



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNOMATEMATIČKI
FAKULTET DEPARTMAN ZA
FIZIKU



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ПРИМЉЕНО:	12. 06. 2009
ОРГАНИЗЈЕД:	БРОЈ
0603	9/612

Obrada nastavne teme:

" Osobine vazduha"

- diplomski rad -

Mentor:

Dr Dušanka Obadović, red. prof.

Kandidat:

Lazar-Dekanj Renata

Novi Sad, jun 2009.

*Posebnu zahvalnost dugujem mom
mentoru dr Dušanki Obadović na
nesebičnoj i stručnoj pomoći pri izradi
ovog diplomskog rada. Zahvaljujem se
svima koji su me podržali i pomogli mi
na bilo koji način.*

Sadržaj

1. Uvod.....	2
1.1 Vrste i ciljevi eksperimenta	2
1.2 Demonstracioni eksperiment.....	2
2. Svojstva tečnih tela	4
2.1 Osnovna fizička svojstva fluida.....	4
2.2 Statika fluida	5
2.3 Hidrostatički pritisak.....	7
2.4 Kretanje fluida	8
2.5 Bernulijeva jednačina	8
2.6 Jednačina kontinuiteta.....	10
3. Šta je vazduh?	11
4. Atmosfera	12
4.1 Atmosferski pritisak.....	13
4.2 Toričelijev eksperiment	14
4.3 Merenje atmosferskog pritiska	15
4.4 Magdeburški eksperiment.....	16
4.5 Empedoklov eksperiment	17
5. Realizacija časa.....	18
5.1 Struktura i tok časa.....	19
5.1.1 Uvodni deo časa - Motivisanje učenika za rad.	19
5.1.2 Glavni deo časa	20
5.1.3 Završni deo časa	25
6. Zaključak	26
7. Literatura.....	27
8. Biografija.....	28

1. Uvod

1.1 Vrste i ciljevi eksperimenta

Osnovno sredstvo u nastavi fizike je fizički eksperiment. Nikakva druga sredstva ne mogu da zamene neposredno posmatranje fizičke pojave. Fizički eksperiment predstavlja izazivanje pojave koja se proučava pod naročito podešenim uslovima kojima se mogu kontrolisati i menjati, a koji su najpodesniji za njeno posmatranje i proučavanje. Može se reći da je eksperiment savršena forma posmatranja. Jedna od karakteristika svakog fizičkog eksperimenta je da eksperimentator po ličnom nahodjenju izaziva pojavu koju treba proučiti i to onda kada je najcešćodnije i pod potrebnim uslovima, što zavisi od cilja demonstracione pojave, to jest izvođenja eksperimenta. Druga karakteristika je slobodno menjanje pojave koja se proučava to jest izolovane pojedinih parcijalnih procesa i njihovo izolovano menjanje. Značaj fizičkog eksperimenta je i u tome što se pri njegovom vršenju uči i navikava da se iz posmatranih pojava izdvajaju najbitnija, suštinska obeležja. Karakter eksperimenta i metodika njegove primene moraju da sadrže u sebi i neke posebne kvalitete. Oni su povezani sa opštetehničkim i svestarnim razvojem interesa i aktivnosti učenika.

Danas u nastavi fizike eksperiment ima sledeće oblike:

- demonstracioni eksperiment (ogled).
- frontalne laboratorijske vežbe .
- fizički praktikum.

1.2 Demonstracioni eksperiment

Demonstraciju eksperimenta u eksperimentalnoj fizici ne treba smatrati kao dopunuusmenom izlaganju gradiva već kao njegov nerazdvojni organski deo. Isto tako demonstracioni eksperiment ne treba smatrati ni samo kao metodu predavanja, jer ona predstavlja značajan deo sadržaja fizike. Demonstracioni eksperiment je eksperiment koji pretežno izvodi nastavnik, a koji istovremeno posmatraju svi učenici razreda. Pri proučavanju fizike neophodna je školska priprema demonstracionog eksperimenta da bi se kod učenika formirale osnovne predstave o pojivama, fizičkim veličinama, procesima i zakonima kao i o konstrukciji i radu nekih aparata i tehničkih uređaja. Demonstracioni eksperiment se primenjuje u onim slučajevima kad nastavnik mora aktivno da usmerava tok misli pri proučavanju neke pojave ili zakona fizike.

Demonstracija eksperimenta je aktivan proces koji je uvek usmeren određenom cilju.

Demonstrirajući pojavu nastavnik rukovodi čulima i percepcijama učenika i na osnovu njih formira pojmove i ubedenja. Demonstriranje eksperimenta se uvek kombinuje sa izlaganjem nastavnika, što je neophodan uslov za uspešno formiranje fizičkih pojmove. Po rečima poznatog eksperimentatora Tindela „Eksperiment predstavlja deo jezika nastavnika“. U ovim rečima su iskazane dve osnovne misli:

- eksperiment predstavlja obavezni deo predavanja i
- on predstavlja nerazdvojni deo svakog izlaganja.



Demonstracioni eksperiment se uglavnom koristi pri izlaganju novog gradiva metodom usmenog izlaganja, objašnjavanja ili dijaloškom metodom. Metodski problem koji se ovde javlja je mesto demonstriranja ogleda i sistem izlaganja gradiva. Način rešavanja ovih problema zavisi od dijalektičkog cilja koje je postavio nastavnik, od sadržaja nastavne jedinice i od izabrane metodike izlaganja.

Ciljevi demonstracionog ogleda mogu da budu različiti:

- posmatranje fizičke pojave koju treba proučiti na datom času,
- „otkrivanje“ nekog zakona fizike ili ilustracija zakona do koga se došlo teorijskim putem ili na drugi način,
- upoznavanje učenika sa praktičnom primenom neke pojave ili zakona i
- upoznavanje učenika sa metodama izvođenja eksperimenta.

Posebno mesto imaju ogledi na osnovu kojih se formiraju najvažniji pojmovi u fizici ili ogledi na osnovu kojih se dolazi do objašnjenja suštine nekog zakona, ili neke teorije u fizici. Tu ubrajamo klasične oglede Arhimeda (Αρχιμήδης – Arhimedes 287-212 pr. n. e.), Paskala (Blaise Pascal, 19. jun 1623. — 19. avgust 1662.), Toričelija (Evangelista Torricelli, Rim, 15.10.1608. – Firenca, 25.10.1647.), Bernulija (Daniel Bernoulli 1700. – 1782.). Na te oglede nastavnik treba da obrati posebnu pažnju.

Cilj ovog rada je uvođenje osnovnih pojmoveva o vazduhu u šestom razredu osnovne škole. Vazduh koji nas okružuje i omogućuje život ljudima, životinjama i biljkama ima specifične karakteristike, kao i energiju, koju je čovek uspeo da iskoristi. Vazduh je svuda oko nas, a njegove osobine i kretanja utiču na mnoge pojave u prirodi. Osnovne karakteristike vazduha prikazane su uz pomoć jednostavnih ogleda, koji obzirom da ih mogu izvoditi sami učenici, omogućuju pored demonstracije određenih fizičkih pojava, razvijanje samostalnosti, kreativnosti, kao i manuelnih sposobnosti kod učenika. Pored osnovnih karakteristik (da iako ga ne vidimo, vazduh nije isto što i prazan prostor, da vazduh ima težinu kao i svako drugo telo, i drugih) objašnjeno je šta se podrazumeva pod Zemljinom atmosferom i kako se može prikazati njen postojanje.

2. Svojstva tečnih tela

U toku proučavanja fluida nije potrebno uvođenje novih fizičkih principa da bi se objasnili efekti koji se javljaju u njima. Prvo će biti prikazana mehanika fluida u stanju mirovanja - *statika fluida*, a zatim mehaniku fluida koji su u stanju kretanja - *dinamika fluida*. Kao i druga živa bića na Zemlji, i čovek je u neprekidnom kontaktu sa raznim vrstama fuida. Kreće se kroz fluid i udiše ga (vazduh), pliva u njima i piće ih (voda, ...), u čovekovom telu se nalaze različiti fluidi. Međutim, ako bi trebao da se ukratko definiše ovaj pojam potrebno je objasniti strukturu supstance makar do molekularnog nivoa i u analizu uključiti međumolekularne sile.

