bi nešto mogli istraživati, potrebno je postaviti hipotezu, provesti kontrolu varijabli te osmisliti pokuse kojima će to istražiti i na temelju toga odrediti je li hipoteza podržana ili odbačena. Isto tako potrebno je od učenika tražiti da bilježe svoja predviđanja i zaključke te da ih argumentirano brane. Kraj projekta obilježava se prezentacijom ispred ostalih učenika, profesora i drugih osoba koje žele prisustvovati prezentaciji. Učenici sami odabiru vrstu prezentacije bilo plakatima, kratkim filmom, MS Power Point prezentacijom i sl.. Svi koji prisustvuju prezentaciji analiziraju projekt. Bitno je uvijek pohvaliti učenike za inovativnost i rad, ali i raspraviti kako poboljšati istraživanje i na koje se načine projekt mogao odraditi. Pohvala je uvijek bitna jer je ona dodatna motivacija za odrađivanje budućih projekata i daljnju suradnju.

2.4. Uvođenje projektne nastave u nastavu fizike

Na spomen bilo kakve reforme ili male promjene svi odmah reagiramo negativno. Idemo se potruditi i nastavu fizike učiniti još zanimljivijom jer ona sama po sebi to i jest. Sam početak bilo kakve promjene nije lagan, ali treba se potruditi, uložiti volju i vrijeme.

Profesor ne može odmah biti ekspert u projektnoj nastavi, niti ne mora. Treba imati želju za napretkom, tako da i svojim učenicima omogući isto. Projektna nastava ne može biti uvedena u jednom danu, potrebna je dodatna edukacija profesora i zahtjeva puno vremena, ali nije nemoguće.

Obzirom na satnicu i opsežnost gradiva svjesni smo da se ne može uvijek doći do srži problema (to je upravo i jedan od ključnih problema našeg obrazovnog sustava, opseg gradiva u pravilu ne dopušta dublji ulazak u pojedinu tematiku što bez obzira na način izvedbe nastave ne omogućava stjecanje dubljih, trajnih znanja). Za početak učenicima treba zadavati lakše sitnice koje bi oni trebali odraditi individualno-kod kuće npr. pročitati neku zanimljivost o temi koju uče i pripremiti to za sljedeći sat ili da uoče u svakodnevnom životu novu pojavu koju su taj dan proučavali. Malo po malo učenici će odrađivati zadatke, truditi se i pripremati za pravu projektnu nastavu.

Moramo biti svjesni da učenici nisu oduševljeni s dodatnim poslom nakon škole, ali ne smije se odustati. Ako se kontinuirano zadaju mala istraživanja, kasnije će im to postati motivacija

za kontinuirani samostalni rad. Za razliku od klasičnog oblika nastave i domaćih zadaća koje učenici često rade preko volje, u projektnoj nastavi nastavnik može stvarati poticajno, kompetitivno i kreativno okruženje u kome izrada projektnog zadatka učeniku nije samo domaća zadaća već i zanimljivi izazov. Lijep primjer može biti područje robotike ili micro:bit računala gdje su učenici voljni mjesecima raditi, ali i samostalno učiti izvan redovite nastave. Fizika isto tako može biti vrlo atraktivna i zanimljiva ako nastavnik dobro postavi projektni zadatak i potiče kreativnost i napredak učenika. Ključna komponenta u tom procesu je nastavnik koji mora biti kvalitetno educiran ali i motiviran za ovakav, za njega puno zahtjevniji način izvedbe nastave.

3. Tlak

Zima je, temperature su niske, svi smo u toplim domovima. Pogledamo kroz prozor i pada snijeg. Žurno oblačimo jakne, obuvamo tople čizme, uzimamo sanjke/skije i krećemo. Hodajući prema obližnjem brežuljku događaju nam se čudne stvari, propadamo u snijeg. Dolaskom na brežuljak sjedamo na sanjke, ali ne propadamo kao u čizmama i kreće spust.

Kada malo razmislimo, na površinu snijega djelovali smo istom silom, svojom težinom. Zašto je onda djelovanje sile različito kada stojimo u čizmama, u odnosu kada sjedimo na sanjkama?

Odgovor ćemo potražiti pomoću demonstracijskog pokusa.

U posudicu stavimo sloj brašna. Na brašno posložimo dvije jednake čaše, jednu okrenutu dnom prema dolje, a drugu dnom prema gore.



Slika 3.1. Udubljenja nakon odmicanja čaša

Kada čaše odmaknemo (Slika 3.1.), vidimo da su ostavile različita udubljenja u brašnu. Kao što vidimo, čaše su jednakog oblika te su jednake mase, tako da i jednakom silom djeluju na brašno. Koja je vidljiva razlika u djelovanju ovih čaša s podlogom od brašna? Što možemo zaključiti o dodirnoj površini čaše i podloge?

Silu koja opisuje međudjelovanje tijela i podloge nazvati ćemo pritisnom silom.

