



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI  
FAKULTET  
DEPARTMAN ZA FIZIKU



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ДРУЖЕВНО	1 - 12. 2009
ОРГАНИЗЕР	БРОЈ
0603	9 / 1631

Nastavna tema «Vazduh» u integrisanoj nastavi prirodnih nauka

- Diplomski rad -

Mentor:  
dr Dušanka Obadović

Kandidat:  
Ivan Matejić

Novi Sad,  
2009.

*Ovim putem bih htio da se zahvalim mentoru prof. dr. Dušanki Obadović na predloženoj temi i korisnim sugestijama tokom izrade rada. Takođe želim da se zahvalim svima koji su mi pružili nesebičnu pomoć prilikom izrade ovog rada. Posebnu zahvalnost osećam prema bratu Milanu, na velikoj pomoći i rečima ohrabrenja koje su uvek došle u pravo vreme.*

*Zahvaljujem se i mom ocu i mojoj majci koji su mi omogućili da steknem obrazovanje koje želim.*

*Ivan*



## SADRŽAJ

1. Uvod.....	4
2. Sastav vazduha.....	5
3. Zemljina atmosfera.....	8
3.1. Evolucija Zemljine atmosfere.....	9
3.2. Građa i podela atmosfere.....	9
3.2.1. Troposfera.....	10
3.2.2. Stratosfera.....	11
3.2.3. Mezosfera.....	11
3.2.4. Termosfera.....	11
3.2.5. Egzosfera.....	12
4. Funkcije vazduha.....	12
5. Vodena para u vazduhu.....	12
5.1. Vlažnost vazduha.....	13
5.2. Merenje vlažnosti vazduha.....	14
6. Hemiske i fizičke osobine vazduha.....	14
6.1. Temperatura vazduha.....	15
6.2. Gustina vazduha.....	15
6.3. Vazdušni pritisak.....	15
6.4. Vertikalna raspodela pritiska i gustine vazduha.....	15
7. Kretanje vazduha.....	16
7.1. Vetar.....	17
8. Oblačnost i obrazovanje oblaka.....	18
8.1. Visoki oblaci.....	19
8.2. Srednji oblaci.....	19
8.3. Niski oblaci.....	19
8.4. Oblaci vertikalnog razvića .....	20
8.5. Obrazovanje niske oblačnosti.....	21
9. Pojam o vazdušnim masama.....	21
9.1. Vazdušni front.....	22
10. Zagadivanje vazduha.....	22
10.1. Uzroci zagadenja vazduha.....	23
11. Obrada nastavne teme vazduh.....	23
11.1. Naučni metod.....	23
11.2. Primena naučnog metoda u radu sa učenicima od I do IV razreda.....	24
11.3. Predlog nastavne jedinice Vazduh.....	25
11.4. Predlog jednostavnih eksperimenata .....	29
12. Zaključak.....	33
13. Literatura.....	34

## I. UVOD

U užem smislu pod vazduhom se podrazumeva prizemni sloj atmosfere u kome je moguće nesmetano funkcionisanje osnovnih životnih procesa. To je gasoviti sloj oko Zemlje u kome nastaju oblaci i padavine i koji istovremeno štiti živi svet na Zemlji od preteranog zagrevanja i hlađenja. Debljina (visina) vazdušnog omotača oko Zemlji iznosi oko 200 km i na njega deluje sila Zemljine teže. Usled njenog delovanja gornji slojevi vazduha sabijaju donje, tako da je sloj vazduha u neposrednom dodiru sa površinom Zemlje najgušći. Merenja pokazuju da se gustina vazduha sa visinom smanjuje, da je na velikim visinama vazduh veoma razređen, dok u najvišim slojevima (na hiljade kilometara od Zemlje) atmosfera postepeno prelazi u bezvazdušni prostor.