Materija se u prirodi javlja u tri agregatna stanja: čvrstom, tečnom i gasovitom. Sva tela koja mogu da „teku“ zovu se jednim imenom fluidi. To su tečna i gasovita tela, koja se po mnogim osobinama razlikuju od čvrstih tela. Tečnosti i gasovi imaju mnogo sličnih osobina, pa se u izvesnim slučajevima njihova svojstva mogu tretirati zajedno.

U stanju mirovanja tečnosti se znatno razlikuju od gasova. Osnovne razlike u ponašanju čvrstih tela i fluida navodile su još od davnina na ideju o različitim svojstvima molekula čvrstih, tečnih i gasovitih tela.

Gasovita tela se bitno razlikuju od tečnosti po svojoj osobini da odmah zauzmu celu zapreminu suda ma kakve veličine i oblika. Gasovi deluju pritiskom na zidove suda bez obzira na veličinu suda i teže uvek da zauzmu što veću zapreminu. Znači, jedna količina gasa može da zauzme svaku zapreminu veću od zapremeine toga gasa kada se prevede u tečno stanje. Dok tečna i čvrsta tela veoma malo mogu da menje svoju zapreminu, gasovi veoma lako menjaju zapreminu u svakoj razmeri.

Fluid možemo da definišemo na osnovu toga kako se ponaša kada na njega deluje neka sila. Sile koje deluju na tela mogu da se, prema načinu delovanja, podele na sile istezanja, uvrтанja, komprimovanja (one izazivaju pritisak koji na telo deluje sa svih strana). Tela koja su u čvrstom agregatnom stanju se veoma malo deformišu kada se nalaze pod dejstvom sila, a i kad se deformišu, ukoliko sila nije preterano velika, nakon prestanka njenog dejstva, vraćaju se u prethodno stanje. Većina fluida se, međutim lako deformiše i ne vraća u prethodno stanje, jer fluidi mogu da *teku*. Tačnije rečeno, fluid je stanje u kome materija može da teče i menja oblik zapremine pod dejstvom veoma slabih sila.

2.1 Osnovna fizička svojstva fluida

Osnovne karakteristike fluida su:

Gustina je osobina koja je bitna za sve materije, a samim tim i za fluide.

Klasična fizika gustinu definiše na sledeći način:

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

gde je: m (kg) masa fluida, a V (m^3) njegova zapremina.

Viskoznost je osobina koja je posledica athezionih sila u fluidu. Prilikom kretanja čestica fluida jednih u odnosu na druge javljaju se sile koje se tom kretanjem suprotstavljaju. Mera tog suprotstavljanja (otpora) je viskoznost. Viskoznost je različita za pojedine fluide. Tečnosti imaju mnogo veću viskoznost od gasova. Viskoznost je vrlo bitna osobina od koje zavisi kretanje fluida. Ako je viskoznost veća potrebno je uložiti više energije za kretanje.

Stišljivost je osobina fluida koja pokazuje koliko se pod dejstvom spoljnih sila (pritiska) menja njegova zapremina. Stišljivost se izražava na sledeći način:

$$s = -\frac{\Delta V}{\Delta p} \frac{1}{V_0} (\text{Pa}^{-1})$$

gde je:

ΔV (m^3) – promena zapreme fluida pod dejstvom promene pritiska,

Δp (Pa) – promena pritiska fluida koja izaziva promenu zapreme i

V_0 (m^3) – početna zapremina fluida.

2.2 Statika fluida

Statika fluida je deo mehanike fluida u kojoj se proučavaju zakoni mirovanja fluida.

Zakon statike fluida primenjen u gravitacionom polju Zemlje izražava se na sledeći način:

$$p = \rho gh \text{ (Pa)}$$

gde je:

g (m/s^2) – ubrzanje zemljine teže,

ρ (kg/m^3) – gustina fluida i

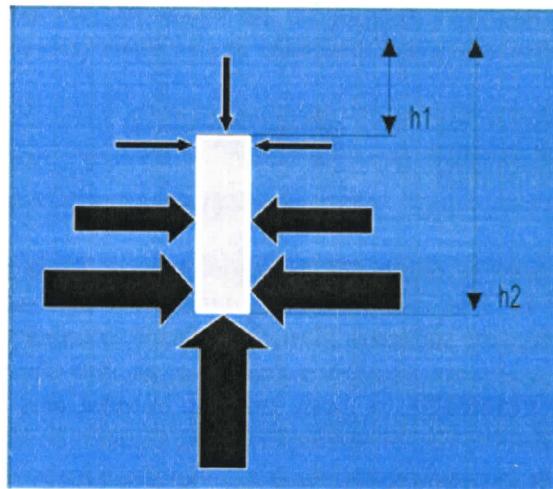
h (m) – rastojanje posmatrane tačke od slobodne površine fluida (dubina).

Jednačina statike fluida u gravitacionom polju Zemlje je osnova mnogih zakona statike fluida:

- Slobodna površina tečnosti je uvek horizontalna,
- U jedinstvenom fluidnom prostoru u istoj horizontalnoj ravni pritisci su jednaki,
- Arhimedov zakon – Na svako telo potopljeno u tečnost deluje sila potiska koja je jednakata težini telom istisnute tečnosti. Arhimedov zakon je najstariji pisani zakon mehanike fluida (pre više od 2000 godina) koji i danas važi u izvornom obliku. Arhimedova velika zasluga je što je odredio vrednost sile potiska.

Šta je potisak?

Primećene su pojave da kada se neki predmet zaroni u vodu da će njegova težina biti manja nego u vazduhu. Takođe, lopta kada se uroni u vodu izleće na površinu. Ove pojave su posledica dejstva tečnosti na tela koja su u nju zaronjena. Sila kojom tečnost deluje na tela koja se u njoj nalaze, naziva se sila potiska, a samo dejstvo - **POTISAK**.



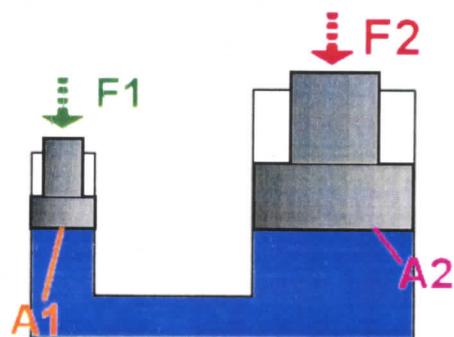
Slika 1. Potisak

Na telo uronjeno u tečnost deluje hidrostatički pritisak sa svih strana. Delovanje pritisaka na bočne strane tela se poništava.

Donja strana je na većoj dubini od gornje, te je hidrostatički pritisak dole veći nego gore. Rezultat toga je sila koja deluje vertikalno naviše i koja se naziva sila potiska (slika 1).

- Paskalov zakon – promena pritiska u jednoj tački fluidnog prostora izaziva istu promenu pritiska u svim tačkama istog tog jedinstvenog fluidnog prostora. Paskalovim zakonom se objašnjava rad hidrauličnih mašina (presa). Naime, proučavajući prenošenje pritiska kroz tečnosti i gasove, izveo je ogled pomoću suda sa dva klipa (Slika 2).

$$F_2 = F_1 \left(\frac{A_2}{A_1} \right)$$



Slika 2. Hidraulična presa

Prema Paskalovom zakonu, uz uslov da su klipovi površina A_1 i A_2 , u sistemu prikazanom na slici 2, na istoj visini i da se zanemare sile trenja izmedju klipova i zidova suda, sledi da je sila:

$$F_2 = F_1 \frac{A_2}{A_1}$$

odnosno, manju silu F_1 možemo onoliko puta "pojačati" koliko puta povećamo odnos prečnika klipova.