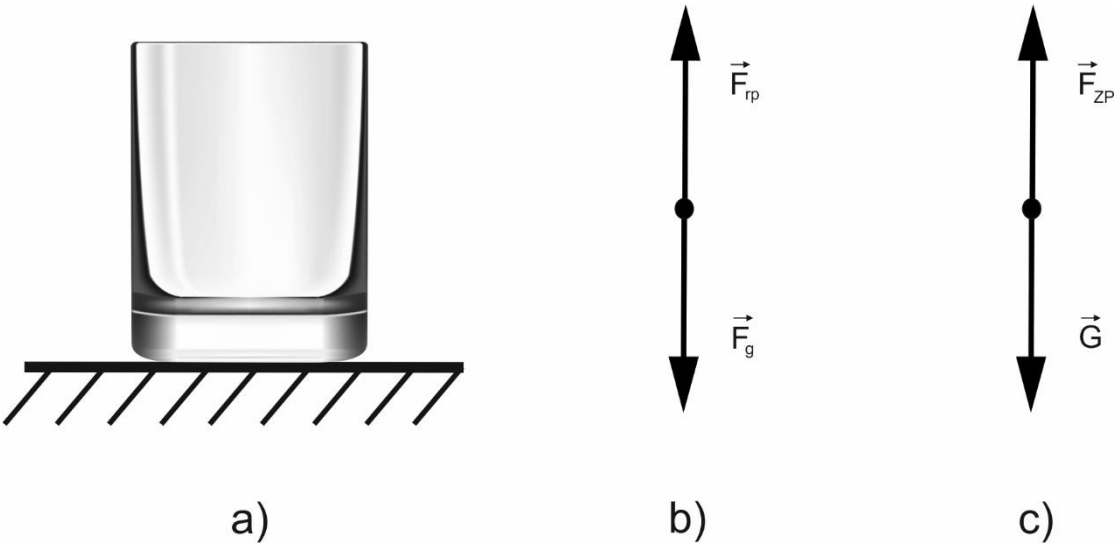
Učinak propadanja, koji smo primijetili na brašnu, nije samo učinak pritisne sile, već ovisi i o površini podloge na koju ta pritisna sila djeluje.

Želimo li opisati djelovanje pritisne sile na nekoj površini koristimo se fizikalnom veličinom koju nazivamo tlak, oznaka p.

$$p = \frac{pritisna\ sila}{površina\ na\ koju\ djeluje\ pritisna\ sila}$$

$$p = \frac{F_p}{A}$$

SI jedinica za tlak je $\frac{N}{m^2}$ nazvana paskal, oznaka Pa.



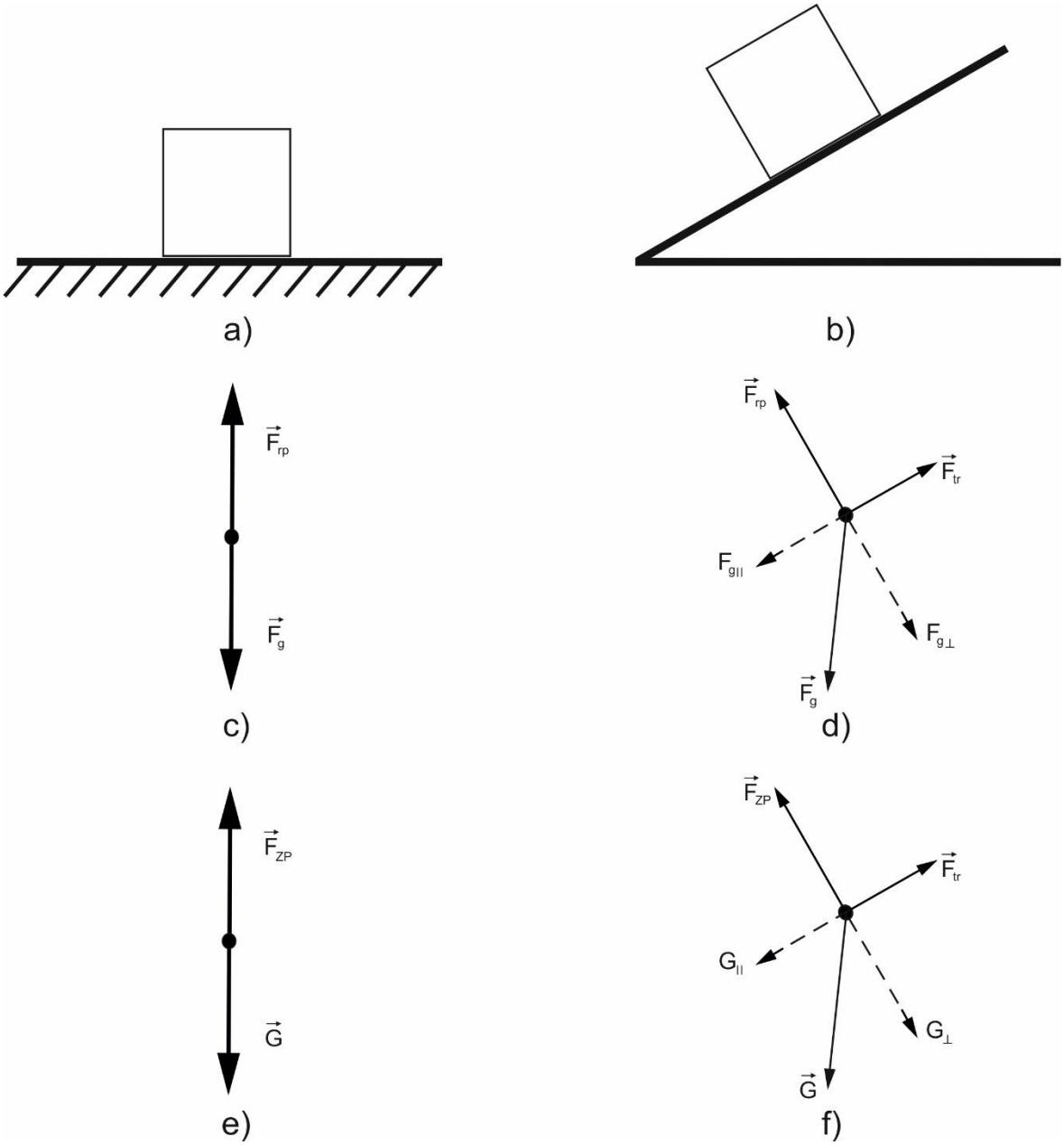
Slika 3.2. a) skica pokusa; b) dijagram sila na čašu (F_g- sila Zemlje na čašu, F_{rp}- reakcija podloge); c) dijagram sila na podlogu (F_{ZP}- sila Zemlje na podlogu, G- težina čaše)

Pritisna sila je okomita na površinu na koju djeluje, kada govorimo o tlaku, a ukoliko sila djeluje pod kutem u odnosu na promatranu površinu, pritisna sila je komponenta te sile koja je okomita na površinu. U prikazanom pokusu pritisna sila (Slika 3.2.) je težina čaše (G=mg) i ona je okomita na podlogu, a da bi čaša mirovala (bila u ravnoteži) njoj se sukladno trećem Newtonovom zakonu suprotstavlja okomita sila (F_{rp}-sila reakcije podloge) koja je istog iznosa, a suprotnog smjera.