Vazduh je deo prirode. Nalazi se svuda oko nas i u nama. Ispunjava svaki slobodan prostor koji nije ispunjen nečim drugim. To je bezbojna smeša gasova, koja nema ni ukus, ni miris. Ne možemo ni da ga vidimo ili probamo, ali možemo da ga osetimo. Zauzima prostor i ima određenu masu (1 litar vazduha = 1 gram). Kao i svi gasovi, pod pritiskom može da se sabije. Svojom težinom vazduh vrši pritisak, koji je nekad jači, nekad slabiji, što zavisi od temperature vazduha i količine vodene pare (vlage) u njemu. Zagrejan vazduh se ravnomerno širi, postaje lakši i odlazi u visinu. Hladan je teži i pada naniže. Zbog razlika u temperaturi nastaju vazdušna strujanja, a zbog razlika u pritisku vazdušne mase se kreću iz oblasti u kojoj je pritisak visok ka oblastima sa nižim vazdušnim pritiskom.

Za većinu nebeskih tela je karakteristično da imaju atmosferu. Atmosfera je omotač gasova oko nebeskog tela koji je zadržan usled gravitacije tog tela. Mada je atmosfera nebeskih tela različita svi oni imaju izgled oreola. Takva asocijacija nije slučajna. Kao što se oreolom svetaca želi prikazati viša duhovna dimenzija koja okružuje njihova tela, atmosfera je materijalna manifestacija takve dimenzije.

Zemljina atmosfera je vitalan element održanja života na planeti. Njome planeta reguliše temperaturu i zaštićuje se od štetnog uticaja ultravioletnog zračenja. Atmosfera ili vazduh (kao gas) je najsuptilnija materija na planeti Zemlji koja ne samo što prožima, već isto tako i povezuje sva tela na njoj. Tako da se s pravom može reći da planeta Zemlja i sva bića na njoj, preko vazduha, čine jedno telo.

U svetu se sve više pridaje značaj integrisanoj nastavi prirodnih nauka. Cilj integrisanog pristupa prirodnim naukama je upoznavanje dece od najranijeg uzrasta sa osnovnim zakonima prirode. Dete uzrasta prva četiri razreda je izuzetno zainteresovano za nauke o prirodi. Učeći ih razvija svoju ličnost i inteligenciju, kritički duh i odnos prema svetu. Praktikovanje nauka o prirodi u prva četiri razreda osnovne škole nudi izuzetnu mogućnost da se pomogne detetu u razvoju, a zatim i uspostavljanju odnosa prema materijalnom svetu koji ga okružuje. Sopstvenim delovanjem može i oblikovati svet realnosti, odnosno formirati načine delovanja i eksperimente. Srž i suština integrisane nastave je eksperiment. Jednostavni eksperimenti omogućuju učenicima najnižeg uzrasta da uočavajući uzročno-posledične veze prirodnih pojava, počnu da otkrivaju i razumeju svet oko sebe. Dete, uči da postavlja pitanja na koja nalazi odgovore eksperimentisanjem. Time formira svoj stav prema realnom svetu u kome postaje aktivan učesnik saznanja. Dete tako formira osnovne principe svojih znanja, neophodnu osnovu, ali i različite sposobnosti. Naučna aktivnost čini deo osnove saznanja koju svako dete mora posedovati da bi raslo i živelio u našem razvijenom društvu. Naučno obrazovanje, dakle, doprinosi formiranju znanja, veština i sveobuhvatne svesti deteta.

Tema ovog diplomskog rada je Vazduh u integrisanoj nastavi prirodnih nauka. U teorijskom delu prikazane su osnovne karakteristike vazduha i atmosfere, zagađivanje vazduha. U eksperimentalnom delu obrađeni su jednostavni eksperimenti predviđeni za uzrast učenika od I – IV razreda osnovne škole. Odabrani eksperimenti osim što omogućuju učenicima da na lak i jednostavan način razumeju osnovne karakteristike vazduha, podstiču kreativnost učenika, timski rad kao i uvođenje naučnog metoda u svakodnevnu nastavu prirodnih nauka.

## 2. SASTAV VAZDUHA

Sastav vazduha je određen prisustvom četiri komponente:

- 1) Glavni gasovi u koje se ubraja azot ( $N_2$ ), kiseonik ( $O_2$ ) i Argon (Ar), koji su postojani i preovlađuju u atmosferi do visine od 100 km. Njima može da se pridruži i vodena para čiji se sadržaj u vazduhu osetno menja u vremenu i prostoru.
- 2) Malo prisutni gasovi koji su hemijski stabilni ali su prisutni u malim iznosima. To su: ugljen-dioksid ( $CO_2$ ), ugljen monoksid ( $CO$ ), metan ( $CH_4$ ) i dr. Ovoj grupi gasova može da se pridruži i ozon ( $O_3$ ) troposfere i niže stratosfere, koji je takođe stabilan.
- 3) Nezasićeni i nestabilni molekuli koji su u hemiji poznati kao "slobodni radikali". Ove malobrojne ali hemijski veoma aktivne grupe koje se veoma brzo obrazuju ali i raspadaju, često reaguju sa gore pomenutim gasovima pri čemu se obrazuju  $CH_3OOH$ ,  $CH_2O$ ,  $NO$ ,  $HO_2$ ,  $OH$  i dr.
- 4) Aerosoli, čestice u čvrstom i tečnom stanju koje lebde u atmosferi.

Sastojak i hemijski simbol	Molekularna težina	Zapreminska udio	Udeo po masi
Azot ( $N_2$ )	28,016	0,7808	(75,51%)
Kiseonik ( $O_2$ )	32,00	0,2095	(23,14%)
Argon (Ar)	39,94	0,0093	(1,28%)
Vodena para ( $H_2O$ )	18,02	0-0,04	
Ugljen dioksid ( $CO_2$ )	44,01	325 delova na milion	
Neon (Ne)	20,18	18 delova na milion	
Helijum (He)	4,00	5 delova na milion	
Kripton (Kr)	83,70	1 deo na milion	
Vodonik (H)	2,02	0,5 delova na milion	
Ozon ( $O_3$ )	48,00	0-12 delova na milion	

Tabela 1. Sastav Zemljine atmosfere ispod 100 km.

Najznačajniji sastojak vazduha, neophodan za disanje i opstanak svih živih bića je kiseonik. To je gas bez boje i mirisa, čija se količina u vazduhu ne menja, iako ga organizmi neprestano troše. Postoje dva osnovna izvora koji atmosferu snabdevaju kiseonikom. Jedan je disocijacijacija vode:



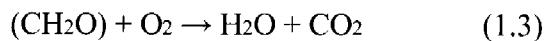
dok je drugi proces fotosinteze:



Obe ove reakcije se obavljaju uz apsorpciju sunčevog zračenja i to: reakcija (1.1) zahteva ultraljubičasto zračenje, dok reakcija (1.2) zahteva vidljivo zračenje. Fotosintetičkom reakcijom proizvodi se značajna količina atmosferskog kiseonika na Zemlji. Međutim, još uvek nije razjašnjeno da li je ona bila dovoljna za oksidaciju materije u Zemljinoj kori ako se uporedi stanja oksidacije po obrazovanju Zemlje i sada. Situacija je nešto drugačija kada je u pitanju fotodisocijaciju, prikazana jednačinom (1.2), kao izvor kiseonika za atmosferu. Količina kiseonika proizvedenog ovom reakcijom bitno zavisi od brzine kojom obrazovani vodonik odlazi u vaspinski prostor. Ukoliko je ta brzina manja od brzine fotodisocijacije onda će kiseonik i vodonik ponovo obrazovati vodu.

Producija kiseonika putem fotosinteze je jedan proces koji je tesno povezan s biološkim procesima budući da je monomer CH<sub>2</sub>O, koji je produkt u reakciji (1.2), bazični molekul kod karbo-hidratnih molekula koji obrazuju biljnu ćeliju. S obzirom na obilje kiseonika u Zemljinoj atmosferi i njegovo potpuno odsustvo iz atmosfere beživotnih Marsa i Venere više nego primamljiva je i hipoteza da se kiseonik u Zemljinoj atmosferi obrazuje uglavnom procesom fotosinteze.

**Bilans kiseonika i ugljenika.** Na svaki dvoatomski molekul kiseonika nastao u reakciji (1.2), jedan molekul ugljenika se ugrađuje u organsku materiju. Najveći broj ugljenikovih atoma ili ponovo oksidiše u procesu respiracije ili, pak, u truljenju organske materije:



Medutim, na svakih nekoliko desetina hiljada molekula ugljenika koji podležu procesu fotosinteze, jedan molekul izbegne proces oksidacije i podleže fosilizaciji. Najveći deo neoksidisanog ugljenika se ugrađuje u sadržaj škriljaca dok se manji deo, u znatno koncentrovanoj formi, skuplja u fosilnim gorivima (ugalj, nafta i prirodni gas).