Na osnovu izloženog stava o prenošenju pritiska može se lako zaključiti da će isti pritisak delovati na bilo koju unutrašnju površinu suda, pa i na bilo koju zamišljenu površinu u unutrašnjosti tečnosti. Prvac svih ovih površina, pa i površina klipova, može biti proizvoljan, te se može reći da je pritisak u tečnosti nezavisan od pravca u kom se meri. Ovakav pritisak kod tečnosti u miru zove se **HIDROSTATIČKI PRITISAK**. Pritisak u fluidima zavisi od temperature. Pri apsolutnoj nuli pritisak ne postoji, jer nema kretanja molekula. Ovde opisani pritisak nije uslovljen prisustvom gravitacionih sila.

Pritisak ispod većeg i manjeg klipa je

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1}, \quad p_2 = \frac{F_2}{A_2}.$$

Na osnovu Paskalovog zakona u stanju ravnoteže $p_1 = p_2$ pa je

$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}.$$

Intenziteti sila na klipovima odnose se kao veličine površina poprečnih preseka.

2.3 Hidrostaticki pritisak

Hidrostaticki pritisak je uzrokovan samom težinom tečnosti. Na istoj dubini jednak je u svim pravcima, nastaje zbog težine same tečnosti, a zavisi od vrste tečnosti odnosno gustine i visine stuba tečnosti:

$$p = \rho gh$$

ρ - gustina tečnosti

h - dubina

g - gravitaciona konstanta i iznosi 9.81 N/kg.

2.4 Kretanje fluida

Proučavanje kretanja fluida je nešto složenije u odnosu na kretanje čvrstih tela. Osnovne zakonitosti mehanike fluida zasnovane su na dva najpoznatija zakona klasične fizike: zakonu o održanju energije i zakonu o održanju mase.

2.5 Bernulijeva jednačina

Ona se odnosi na ustaljena (stacionarna) strujanja fluida. Reč je, dakle, o kretanju fluida pri kome se, u svakoj tački fluidnog prostora, tokom vremena ne menjaju veličine koje karakterišu strujanje (brzina, gustina, pritisak). Ako se ova jednačina primeni na strujanja fluida u gravitacionom polju Zemlje, dobija se poznata Bernulijeva jednačina koja glasi:

$$P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{const.}$$

Ona važi za strujnu cev. Ovako izvedena, ona ima velika ograničenja. Ograničenja su sledeća:

- neviskozni fluid,
- stacionarno strujanje i
- nestišljivi fluid.

I pored ovakih ograničenja, ova jednačina ima veoma veliki praktični značaj.

U ovom izrazu je P apsolutni pritisak, ρ gustina fluida, h je visina fluida iznad nekog referentnog nivoa, a g je ubrzanje Zemljine teže. Ukoliko posmatramo mali deo zapremine fluida duž njegove putanje pri strujanju, možemo da kažemo da će veličine koje se pojavljuju u ovoj jednačini moći da se menjaju, ali će njihov zbir pri tome ostati konstantan. Ukoliko indeksima 1 i 2 označimo dve tačke duž posmatrane putanje pri strujanju fluida, Bernulijeva jednačina poprima oblik:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Bernulijeva jednačina je direktna posledica zakona očuvanja energije. Drugi i treći sabirak na primer, podsećaju na kinetičku i potencijalnu energiju, pri čemu u izrazima, umesto mase стоји gustina, односно masa po jedinici zapremine. Tako drugi sabirak može da se zapiše kao:

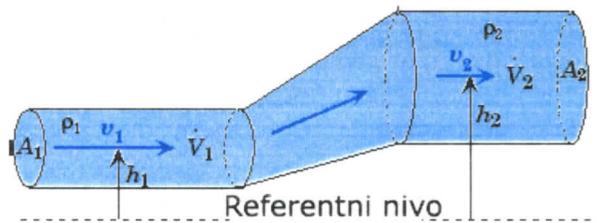
$$\frac{1}{2} \rho v^2 = \frac{m v^2 / 2}{V} = \frac{E_k}{V},$$

odakle se vidi da predstavlja kinetičku energiju jedinice zapremine fluida. Na sličan način, treći sabirak je:

$$\rho gh = \frac{mgh}{V} = \frac{E_p}{V},$$

što znači da predstavlja gravitacionu potencijalnu energiju jedinice zapremine fluida.

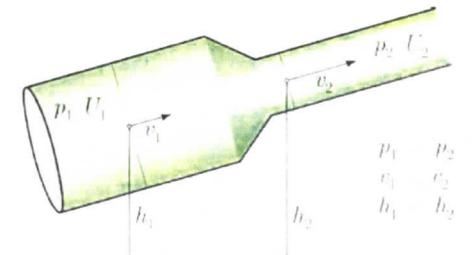
Primetimo da i pritisak P takođe ima dimenzijske energije po jedinici zapremine. Na taj način možemo da zaključimo da je Bernulijeva jednačina, u stvari, zakon održanja energije primenjen na jedinicu zapremine nestišljivog fluida.



Slika 3. Strujna cev

Prethodni oblici Bernulijeve jednačine odnose se na idealni fluid, odnosno fluid pri čijem kretanju nema transformacije energije fluida u toplotnu usled trenja. Kod realnog fluida to trenje postoji tako da proširena Bernulijeva jednačina glasi:

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + gh_1 = \frac{v_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + gh_2 + \sum Hg \quad (\text{J/kg})$$



Slika 4. Proizvoljna strujna cev

gde je ΣHg – zbir svih gubitaka usled trenja duž strujanja. Ovi gubici nastaju usled viskoznosti fluida. Jednačina pokazuje da je ukupna količina energije fluida na preseku fluida manje površine (2) jednak ukupnoj količini energije fluida na preseku fluida veće površine (1) umanjenoj za gubitke energije (ΣHg) koji su nastali zbog otpora strujanju od preseka 1 do preseka 2. U slučaju cevovoda, za koje se najčešće i primenjuje Bernulijeva jednačina, u proračunima treba uzimati srednju brzinu fluida.

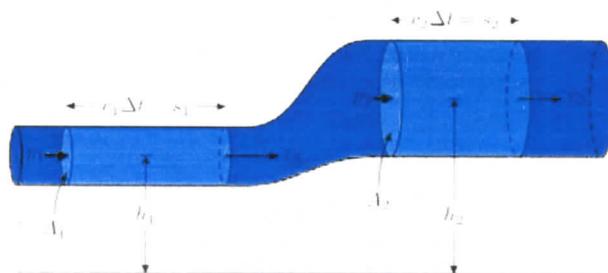
2.6 Jednačina kontinuiteta

Šta se dešava ukoliko cev kroz koju protiče fluid nije stalno istog poprečnog preseka? Poznato je da ukoliko na neki način smanjimo poprečni presek baštenskog creva kroz koje struji voda, primetićemo da ona ističe većom brzinom. Slično se dešava i na mestima gde se rečno korito sužava, tamo nastaju brzaci. Suprotno, ukoliko reka nađe na proširenje, voda će teći sporije, ali će se tok ponovo ubrzati na mestu gde se njeno korito sužava. Drugim rečima brzina strujanja raste kada površina poprečnog preseka opada i obrnuto. Na slici 5, je prikazano proticanje fluida kroz cev nejednakog poluprečnika.

Ukoliko je fluid čije je proticanje prikazano na slici nije stišljiv (pod dejstvom pritiska mu se ne menja zapremina), ista zapremina fluida će za isto vreme t da protekne kraj tačaka 1 i 2, odnosno:

$$V = A_1 s_1$$

$$V = A_2 s_2$$



Slika 5. Što je cev uža, ista zapremina fluida zauzima veći deo cevi.