Koncept tlaka je jedna od fizikalnih veličina koju učenici ne nauče s razumijevanjem, čemu pomaže u udžbenicima često navođena naizgled jednostavna definicija da je tlak sila po površini. Da bi učenik razumio koncept tlaka, treba shvatiti da se radi o prosječnoj sili kojom neko tijelo ili više tijela (npr. molekule u zraku) djeluju na promatranu površinu. Predloženi demonstracijski pokus je dobar što učenici odmah vide učinak djelovanja te sile. Nasuprot

tome, uvede li se tlak odmah na primjeru plina u spremniku, taj koncept će učenicima biti apstraktan jer ne vide učinak sile na stjenke spremnika.

Vratimo li se na primjer s propadanjem u snijeg, možemo započeti raspravu kada je propadanje u snijeg veće kada hodamo ravnom površinom ili kada se penjemo uz brdo?



Slika 3.3. a) tijelo na ravnoj podlozi; b) tijelo na kosini; c) dijagram sila na tijelo koje se nalazi na ravnoj podlozi; d)) dijagram sila na tijelo koje se nalazi na kosini; e) dijagram sila na ravnu podlogu; f) dijagram sila na podlogu kosine

Učenici dolaze do zaključka kako je propadanje veće kada hodamo po ravnoj površini jer je sila, u ovom slučaju težina tijela, okomita na površinu, a penjući se uz brdo pritisna je sila pod nekim kutem te uzimamo komponentu sile koja je okomita i manjeg iznosa (Slika 3.3.). Propadanje će iz tog razloga biti manje kada se penjemo uz brdo. Na taj ćemo način učenicima objasniti na koji sve način pritisna sila može djelovati na neku promatranu površinu.

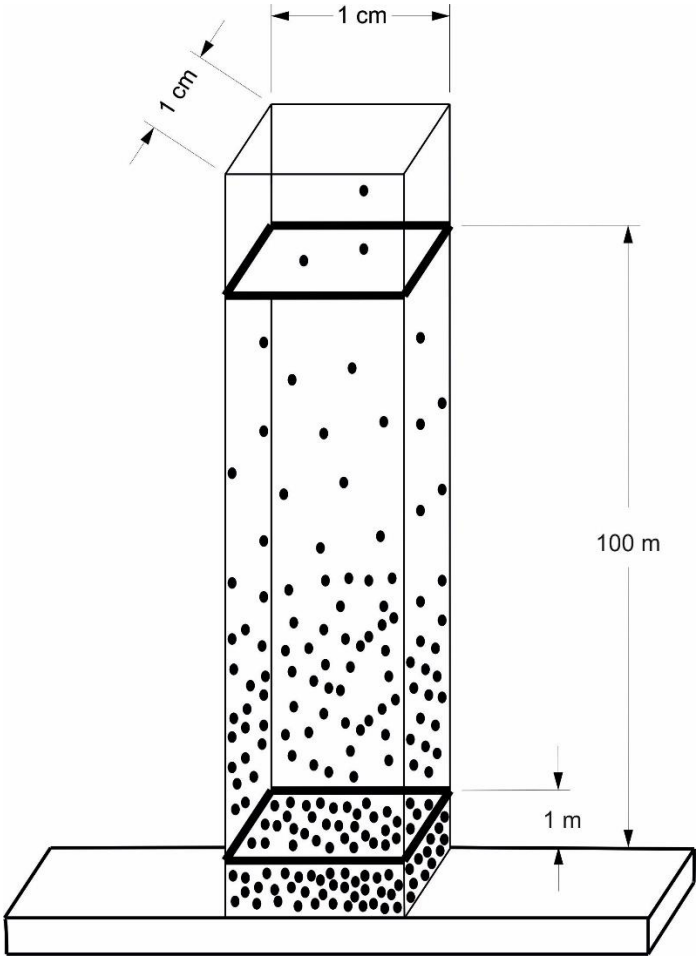
3.1. Atmosferski tlak

Svakodnevno, gledajući ili čitajući vremensku prognozu možemo pronaći informacije o atmosferskom tlaku. Što je zapravo atmosferski tlak te o čemu on ovisi? Zašto nekolicina ljudi reagira na promjenu vremenskih prilika koje uključuju i tlak zraka? Koje je fizikalno značenje krvnog tlaka te što mjere uređaji koji su u našoj svakodnevnici prozvani tlakomjerima? Ovo su pitanja na koja ćemo odgovoriti u nastavku koristeći metode pomoću kojih ćemo učenike samostalno dovesti do zaključaka pozivajući se na njihovo predznanje i životno iskustvo.

Već smo naučili na uvodnim satovima fizike kako su tijela sve što zauzima neki prostor. Tijela smo razvrstali u tri agregatna stanja te smo tako spomenuli i zrak kao tijelo koje se nalazi u plinovitom stanju i sastoji se od čestica (u literaturi često nazvanih molekule zraka), raznovrsnih molekula plina poput dušika, kisika, ugljičnog dioksida i vodene pare. Inače, u zraku se nalaze ovisno o lokaciji i još neke čestice (nitrati, sulfati, organski kemijski spojevi, metali, sol), ali njihov doprinos ovdje zanemarujemo. Sve te čestice se nasumično gibaju i dolazi do slučajnih sudara između njih te možemo reći da postoji međudjelovanje između čestica. Uzimajući u obzir njihovu međusobno međudjelovanje, možemo govoriti o sili kojom fizikalno opisujemo to međudjelovanje. Pošto smo napomenuli ranije da govoreći o tlaku razmatramo pritisnu silu te površinu na kojoj je međudjelovanje bilo izvršeno, postavlja se pitanje koju ćemo površinu proučavati. Zanima li nas međudjelovanje čestica u zraku ili nešto drugo?