Sagorevanje fosilnih goriva prekida proces fotosinteze. Gledano iz ugla današnjice, civilizacija potroši sagorevanjem tokom jedne godine onoliko koliko se procesom fotosinteze proizvede za sto godina. Ova činjenica je manje alarmantna ukoliko se ima u vidu da mehanizam fotosinteze funkcioniše već sto miliona godina. Ali ipak ne bi trebalo da ima mesta opuštenosti pošto je znatan deo organskog ugljenika u Zemljinoj kori u obliku koji je daleko od mogućnosti da se eksplatiše.

Od ukupne količine kiseonika koja je tokom Zemljine istorije bila stvorena od strane biljaka (producijom putem fotosinteze umanjenom za iznos uništen kroz proces truljenja), danas je u atmosferi prisutno svega 10%. Znatan deo kiseonika je ugrađen u okside kao što je na primer Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ili, pak, u karbonatna jedinjenja (CaCO<sub>3</sub> i MgCO<sub>3</sub>) u Zemljinoj kori.

Karbonati se obrazuju putem jonske razmene koja se javlja unutar morskih organizama od kojih je najpoznatija jednoćelijska foraminifera. Pri razlaganju ugljen dioksida obrazuje se slaba ugljena kiselina:



koja potom ulazi u reakciju:



CaCO<sub>3</sub> potom ulazi u sastav životinjskih ljuštura koje potom mogu usled kompresije da uđu i u sastav krečnjaka u Zemljinoj kori. Sličnom reakcijom nastaje i MgCO<sub>3</sub>. Jon vodonika koji se oslobodi u reakciji (1.5) reaguje s oksidima metala u Zemljinoj kori uzimajući jedan atom kiseonika i gradeći vodu. Ono što se jasno izdvaja jeste činjenica da se iz atmosfere prilikom obrazovanja karbonata, kiseonik troši da bi se potom u nju vratio prilikom razlaganja karbonata.

**Ostali gasni sastojeći vazduha.** U dosadašnjem delu pažnja je bila posvećena dvama sastojećima vazduha koji imaju krucijalnu ulogu u obrazovanju i održavanju života na Zemlji. Ostali gasni sastojeći vazduha su:

**Azot.** Reakcijom koja je dosta slična reakciji (1.5) i fiksacijom od strane mikroorganizama u zemljištu, azot ulazi u sastav nitrata u Zemljinoj kori. Manji deo, ovako obrazovanog azota, odlazi u vazduh i atmosferu (oko 20%). Međutim, zbog njegove hemijske inertnosti i male rastvorljivosti u vodi, najveći deo azota, koji se oslobađa pri vulkanskim erupcijama, ostaje u atmosferi. Zbog procesa koji su prethodno opisani, iz atmosfere su skoro potpuno uklonjeni voda i ugljen dioksid tako da je azot postao dominantan u njenom sadržaju.

**Sumpor** i njegova jedinjenja sumpor-vodonik i sumpor-dioksid su sastojeći koji u vazduh i atmosferu ulaze vulkanskim erupcijama. Tamo brzo oksidišu u sumpor trioksid koji se u oblačnim kapljicama rastvara u blažu sumpornu kiselinu. Tako nastaju tzv. "kisele kiše" koje su najčešće u industrijskim oblastima gde je velika produkcija sumpora usled značajne upotrebe uglja i nafte koji sagorevaju. Pošto padavine "isperu" atmosferu od sulfatnih jona oni reaguju s metalima jona obrazujući sulfate koji se ugrađuju u Zemljinu koru. Sumpor-dioksid može da reaguje i sa amonijakom tako da u prisustvu vode gradi amonijum-sulfat.

**Argon** je najprisutniji inertni gas u atmosferi. Najviše ga ima u vidu  $^{40}\text{Ar}$ , koji nastaje radioaktivnim raspadom  $^{40}\text{K}$  u Zemljinoj kori dok helijum u atmosferu dospeva uglavnom kao produkt radioaktivnog raspada.

**Ostali sastojeći atmosfere.** Osim gasova u atmosferi su prisutne i čestice u tečnom i čvrstom stanju. Prve obrazuju oblake i magle dok se u druge ubrajaju čestice dima i prašine. Zajedno ove čestice, koje mogu da lebde ili sporo padaju, nazivamo aerosolima. Po svom poreklu oni mogu da budu prirodni i antropogeni.