Kako su putevi s_1, s_2 koje su iste količine fluida prešle, date relacijama $s_1 = v_1 \Delta t$ i $s_2 = v_2 \Delta t$, iz jednakosti zapremina (i protoka) se dobija:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Ova jednačina je u dinamici fluida poznata pod nazivom jednačina kontinuiteta i važi za sve nestišljive fluide i predstavlja nepromenjivost mase primenjeno na fluidnu struju između dva preseka. Prema njoj, brzina fluida je veća tamo gde je presek manji i obrnuto. Drugim rečima, fluid se ubrzava u smeru suženja cevi a to znači da u tom smeru deluje sila. Ova sila nastaje usled razlike pritisaka, pa se nameće zaključak da je pritisak veći u širem delu cevi (gde je brzina strujanja manja) a niži u užem delu cevi (gde je brzina strujanja veća).

3. Šta je vazduh?

Stari narodi smatrali su vazduh za jedan od četiri elementa od kojih je sastavljena priroda, zajedno sa Zemljom, vodom i vatrom. Vazduh obavlja Zemlju slojem visokim 600 km. Kao što ribe žive u okeanu vode, mi živimo na dnu okeana vazduha.

Vazduh je proziran, nevidljiv gas, ali osećamo njegovo prisustvo na mnogo načina: lahor, vetar, plamen koji se leluja.

Vazduh nema svoj oblik. On poprima oblik posude u kojoj se nalazi, ali za razliku od tečnosti koje su presute iz jedne posude u drugu, iako poprimaju njihove oblike zadržavaju istu zapreminu, vazduh se širi.

Vazduh podvrgnut temperaturi nižoj od -140°C i dovoljno potisnut, pretvara se u plavkastu tečnost. Upotrebljava se u laboratorijama u kojima su potrebne veoma niske temperature, i pri proizvodnji kiseonika, azota i argona, elemenata koje hemijska industrija sve više troši.

Vazduh deluje na živa bića svojim fizičkim i hemijskim osobinama. Hemijske osobine vazduha zavise od njegovog sastava. On sadrži: N (78.9%), O (20.95%), Ar (0,93%), Ne (1.8 10-3%), He (5,24 10-4%), Kr (8 10-6%), H (5 10-5%), Xe(8 10-6%), Rd(6 10-18%). Posebno je značajan ozon (O₃), CO₂ i vodena para, ali im je količina promenljiva i horizontalnom i u vertikalnom pravcu. Sastav vazduha varira na različitim visinama. Pri većoj visini smanjuje se sadržaj kiseonika, a povećava se sadržaj vodonika. Od fizičkih osobina vazduha, važnih za živa bića, najveći značaj imaju vlažnost i vazdušna strujanja. Vodena para predstavlja dodatak atmosfere, a njen udio u odnosu na druge sastojke vazduha je 4%.



Slika 6. Sastav vazduha

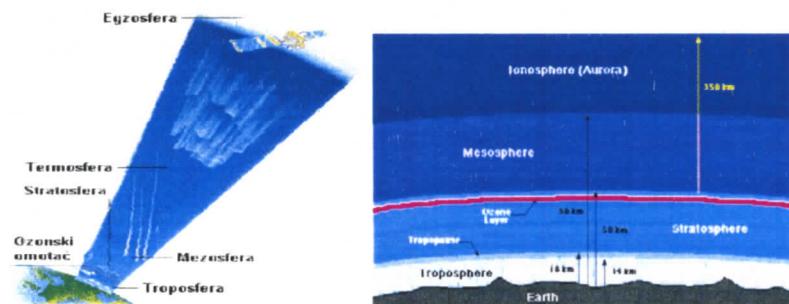
Da li znate da površinu ljudskog tela prosečno pritiska dvadeset tona vazduha? Ali, to ne osećamo zato što vazduh ispunjava unutrašnjost našeg tela. Ako bi pritisak spoljašnjeg vazduha bio eliminisan, kao u međuplanetarnom prostoru, naše telo bi se ponašalo kao balon.

4. Atmosfera

Zemljina lopta je obavijena slojem vazduha koji zovemo atmosfera. Atmosfera, zajedno sa najvišim delovima litosfere i hidrosfere, čini biosferu, odnosno sferu gde se odvija život ljudi, biljaka i životinja. Vazdušni omotač se postepeno razređuje kako se udaljavamo od površine zemlje. Visina sloja u kojem je moguć život kreće se do visine 10 – 13 km iznad površine Zemlje. Od velike važnosti je uloga ozona u vazduhu, a ozon je alotropska modifikacija kiseonika. On upija ultravioletna zračenja Sunca (zračenja male talasne dužine), koja potiču sa Sunca i zvezda, a poseduju vrlo snažnu antibiološku moć, razarajući svaki oblik života.

Atmosfera nije statični sastav oko nebeskih tela, već se menja tokom vremena. Na primer, atmosfera Zemlje se u njenih prvih 500 miliona godina značajno razlikovala od današnje, sa dominacijom otrovnih sumpornih i azotnih jedinjenja.

Zemljina atmosfera je podeljena u vertikalnom pravcu, računajući pravac od zemljine površine na: troposferu, stratosferu, mezosferu, termosferu i egzosferu. Obzirom da sadrže nanelektrisane čestice mezosfera i termosfera se jednim imenom nazivaju jonasfera.



Slika 7. Zemljina atmosfera

U troposferi postoje dve oblasti. Niža oblast od oko 3500 m visine, središte je vremenskih promena koje se manifestuju u vidu vetra, kiše, oblaka, snega, grada i grmljavine. Viša oblast troposfere je vremenski mirnija. Između troposfere i stratosfere se nalazi tropopauza. Njena visina nije ista sa različitim tačkama na Zemlji. Idući od polova prema ekuatoru visina tropopauze se menja i to od 9 – 17 km. Radio-sondama je utvrđeno da tropopauza iščezava u antarktičkoj oblasti za vreme zime.

Usled gotovo nepromenljive temperature sa visinom, stratosfera predstavlja sloj velike stabilnosti. Iznad stratosfere, čija visina dostiže i 50 km, nalazi se prelazna oblast stratopauza. Nju karakteriše progresivno opadanje temperature. Na oko 60 km visine prelazi u jonasferu.

Jonasferu čini grupa jonizovanih slojeva, koji su prvenstveno posledica ultravioletnog zračenja sunca. Ovo zračenje ionizuje visoke atmosferske slojeve formirajući neprimetnu jonasferu. Jonasfera ima veliki značaj za radio-telegrafiju. Njoj se pripisuje prelamanje, upijanje i savijanje radio talasa. Elektromagnetna merenja odjekom su utvrdila da postoje jonasferski slojevi.

U sloju atmosfere koji se naziva egzosfera i koji se nalazi na najvećoj visini od zemljine površine i do 120 km, nastaje pojava polarne svetlosti.

Atmosfera se ne završava naglo. Ona polagano postaje ređa i postepeno nestaje u svemiru. Ne postoji konačna granica između atmosfere i spoljašnjeg svemira.

4.1 Atmosferski pritisak

Atmosferski pritisak zavisi od nadmorske visine. Normalni atmosferski pritisak je srednji godišnji pritisak na nivou mora. No i na jednoj određenoj nadmorskoj visini atmosferski pritisak se menja sa vremenom. Ove promene nastupaju usled različite vlažnosti atmosferskog vazduha. U atmosferi ima uvek više ili manje vodene pare, koja ima manju gustinu od vazduha, zato i smeša vazduha i pare ima manju gustinu. Usled toga je i atmosferski pritisak manji pri vlažnom vremenu.