Atmosferski se tlak mjeri tako da proučavamo djelovanje čestica zraka na neku odabranu površinu i proučavamo broj sudara koji se odvijaju na toj površini. Bilježi se svako međudjelovanje između čestica zraka i dodirne površine. (Površina proučavanja u praksi

može biti veličine npr. 1 cm^2). Tlak zraka mjerit ćemo pomoću iznosa cijelog stupca čestica zraka iznad te površine. Sve čestice u visini te površine djeluju međusobno i odgovorne su za ukupni tlak, odnosno pritisnu silu na površinu koju proučavamo.



Slika 3.1.1. Smanjenje broja čestica zraka povećanjem nadmorske visine

Gledajući sliku (Slika 3.1.1) također uočavamo da se broj čestica smanjuje povećanjem nadmorske visine. Uzmemo li volumen od 1 cm^2 na visini 1 m iznad tla te 100 m iznad tla u tom volumenu broj čestica neće biti jednak. Što možemo zaključiti o gustoći zraka s nadmorskom visinom? Kako volumen držimo stalnim a izraz za gustoću jest $\rho = \frac{m}{V}$ masa čestica biti će manja na višoj visini jer je broj čestica manji uz pretpostavku da su vrste čestica svugdje jednake.

Kako su sudari odgovorni za međudjelovanje , a isto tako i za tlak, postavlja se sljedeće pitanje. Mijenja li se atmosferski tlak s nadmorskom visinom? Koliki bi tlak pokazivao uređaj da smo površinu na kojoj mjerimo broj sudara postavili na nadmorsku razinu od sto

metara? Što bismo očekivali? Kako se broj čestica iznad promatrane površine smanjio u odnosu na promatranu površinu u početku, zaključujemo da će postojati manje interakcija i upravo taj manjak interakcija i sudara rezultirati će manjom pritisnom silom te ćemo za rezultat dobiti manji iznos tlaka nego prije. Ovo čestično proučavanje tlaka daje nam odgovor na pitanje zašto tlak pada s porastom nadmorske visine. Odgovor leži u broju čestica, odnosno gustoći koja se mijenja. Na kraju možemo postaviti sljedeće pitanje: Postoji li mogućnost da uređaj pokaže tlak od nula paskala ?

Ako su učenici razumjeli gore navedene koncepte, doći će do zaključka da je tlak od nula paskala moguć jedino ukoliko nema međudjelovanja čestice i dodirne površine, a to je moguće samo kada iznad dodirne površine ne postoje čestice. Takav prostor nazivamo vakuum.

3.2. Krvni tlak

Odlaskom na pregled kod liječnika često mjerimo krvni tlak, pogotovo ljudi osjetljivi na promjenu vremena. U razgovorima možemo čuti kako je idealan tlak 120/80. Koja je simbolika te brojčane vrijednosti? Mjeri li tlakomjer zaista tlak u nama?

Prvenstveno se postavlja pitanje brojčane vrijednosti 120/80 . To je iznos tlaka mjeren u milimetrima žive koji se preračunava u paskale na sljedeći način: 1 mm Hg = 133,32 Pa. Pitanje je koji bi brojčani iznos pokazao uređaj kada bi osoba umrla? Od učenika ćemo očekivati da će uređaj onda pokazati nulu. Srce više neće kucati.

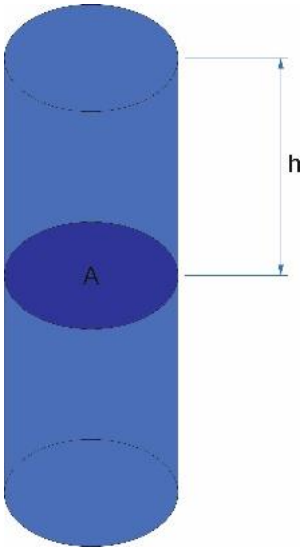
Zašto će uređaj pokazivati nulu ukoliko postoji vanjski tlak zraka? Mjeri li uređaj tlak u nama ili neki drugi tlak? Učenici zaključuju da uređaj mjeri razliku atmosferskog tlaka i tlaka koji nastaje zbog međudjelovanja krvi i žila kojima ona kola. Izraz tlakomjer uvukao se u naš svakodnevni izričaj, ali uređaji koji mjere razliku tlakova nazivaju se manometri. Uređaj za mjerenje krvnog tlaka upravo spada u skupinu manometara.

3.3. Hidrostatski tlak

Promatrali smo tlak kod čvrstih tijela, tlak zraka. A što je s tlakom u tekućinama? Prisjetimo se ronjenja u moru na nekoj dubini. Voda iznad se spušta na nas zbog djelovanja gravitacijske sile. Možemo li reći da je voda u međudjelovanju s našim tijelom? Kako dublje

zaranjamo to je veći stupac vode iznad nas. Gornji slojevi tekućine, svojom težinom, pritišću donje slojeve pa tako i naše tijelo. Težina tekućine ima ulogu pritisne sile na naše tijelo kada zaronimo. Pitamo se koliko je djelovanje te pritisne sile na naše tijelo koje ima ulogu dodirne površine, a rezultat će upravo biti tlak tekućine koji osjećamo. Kako se tekućina slobodno kreće, tlak koji stvara nije usmjeren samo u jednom smjeru već u svim smjerovima. Tlak koji stvara tekućina i koji djeluje u svim smjerovima nazivamo hidrostatskim tlakom

O čemu ovisi hidrostatski tlak? Rekli smo da kada zaronimo dublje, stupac vode iznad nas je veći nego prije. Zamislimo stupac vode kao valjak volumena (Slika 3.3.1.)