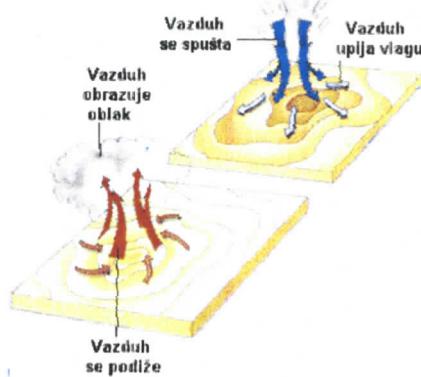
Omotači vazduha oko Zemlje imaju određenu težinu kojom pritiskaju Zemljinu površinu i ta težina iznosi oko 1 kg po kvadratnom centimetru Zemljine površine i svih tela koja se na njoj nalaze. Ovako veliki pritisak vazduha mi ne osećamo, jer se taj pritisak prostire u svim smerovima, ne samo nadole, već i nagore, pa i naše telo potiskuje naviše istom snagom i neutrališe pritisak odozgo. Molekuli vazduha iz predela visokog vazdušnog pritiska uvek prelaze u predeo niskog vazdušnog pritiska kako bi se ovi pritisci izjednačili. Atmosferski pritisak potiče od težine vazduha i određen je težinom vertikalnog stuba vazduha nad jediničnom površinom. Pritisak pare tečnosti: za svaku datu temperaturu tečnosti u zatvorenom sudu formira se iznad nje zasićenja para pod pritiskom koji raste sa temperaturom.



Slika 8. Vertikalni stub vazduha

Privlačna Zemljina sila (gravitacija) privlači vazduh ka svojoj površini, pa je vazduh najgušći pri Zemljinoj površini. Pritisak Zemljine atmosfere na sva tela na Zemlji naziva se atmosferski pritisak. Hladan vazduh je gušći od toplog, pa se on spušta naniže, ka tlu, formirajući predeo niskog vazdušnog pritiska. Topao vazduh se podiže od tla i formira

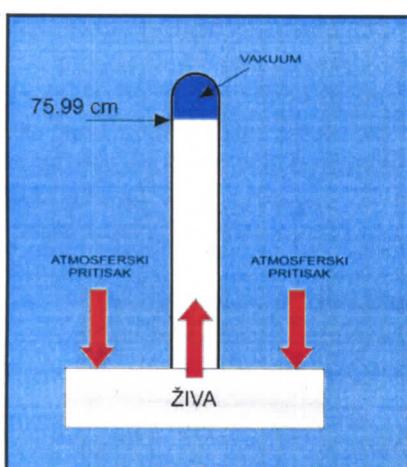
predeo visokog vazdušnog pritiska. Kada se vlažan, topao vazduh podigne od tla, vodena para u njemu se kondenuje na određenoj visini i formira oblake.



Slika 9. Formiranje oblaka

4.2 Toričelijev eksperiment

Da pritisak vazdušnog omotača stvarno postoji, može se dokazati različitim ogledima. Jedan od prvih je ogled koji je izveo italijanski fizičar Toričeli (Evangelista Torricelli, Rim, 15.10.1608. – Firenca, 25.10.1647.).



Slika 10. Toričelijev eksperiment



Slika 11. Evangelista Torricelli

Toričeli je u Firenci 1643. godine prvi izmerio visinu atmosferskog pritiska. Postupak je bio sledeći: Jedan veći sud je napunio živom. Uzeo je staklenu cev koja je imala otvor na jednoj strani, malog poprečnog preseka i dužine 1m koju je takođe napunio živom. Otvor cevi je zapašio i uronio je, otvorom nadole u ranije pripremljen sud sa živom. Živa

iz cevi je počela da ističe u sud i nakon nekog vremena isticanje je prestalo. Toričeli je tada izmerio visinu živinog stuba u cevi dobio je vrednost 76cm. Iz cevi ne ističe sva živa jer je hidrostatički pritisak njenog stuba uravnotežen sa atmosferskim pritiskom koji deluje na spoljašnju površinu žive u sudu. Na osnovu ovog podatka i koristeći podatak za gustinu žive izračunao je visinu atmosferskog pritiska.

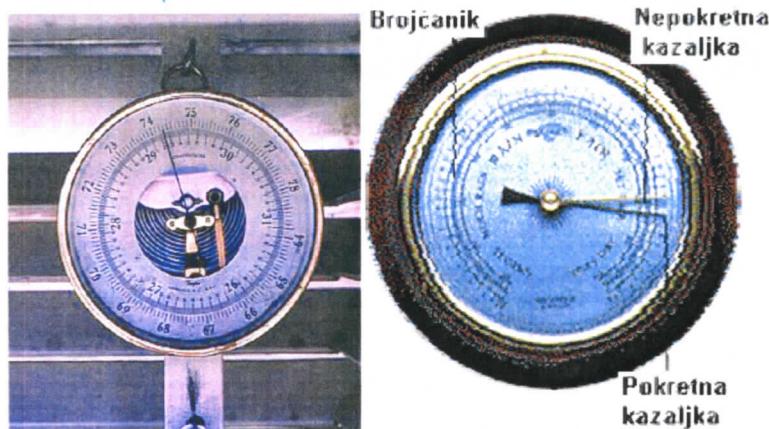
$$p_a = \rho gh = 13600 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,76 m = 101\,396 \text{ Pa}$$

Iznad žive u cevi ostaje bezvazdušni prostor (vakuum), takozvana Toričelijeva praznina.

Atmosferski pritisak se smanjuje sa nadmorskom visinom jer se smanjuje sloj vazduha iznad te tačke, sa porastom vlažnosti vazduha jer vodena para ima manju gustinu od vazduha i porastom temperature jer se zagrevanjem smanjuje gustina vazduha zbog širenja.

4.3 Merenje atmosferskog pritiska

Toričelijev ogled je osnova sprave za merenje pritiska vazduha - barometra. Reč barometar je grčkog porekla i bukvalno znači mera za težinu. Kako promene atmosferskog pritiska najavljuju promene vremena, barometar je jedan od instrumenata pomoću kojeg se prognozira vreme. Pritisak koji atmosfera vrši na morskoj površini, a pri temperaturi od 0°C, jednak je pritisku koji vrši živin stub visine 760 mm. Barometarska merenja viša od 760 mm karakterišu povišen pritisak, a merenja ispod 760 mm karakterišu snižen pritisak. Atmosferski pritisak opada sa povećanjem visine ali isto tako opada i sa povećanjem temperature i vlažnosti. Topao vazduh je lakši od hladnog, a vlažan je lakši od suvog. Postoje dve osnovne vrste barometra - živin barometar i takozvani "suvi" barometar. Živin barometar se koristi u meteorološkim stanicama i sastoji se od visoke, tanke cevi ispunjene živom. Živu u cevi pritiska određenom težinom atmosferski pritisak i sve promene vazdušnog pritiska očitavaju se u promenama visine živinog stuba u cevi. "Suvi" barometri se koriste za kućnu upotrebu i ne sadrže živu.



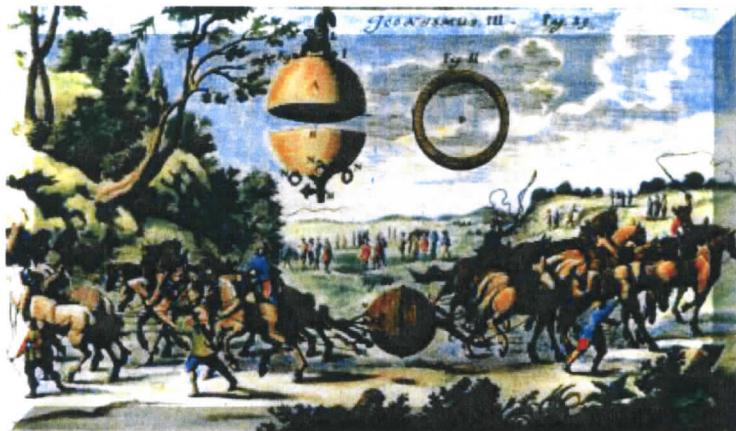
Slika 12. Sprave za merenje atmosferskog pritiska – barometri

Iako je postojanje vakuma dokazao Blez Paskal, najbolji dokaz za to je pružio nemački pronalazač i filozof Oto fon Gerike (Otto von Guericke, 1602-1686) pronalazač vakum pumpe. Vakuum (latinski) je prostor u kome nema materije, ili iz kojeg je u znatnoj meri izvučen vazduh ili drugi gas, pa se nalazi pod pritiskom znatno ispod atmosferskoga.

4.4 Magdeburški eksperiment

Sredinom 17.veka Oto fon Gerike izveo je više ogleda kojima je dokazao postojanje atmosferskog pritiska i vakuma. Najpoznatiji je ogled, poznat pod imenom Magdeburške polukugle, izveo 1654. godine u Regensburgu.

Izradio je dve bakarne polukugle, prislonio ih jednu na drugu i iz tako dobijene kugle pumpom ispumpao vazduh. U kugli se napravio vakum. Zatim je za svaku polukuglu zakačio osmospreg snažnih konja. Upinjući se svom snagom, 16 velikih životinja nije moglo razdvojiti polukugle. Jedino što je polukugle držalo zajedno bio je atmosferski pritisak, odnosno sila kojom je vazduh delovao na spoljašnju površinu polukugli. Ovaj eksperiment jasno predočava veličinu sile kojom vazduh pritiska sva tela u našem okruženju pa i nas same.



Slika 13. Slika koja prikazuje eksperiment sa magdeburškim polukuglama



Slika 14. Rekonstrukcija magdeburških polukugli

4.5 Empedoklov eksperiment

Antički naučnik Empedoklo (Εμπεδοκλῆς - Empedocles 5 vek p.n.e.) prvi je izveo eksperiment sličan ovom upotrebljavajući tako zvanu klepsidru ili "vodenih sat" koji se koristio kao kuhinjski pribor. Klepsidra je bronzana kugla sa grlom i rupicama na dnu koja se napuni vodom. Ako joj je grlo nezačepljeno, voda ističe kroz rupice, a ako se grlo zatvori prstom, voda neće isticati. Klepsidra se ne može napuniti vodom, ako je uronimo u vodu držeći joj grlo začepljenim. Empedoklo je zaključio da se neka nevidljiva supstanca u posudi opire ulasku vode te da to može biti jedino vazduh.

Legenda kaže da je Empedoklo i poginuo skočivši u oduševljenju svojega otkrića u otvor vulkana Etne.



Slika 15. Klepsidra ili "vodenih sat"

5. Realizacija časa

Atmosferski pritisak (Toričelijev eksperiment) je nastavna jedinica u okviru nastavne teme: Pritisak. U okviru ove nastavne teme su i sledeće nastavne jedinice: Manometri, barometri; Paskalov zakon; Pritisak čvrstih tela; Hidrostatički pritisak. Spomenute nastavne teme se uče u VI razredu osnovne škole. Atmosferski pritisak i osobine vazduha se obrađuju samo na 1 školskom času i to sa jednim ili eventualno 2 ogleda. Ali zbog lepote ove teme i interesantnih ogleda nastavnik povezuje dva vezana školska časa za obradu vazdušnog pritiska i to na sledeći način:

<i>Opšti metodički podaci</i>	
Nastavni predmet:	Fizika za VI razred osnovne škole
Nastavna tema:	Pritisak
Nastavna jedinica:	Atmosferski pritisak
Tip nastavnog časa:	Obrada novog gradiva
<i>Operativni zadaci časa</i>	
Obrazovni zadaci:	Sticanje znanja o vazduhu kao smeši gasova i njegovim osnovnim osobinama (promenljivosti oblika, zapremini, masi i pritisku).
Vaspitni zadaci:	Razvijanje odgovornosti, timskog rada i saradničkog duha.
Fnkcionalni zadaci:	Razvijanje sposobnosti uviđanja kauzalnih veza i odnosa u prirodi (pod kojim uticajima vazduh menja svoj oblik), razvijanje osetljivosti za uočavanje i formulisanje problema, razvijanje smisla za traganjem i istraživanjem pojava i procesa u prirodi, iznalaženje skrivenih veza i odnosa među datim podacima, razvijanje sposobnosti uopštavanja na osnovu dobijenih podataka.
Oblici rada:	Frontalni, rad u parovima.
Nastavne metode:	Usmeno izlaganje, laboratorijski i praktičan rad, heurističke metode (heuristički razgovor, metoda smisaonog uviđanja).
Nastavna sredstva:	Materijal i pribor za izvođenje ogleda, školska tabla
Nastavni objekti:	Učionica
Korelacija:	
Vannastavni i vanškolski rad:	

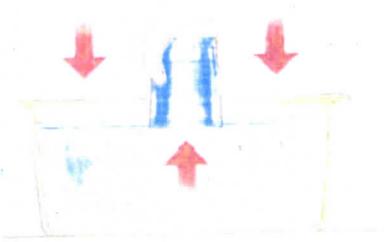
5.1 Struktura i tok časa

5.1.1 Uvodni deo časa - Motivisanje učenika za rad.

Nastavnikova instrukcija	Rad učenika
1. Dosta davno, jedan naučnik je primetio da se prilikom svakog udisaja pluća šire, a prilikom izdisaja skupljaju. Zaključio je da se pri disanju pluća naizmenično pune i prazne <i>vazduhom</i> . On je znao da je jedan od uslova za život na Zemlji postojanje vazduha, ali je htio da dokaže njegovo postojanje. Postavio je sledeća pitanja: Da li vazduh možemo da vidimo? Da li možemo da osetimo njegov ukus? Da li možemo da ga pomirišemo? Zašto?	Situacijom u kojoj se nalazio naučnik izazvana je radoznalost, pažnja i motivacija za rad. Učenici navode različite pretpostavke, ali se još ne daje tačan odgovor na krajnje pitanje.
2. Kako onda znamo da postoji vazduh?	
3. Nastavnik otvara vrata i prozore i pravi promajtu u učionici. Šta ste osetili kada smo otvorili vrata i prozore?	Učenici na osnovu čulnog opažanja zaključuju o postojanju vazduha.
4. Šta je vazduh? U kom agregatnom stanju se nalazi? Setite se malopre postavljenih pitanja: Da li vazduh možemo da vidimo? Da li možemo da osetimo njegov ukus? Da li možemo da ga pomirišemo?	Učenici dovode u vezu postojanje različitih agregatnih stanja i određene karakteristike vazduha (nepostojanje boje, ukusa i mirisa) i zaključuju da je <i>vazduh smeša gasova bez boje, ukusa i mirisa</i> .

Isticanje cilja časa: Na današnjem času pokušaćemo pomoći nekoliko ogleda da istražimo i otkrijemo koje su osnovne osobine vazduha. (Učenici oglede rade u paru.)

5.1.2 Glavni deo časa

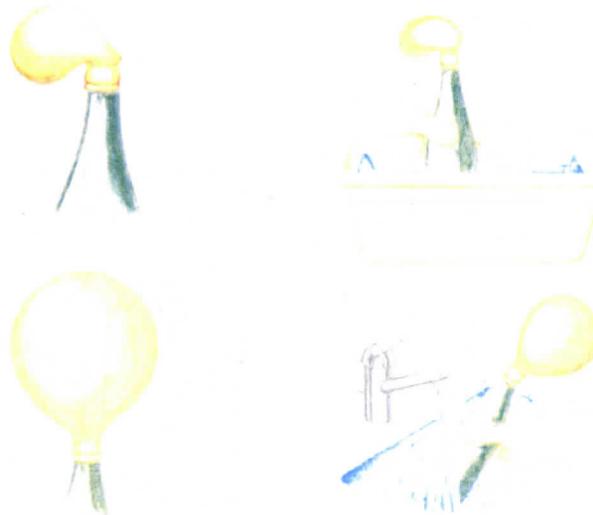
NASTAVNIKOVA INSTRUKCIJA	RAD UČENIKA
<p><u>Ogled 1. Vazduh podiže vodu</u></p> <p>Potreban pribor: posuda sa vodom, prazna, providna čaša</p>  <p><i>Postupak rada:</i> Uronimo čašu u vodu i okrenemo je nadole. Malo je izdignemo iz vode, s tim da rub čaše ne bude iznad nivoa vode u sudu. Šta se dešava? Voda se zajedno sa čašom diže iznad nivoa vode u sudu.</p>  <p>Sada čašu nagnite na jednu stranu. Šta se dogodilo? Zašto? Na osnovu izvedenog ogleda pokušajte da zaključite šta zauzima svaki prostor iako se nama čini da je on prazan?</p> <p><i>Objašnjenje:</i> Kada se čaša podigne iz vode tako da rub čaše ne bude iznad nivoa vode u sudu, pritisak vazduha koji deluje na nivo vode u sudu, jednostavno vodu „ugura“ u čašu. Ako se čaša nagne tada vazduh ilazi iz čaše a na njegovo mesto ulazi voda. Vazdušni pritisak deluje na svaku površinu sa kojom dolazi u kontakt.</p>	
	<p>Prilikom uranjanja čaše u posudu sa vodom, učenici primećuju da se javlja određeni otpor koji ne dozvoljava da voda ispuni celu čašu.</p> <p>Prilikom naginjanja čaše, učenici komentarišu da su se pojavili mehurići, kao posledica izlaženja vazduha iz čaše, na čije mesto je ušla voda.</p> <p>Uopštavanje, definisanje osobine vazduha: vazduh zauzima prostor.</p>