Slika 3.3.1. Stupac vode kao valjak volumena V

$$V = A \cdot h$$

Iz izraza za gustoću možemo izraziti masu vode:

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

$$m = \rho \cdot A \cdot h$$

Što nam predstavlja pritisnu silu da bismo mogli govoriti o tlaku? Voda svojom težinom djeluje na površinu našeg tijela :

$$G = m \cdot g$$

$$G = \rho \cdot A \cdot h \cdot g$$

Hidrostatski tlak na dubini h iznosi:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A} = \rho \cdot h \cdot g$$

Definirali smo hidrostatski tlak i rekli da on djeluje na nas dok ronimo na dubini h. Što se nalazi iznad površine vode? Djeluje li onda i zrak na nas? Ako i zrak djeluje na nas slijedi pitanje: Koliki je ukupni tlak koji djeluje na nas u tekućini? Iznosu hidrostatskog tlaka moramo pribrojiti i iznos atmosferskog tlaka. Ukupni tlak koji djeluje na nas dok ronimo na dubini h iznosi:

$$p_{uk} = p_{at} + \rho \cdot h \cdot g$$

4. Projektna nastava na djelu

Kao što naslov govori, u ovom poglavlju prikazani su primjeri kako bi trebala izgledati projektna nastava iz fizike na temu tlak. Uz svaki problem nalazi se naputak za profesore te radni listići za učenike. Kao što je već rečeno u prethodnim poglavljima, učenicima treba predočiti bliske probleme iz svakodnevnog života o kojima oni možda nisu niti razmišljali. Pri istraživanju veliku ulogu imaju pokusi što zanimljiviji, atraktivniji, ali isto tako i vrlo poučni. Pored zabave, pri izradi i izvođenju pokusa, bitno je da ti pokusi učenicima omoguće stjecanje novog, kao i primjenu već stečenog znanja.

4.1. Kako smanjiti propadanje u snijeg?

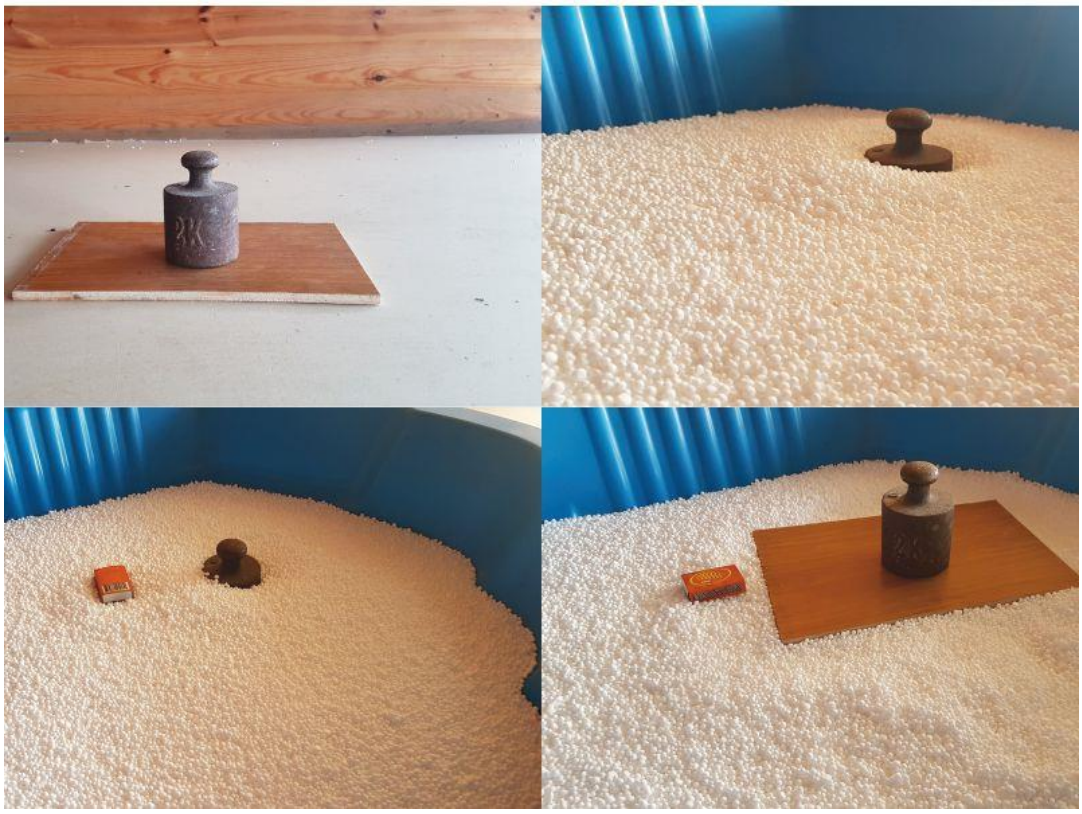
Radom na ovom projektu učenici će si približiti zimsko iskustvo na snijegu, ući u dubinu propadanja u snijeg. Iako su propadanje doživjeli više puta, rijetko tko razmišlja na način da se upita zašto se to dogodilo i kako to spriječiti. Cilj ovog projekta je istražiti kako tlak ovisi o pritisnoj sili, a kako o dodirnoj površini.

Pribor za izradu pokusa: posuda, stiroporne kuglice, uteg, kutija šibica, daska.

Pokus 4.1.1. Uteg staviti na različite podloge.

Pokus 4.1.2. Na podlogu od stiropornih kuglica staviti kutiju šibica i uteg.

Pokus 4.1.3. Na podlogu od stiropornih kuglica staviti više kutija šibica i uteg.



Slika 4.1.1. Koraci pri istraživanju problema: Kako smanjiti propadanje u snijeg?

Radni listić za učenike:

Kako smanjiti propadanje u snijeg?	
Razmislite	Opišite situaciju propadanja u snijeg. Napišite pretpostavke zašto do toga dolazi. Zašto se to ne događa na betonu, parketu? Koja su tijela u međudjelovanju dok hodamo po podlozi? Navedite još neke situacije gdje dolazi do propadanja. Zašto neke podloge propadaju, a neke ne? Mijenja li se iznos pritisne sile kada uteg stavimo na različite podloge?