Ogled 2. Ugrejmo, a zatim ohladimo vazduh!

Potreban pribor: balon, prazna staklena boca, dublji sud sa toploim vodom

Postupak rada:

Navucimo balon na staklenu bocu, zatim je uronimo u toplu vodu i držimo je tako jedan minut! Šta se dešava? Balon se naduva. Nakon toga stavimo bocu pod hladnu vodu i posmatrajmo šta se dešava.



Da li vazduh ima oblik? Pokušaj da zaključiš kako temperatura utiče na širenje i skupljanje vazduha.

Objašnjenje:

Vazduh kao i svaka druga materija sadrži sitne delove koji se kreću, odnosno sadrži u sebi molekule. Grejanjem, ovi molekuli se udaljavaju i vazduh počinje da se širi, zahteva veći prostor i tako se balon naduva. Ako na istu tu bocu pustimo hladnu vodu možemo zaključiti da će se balon izduvati. Hlađenjem, vazduh se skuplja, molekuli se približavaju i vazduh se vraća u prvobitni položaj, u bocu.

Učenici uočavaju da se balon prilikom zagrevanja naduo, a kada je boca pod hladnom vodom, vraća se u početno stanje.

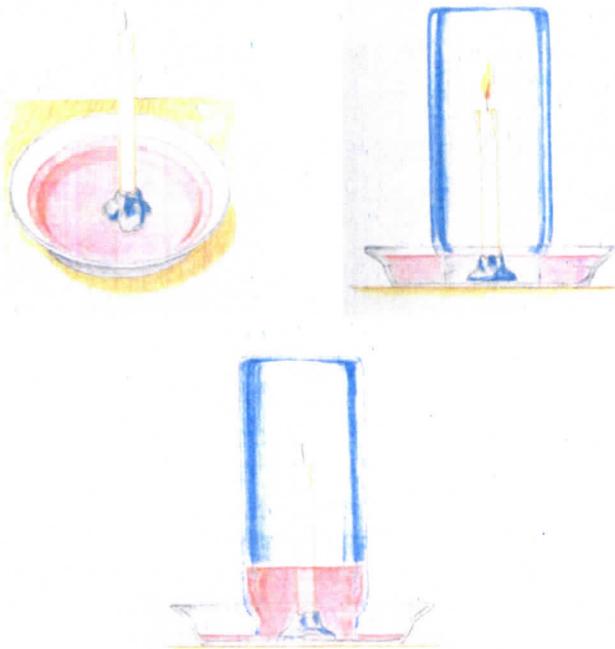
Uopštavanje, definisanje osobine vazduha: *vazduh nema stalan oblik već se, u zavisnosti od temperature, širi ili skuplja.*

Ogled 3. Pritisak vazduha

Potreban pribor: sveća, tanjur, staklena tegla, šibica, voda

Postupak rada:

Sveću postavimo na sredinu tanjira i fiksiramo je. Zatim u tanjur sipamo malo vode. Upalimo sveću i poklopimo je sa providnom teglom! Šta se dešava? Posle nekoliko sekundi plamen sveće se ugasi, a voda koja se nalazila u tanjiru ulazi u teglu.



Uopštavanje, definisanje osobine vazduha: ***postojanje pritiska vazduha.***

Objašnjenje:

Kako sveća gori troši deo vazduha, kiseonik. Pritisak gasa u tegli se smanjuje. Prilikom sagorevanja umesto kiseonika nastaje CO_2 , koji obzirom da je teži od vazduha, pada ka vodi, koja ga apsorbuje. Zato se pritisak vazduha u tegli smanjuje. Usled spoljašnjeg, višeg pritiska voda ulazi u teglu.

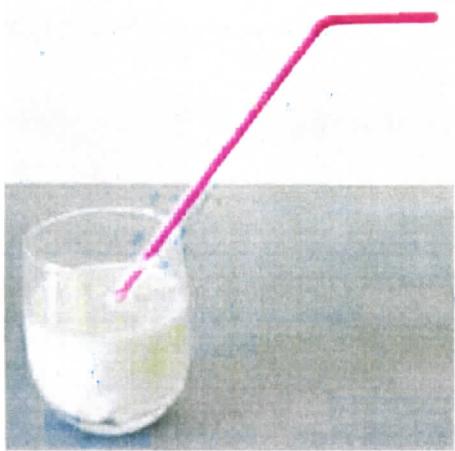
Ogled 4. Piti slamčicom

Potreban pribor: čaša, voda, slamčica

Kako pijemo slamčicom?

Postupak rada:

Usisajte cevčicom vodu iz čaše, tako da se cevčica napuni. Prstom zatvorite gornji deo cevčice i izvadite je iz vode. Šta zapažate?



Vratite cevčicu iznad čaše i uklonite prst sa otvora. Šta se dogodilo? Zašto je voda sada izašla iz cevčice?

Objašnjenje:

Kada pijemo slamčicom, prvo iz slamke isisamo vazduh, tako da u ustima stvorimo smanjeni pritisak. Smanjeni pritisak u ustima postižemo tako da kroz nos izbacimo većinu vazduha iz usta pa mala količina vazduha koja preostaje "zarobljena" u ustima stvara vrlo mali pritisak.

U čaši je pritisak mnogo veći pa će tečnost iz čaše ulaziti u slamčicu sve dok je pritisak u slamčici mali. Pri gutanju tečnosti koju smo slamčicom usisali u usta, vazduh će, ulazeći kroz nos, ponovo vratiti pritisak u ustima na vrednost atmosferskoga pritiska pa će se pritisci izjednačiti. Pokušamo li piti začepljenog nosa, neće doći do izjednačavanja pritisaka, već će usisana tečnost iz usta ulaziti i u nos.

Izlaganje učitelja: Vazdušni pritisak u prirodi nije svuda i uvek isti. Na promenu vazdušnog pritiska najviše utiču promena temperature i vlažnosti vazduha.

Učenici uočavaju da kada se zatvori gornji deo cevčice voda ne izlazi iz nje.

Učenici uočavaju da kada se otvori gornji deo cevčice, voda izlazi iz nje, ali ne znaju zašto se to dogodilo.

Učenici na osnovu izvođenog ogleda uočavaju postojanje i delovanje vazdušnog pritiska svuda oko nas.

Ogled 5. Vazduh ima težinu

Potreban pribor: lenjir, novine

Postupak rada:

Dva lista novinskoga papira postavimo preko lenjira na stolu i dlanovima istisnemo vazduh između stola i novina. Pokušajmo podignuti novine udarajući rukom po drugoj strani lenjira.

Da li ih je lako podignuti? Zašto novine ne možemo podignuti pomoću lenjira?



Uzmite u obzir činjenice da se vazduh nalazi svuda oko nas, vazduh ima masu i da svako telo stavljeno na neko drugo telo svojom masom vrši pritisak na njega.

Objašnjenje:

Hartija neće dozvoliti da lenjir odleti sa stola, kao što očekujemo. Pritisak vazduha odozgo nadole, na hartiju, dovodi do toga da ona sprečava lenjir da odleti.

Pritisak vazduha toliko je veliki da će udarac šakom pre prelomiti lenjir nego podići novine.

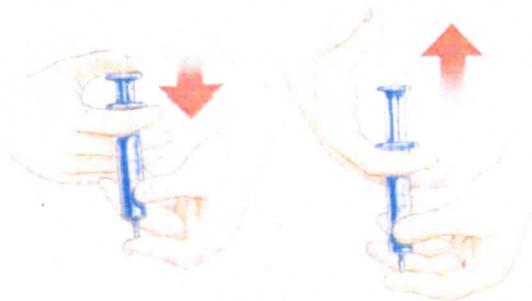
Na osnovu dodatne instrukcije učenici zaključuju da je jedna od osobina vazduha **da pošto se nalazi svuda oko nas, on svojom masom pritiska sva tela sa svih strana: vazduh vrši pritisak.**

Ogled 6. Sabijmo vazduh

Potreban pribor: špric bez igle

Postupak rada:

Uzmimo špric u ruke i izvucimo iz njega mali klip tako da se špric napuni vazduhom. Sa jednim prstom zatvorimo ulaz i gurnimo snažno klip, zatim ga pustimo. Šta se dešava? Bez obzira na otpor, klip do izvesne granice ulazi u cilindar šprica a zatim se zaustavlja usled sabijenog vazduha. Kada prekinemo pritisak na klip sabijeni vazduh unutar šprica vraća klip u prvobitni položaj i na prstu osećamo jak pritisak.



Objašnjenje:

Vazduh može da se komprimuje odnosno klip usled pritiskanja sabija vazduh. Kompresija vazduha povećava njen pritisak, odnosno silu koja deluje na zidove šprica i na površinu klipa, što ima za posledicu vraćanja klipa u prvobitno stanje.

Pri promeni zapremine gase menja se i pritisak toga gasa. Ako se u nekom cilindru sa klipom zapremina gasa smanjuje pomeranjem klipa, pritisak gasa u cilindru se povećava

Učenici uviđaju nakon izvođenog ogleda: **vazduh može da se sabija**.

5.1.3 Završni deo časa

Usmeno ponavljanje s ciljem sistematizacije pomoću pitanja:

1. Šta je vazduh?
2. Koje su osnovne osobine vazduha?
3. Zašto se gume za spasavanje davljenika pune vazduhom?
4. Zašto je leti vazdušni pritisak niži nego zimi?
5. Zašto se sa povećanjem visine smanjuje vazdušni pritisak?

6. Zaključak

Prikazani eksperimenti potvrđuju ono što smo već na početku rekli o vazduhu: Iako ga ne vidimo, vazduh nije isto što i prazan prostor, on je telo pa kao i svako drugo telo i on ima težinu.

Vazduh u sebi sadrži molekule, sitne delove koji se kreću i čija se brzina povećava zagrevanjem pa zahtevaju i veću zapreminu. Zato, sa povećanjem temperature, povećava se i zapremina vazduha a time mu se pritisak smanjuje.

Iz prikazanih eksperimenata smo takođe videli da vazduh, pored toga što može da se zagreva, može da se sabija i razređuje.

Nadam se da će ovaj rad približiti osnovne pojmove vezane za ovu oblast i pokazati kolika je važnost jednostavnih ogleda u nastavi fizike.

7. Literatura

1. Fizika za 7. razred osnovne škole, Jovan P. Šetrajčić, Darko V. Kapor, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd 2005
2. Mali kućni ogledi 1, Tomislav Senčanski, Kreativni centar, Beograd, 2006
3. Mali kućni ogledi 2, Tomislav Senčanski, Kreativni centar, Beograd, 2003
4. Mali kućni ogledi 3, Tomislav Senčanski, Kreativni centar, Beograd, 2003
5. Kísérletek nagy könyve, Magyar kiadás, Novum Kiadó, Budapest, 2006
6. Kísérletek könyve, Tessloff és Babilon Kiadó, Budapest, 2001
7. Játszunk fizikát, Živko K. Kostić, Testvériség egység Könyvkiadóvállalat, Novi Sad, 1958
8. Učim na ogledima 2, Feručio Kostantini, Tehnička knjiga, Zagreb, 1972
9. Fizika a 7 osztály számára, Molnár László, Apáczai Könyvkiadó, Celldömölk, 2003
10. Fizička hemija za III i IV razred srednje škole, područje rada hemija i nemetalni , Stanislava Uvodić-Karadžić, Mihailo Marković, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1994

8. Biografija



Lazar-Dekanj Renata, rođ. Kajla, rođena 22.07.1980. godine u Zrenjaninu. Osnovnu školu završila u Mužlji, a srednju školu u Zrenjaninu. Završava studije na Tehničkom fakultetu u Zrenjaninu 2004. godine i stiče zvanje dipl.ing. za upravljanje tehničkim sistemima u medicini. Živi u Mužlji. Udata, majka jednog deteta.

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

TD

Monografska dokumentacija

TZ

Tekstualni štampani materijal

Vrsta rada:

VR

Diplomski rad

Autor:

AU

Renata Lazar-Dekanj

Mentor:

MN

Dr. Dušanka Obadović

Naslov rada:

NR

Obrada nastavne teme: Osobine vazduha

Jezik publikacije:

JP

srpski (latinica)

Jezik izvoda:

JI

srpski/engleski

Zemlja publikovanja:

ZP

Srbija

Uže geografsko područje:

UGP

Vojvodina

Godina:

GO

2009.

Izdavač:

IZ

Autorski reprint

Mesto i adresa:

MA

Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića

4, Novi Sad

8/28/0/0/29/0/0

FO

Naučna oblast:

NO

Fizika

Naučna disciplina:

ND

Demonstracioni eksperiment u nastavi

Predmetna odrednica /

ključne reči:

Vazduh, atmosferski pritisak

PO

UDK

Čuva se:

ČU

Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

<i>Važna napomena:</i>	nema
VN	
<i>Izvod:</i>	
IZ	U radu su obrađeni jednostavni ogledi o osobinama vazduha, koji se mogu primeniti u nastavi za VI razred osnovne škole
<i>Datum prihvatanja teme od NN veća:</i>	
DP	
<i>Datum odbrane:</i>	
DO	
<i>Članovi komisije:</i>	
KO	
<i>Predsednik:</i>	dr Milica Pavkov - Hrvojević, vanr. profesor
<i>član:</i>	Prof. Dr Dušanka Obadović, red. profesor
<i>član:</i>	dr Maja Stojanović, docent član

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS
KEY WORDS DOCUMENTATION**

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

DT

Monograph publication

TR

Textual printed material

CC

Final paper

AU

Renata Lazar-Dekanj

MN

Dr. Dušanka Obadović, red. Prof.

TI

The Treatment of Teaching Theme :Properties of air

LT

Serbian (Latin)

LA

English

CP

Serbia

LP

Vojvodina

PY

2009.

PU

Author's reprint

PP

Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
8/28/0/0/29/0/0

PD

Physics

SF

Demonstrative experiments in teaching

SD

Air, Atmospheric pressure

SKW

UC

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

none

Note:

N

Abstract:
AB

**Accepted by the Scientific
Board:**

ASB

Defended on:
DE

Thesis defend board:
DB

President:

In this paper are simple experiments about the characteristics of air, which can be applied in the VI classroom of elementary school.

Member:
Member:

Ph.D. Milica Pavkov - Hrvojević, Associate Professor
Ph.D. Dušanka Obadović, Full Professor
Ph.D. Maja Stojanović, Assistant Professor