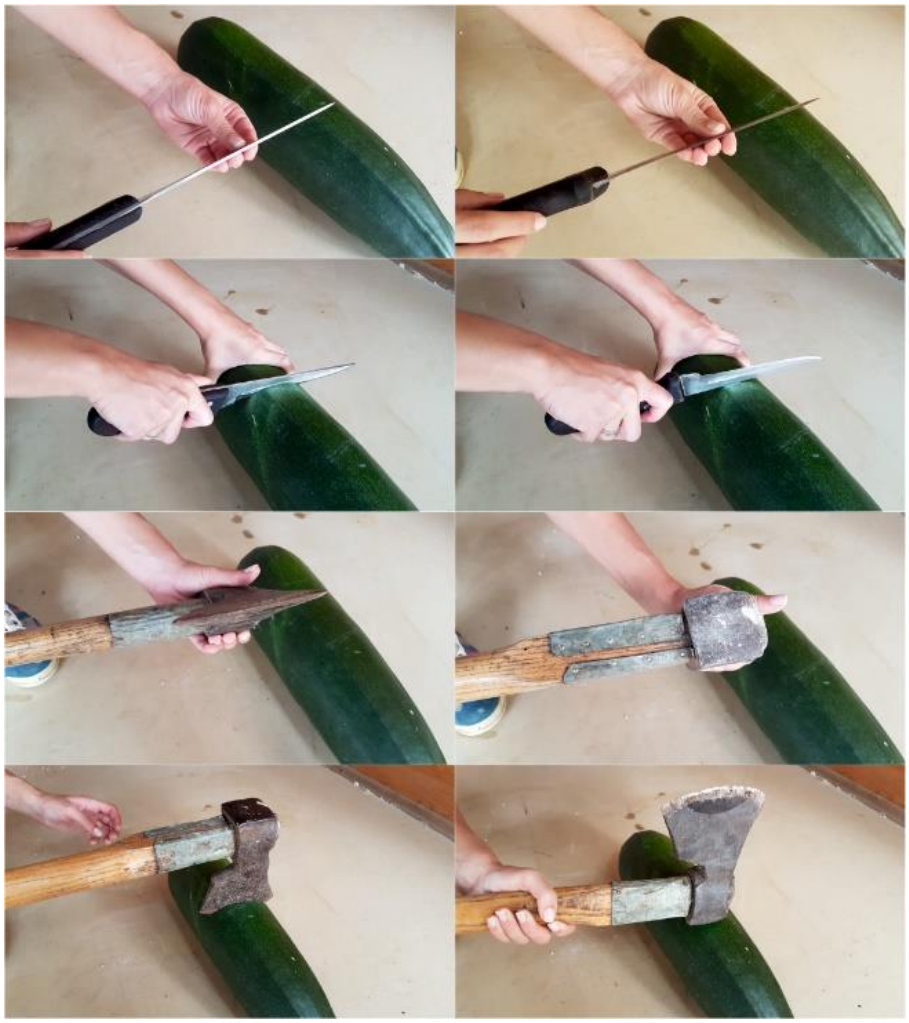
Pribor za izradu pokusa	Posuda, stiroporne kuglice, uteg, kutija šibica, daska.
Pokus 1.	Osmislite pokus kojim čete istražiti stoji li uteg ili propada na različitim podlogama.
Pokus 2.	Osmislite pokus kojim čete istražiti stoje li uteg i kutija šibica na podlozi od stiropornih kuglica.
Pokus 3.	Istražite kada bi kutija šibica propadala kao i uteg na površini istog iznosa?
Istražite	U kojem slučaju je veća pritisna sila na površinu podloge? Na koji način ćemo postići da uteg jednako propada na istoj podlozi kao i jedna kutija šibica? Raspravite u grupi što ste uočili. Kako se zove fizička veličina koju ste proučavali? Odgovorite na projektno pitanje

4.2. Zašto oštri predmeti režu?

Većina ljudi svakodnevno koristi određene predmete za rezanje. Iako ih redovito koristimo, rijetko se upitamo zašto uzimamo baš njih da bismo narezeli nešto npr. nož da bismo ogulili i narezali jabuku.

Pribor za izradu pokusa: krastavac ili tikvica, nož, sjekira

Pokus 4.2. Zarezati tikvicu s debljom i tanjim stranim noža i sjekire.



Slika 4.2.1. Koraci pri istraživanju problema: Zašto oštri predmeti režu?

Radni listić za učenike:

Zašto oštri predmeti režu?	
Razmislite	Navedite predmete koje koristite za rezanje. Zašto koristimo sjekiru za cijepanje drva?
Pribor za izradu pokusa	Krastavac ili tikvica, nož, sjekira.
Pokus 1.	Od predloženih materijala osmislite pokus kojim ćete istražiti svoje pretpostavke.
Istražite	Režu li obje strane noža jednako? Napišite pretpostavku. Provjerite pretpostavku pokusom. Reže li sjekira s obje strane jednako? Napišite pretpostavku. Provjerite pretpostavku pokusom. Što ste uočili pri izvođenju pokusa? Odgovorite na projektno pitanje.

4.3. Stajanje po čavlima. Moguće ili?

Odlaskom na mađioničarske predstave uvijek bi nas iznenadio trik s krevetom od čavala. Uglavnom se pitamo jesu li to pravi čavli ili je to samo varka. Svi smo u životu doživjeli ubod na čavao i nikome nije bilo ugodno, čak bolno iskustvo. Cilj ovog projekta je da učenici primjene prethodno stečeno znanje i primjene ga u izradi pokusa.

Pribor za izradu pokusa: čavli, daska, čekić

Pokus 4.3. Na dasku zabiti gusto poredane čavle.



Slika 4.3.1. Koraci pri istraživanju problema: Stajanje na čavlima. Moguće ili?

Radni listić za učenike:

Stajanje na čavlima. Moguće ili?	
Razmislite	Opišite mađioničarski trik ležanja na čavlima. Napišite pretpostavku zašto je to moguće. Je li moguće stajati na jednom čavlu? Na dva čavla? Na više?
Pribor za izradu pokusa	Čavli, daska, čekić
Pokus 1.	Izradite pokus kojim ćete istražiti može li se stajati na čavlima.

Istražite	Što smo mi mijenjali kada smo dodavali čavle na dasku? Ukoliko zabijemo sto čavala na površinu veličine ljudskog stopala, koja će osoba osjetiti veću bol, ona od 50 ili ona od 100 kilograma? Koje je fizičko objašnjenje toga? Diskutirajte u grupi. Koju fizičku veličinu mađioničar razumije? Biste li ikada spavali na čavlima? Kada bi to bilo moguće?

4.4. Krevet od plastičnih čaša

Razmišljate li ikada o krevetu? Zašto je predmet koji svakodnevno koristimo napravljen od određenih materijala i određene veličine? O čemu treba razmišljati pri izradi kreveta? U ovom dijelu učenici će istražiti kako napraviti krevet od priručnih materijala te o kojoj fizičkoj veličini trebaju razmišljati pri izradi istog.

Pribor za izradu pokusa: plastične čaše, lagana daska

Pokus 4.4.1. Na čvrstu podlogu poredati plastične čaše jednu do druge okrenute dnom prema gore te na njih staviti laganu dasku.



Slika 4.4.1. Koraci pri istraživanju problema: Krevet od plastičnih čaša.

Radni listić za učenike:

Krevet od plastičnih čaša	
Razmislite	Što se dogodi s madracem kada na njega stanemo, a što kada na njega legnemo? Postoji li razlika u udubljenju? Kako to tumačite?
Pribor za izradu pokusa	Plastične čaše, lagana daska.
Pokus 1.	Osmislite pokus kojim ćete provjeriti možemo li napraviti krevet od plastičnih čaša.
Istražite	Možemo li napraviti krevet od materijala koji naizgled ne izgledaju kao materijal za njega?

	Napravite manji krevet. Neka krevet isprobaju osobe nižeg i višeg uzrasta. O čemu moramo razmišljati pri izradi kreveta? Koju fizičku veličinu smo ovdje proučavali? Snimite izvođenje pokusa i napravite kratak film koji ćete prikazati u prezentaciji.

4.5. Zašto kamioni imaju po dvije gume

Jeste li ikada, sjedeći u automobilu i čekajući da se upali semafor, promatrali druga prijevozna sredstva? Normalno nam je da automobili imaju četiri gume i kada pukne jedna moramo se potruditi da bismo ju promijenili. Razmišljate li ikada o ljudima koji voze kamione, kako je njima kada ih pukne više odjednom? Zašto kamioni imaju više guma nego automobili?

Pribor za izradu pokusa: jaja, daska, opeka, utezi

Pokus 4.5.1. Ispod svakog kuta daske staviti po jedno jaje. Na dasku stavljati cigle, jednu na drugu.

Pokus 4.5.2. Ispod svakog kuta daske staviti po dva jajeta. Na dasku stavljati cigle, jednu na drugu.



Slika 4.5.1. Koraci pri istraživanju koliko tereta može podnijeti kamion s četiri gume.



Slika 4.5.2. Koraci pri istraživanju: Može li kamion s osam guma podnijeti teret veći nego kamion s četiri gume.

Radni listić za učenike:

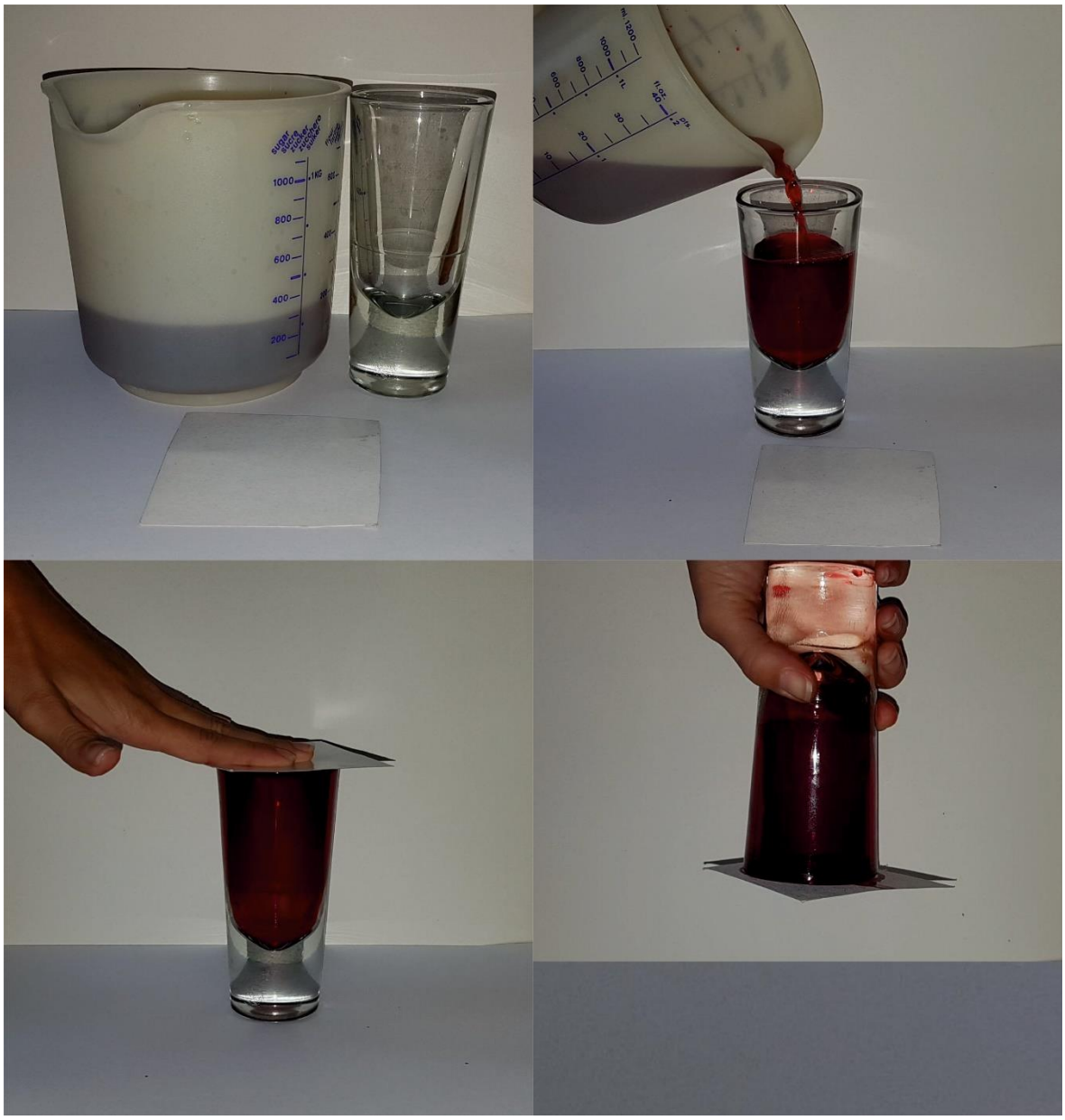
Zašto kamioni imaju po dvije gume?	
Razmislite	Vidjeli ste kamione koji prevoze teret. Koliko guma imaju kamioni? Zašto ih imaju više nego automobili? Zašto kamioni imaju više guma nego automobili?
Pribor za izradu pokusa	Jaja, daska, opeka, utezi
Pokus 1.	Osmislite pokus kojim ćete istražiti koliko tereta može podnijeti kamion s četiri gume.
Pokus 2.	Osmislite pokus kojim ćete istražiti može li kamion s osam guma podnijeti teret veći nego kamion s četiri gume.
Istražite	Postoji li neka masa tereta tereta koji kamioni mogu podnijeti? Kako bismo to mogli provjeriti? Snimite izvođenje pokusa i napravite kratak film koji ćete prikazati u prezentaciji. Izvedite zaključak i odgovorite na projektno pitanje.

4.6. Koliko tlakova i kako djeluju?

Iako često slušamo o djelovanju atmosferskog tlaka, vidimo li mi to djelovanje? Ako ga ne vidimo, vjerujemo li mi zaista da atmosferski tlak postoji? U ovom projektu učenici će istražiti postoji li on i kakav utjecaj ima na okolinu.

Pribor za izradu pokusa: čaša, voda (u ovom primjeru obojana voda) , papir koji brzo ne upija vodu.

Pokus 4.6.1. Čašu napuniti vodom, poklopiti papirom. Pridržavajući papir naglo okrenuti čašu i pustiti papir.



Slika 4.6.1. Koraci pri istraživanju: Koliko tlakova i kako djeluju?

Radni listić za učenike:

Koliko tlakova i kako djeluju?	
Razmislite	Opišite hidrostatski tlak. Opišite atmosferski tlak. U kojim smjerovima djeluju navedeni tlakovi?
Pribor za izradu pokusa	Čaša, voda, papir koji brzo ne upija vodu.
Pokus 1.	Čašu do vrha napunite vodom, poklopite papirom koji brzo ne upija vodu i naglo preokrenite.
Istražite	Što mislite da će se dogoditi s vodom nakon što preokrenete čašu? Napišite pretpostavku. Izvedite pokus. Što se dogodilo s vodom unutar čaše? Koji tlakovi djeluju na papir? U kakvom su odnosu tlakovi koji djeluju? Objasnite zašto se papir nije odvojio. Razmislite što se događa kada čašu ne napunimo vodom do vrha. Koji tlakovi djeluju u tom slučaju?

Zaključak

Ovim radom željela sam dokazati da je projekt „svaki zaokruženi, cjelovit i složen pothvat čija se obilježja i cilj mogu definirati, a mora se ostvariti u određenom vremenu te zahtijeva koordinirane napore većeg broja ljudi...“, a škola kao „obrazovna i odgojna ustanova gdje se stječu... znanja iz znanosti... te vještina određenih struktura“ je idealno rješenje za stjecanje trajnog znanja projektima.

Projektnom nastavom učimo učenike da su svi odgovorni za zadatak koji treba obaviti (ista ocjena za završen zadatak), svi moraju znati što treba naučiti, uspjeh projekta ovisi o zalaganju svih članova tima, slušaju jedni druge pa ideja projekta postaje zajednička koju dalje istražuju i dorađuju.

U nastavi fizike ovaj oblik nastave učenici bi rado prihvatili, a ne istiskuju velika financijska sredstva.

Budući da projektna nastava podrazumijeva timsko planiranje, raščlanjivanje sadržaja i na druge predmete (npr. matematika, informatika...), predviđaju nositelja određenih zadaća, mjesta, vremena, sredstava i pomagala, potrebna je dodatna edukacija profesora što je u nastavi fizike možda i najveće financijsko opterećenje.

Literatura

1. J .D. Cutnell & K. W. Johnson: *Physics – 8th edition*, John Wiley & Sons, Hoboken, 2009.
2. S. Prelovšek-Peroš, B. Mikulčić, B. Milotić: Otkrivamo fiziku 7, udžbenik za 7. razred osnovne škole, Školska knjiga, 2010.
3. Maja Cindrić: Projektna nastava i njezine primjene u nastavi fizike u osnovnoj školi https://hrcak.srce.hr/file/21423 (17.09.2017.)
4. Hrvatski enciklopedijski rječnik, Novi Liber, 2002.,2004. (U izdanju Jutarnjeg lista)
5. M.Mack and J.Westenskow, The Evolution and Success of a Colorado High School through Project-based Learning. Principal Leadership, 16-21, 2014.