Prirodni aerosoli u atmosferi mogu da se pojave kao:

- 1) kosmička prašina,
- 2) vulkanska prašina,
- 3) čestice dima,
- 4) čestice prašine.

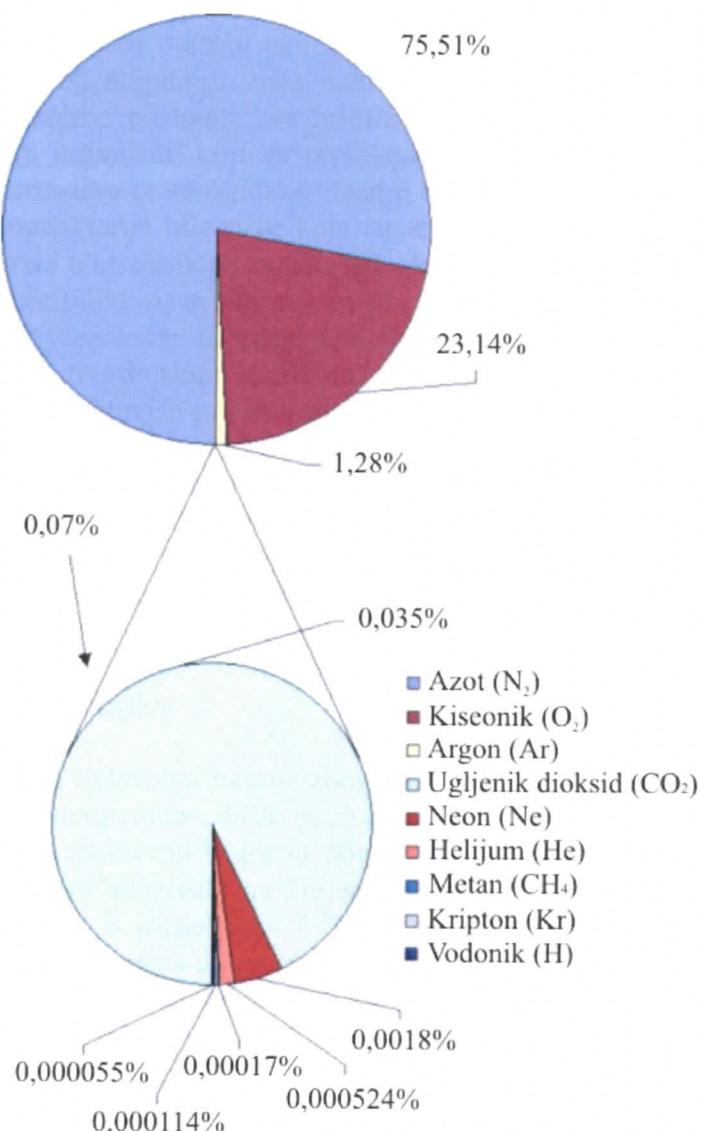
Kosmička prašina je sastavljena od mikrometeorita koji su, zahvaćeni Zemljinom gravitacijom, iz međuplanetarnog prostora prodrili u atmosferu. Mikrometeori se uglavnom sastoje od gvožđa, nikla i aluminijuma čije su se čestice sporo taložile tokom miliona godina. Vulkanska prašina u atmosferu dospeva putem vulkanskih erupcija. Čestice se sporo rasprostiru kroz atmosferu zadržavajući se u njoj i po nekoliko godina. Na primer, posle erupcije vulkana Katomaja 1912. godine, Sunčev zračenje je smanjeno na 25% od njegove uobičajene vrednosti. Bilo je potrebno da prođu dve godine da bi se atmosfera konačno očistila. Čestice dima u atmosferu ulaze posle velikih šumskih požara, ponekad praveći velike oblake dima, koji se potom prostiru na velike daljine. Jedan primer je u tom pogledu veoma ilustrativan. Posle jednog šumskog požara 1950. godine u Zapadnoj Kanadi, oblak dima je dospeo do Engleske i Norveške. Čestice prašine imaju različito poreklo (zemlja, pustinja, itd.) a sa Zemlje ih podiže vetar. One najviše sadrže: kvarc, okside gvožđa i aluminijuma, soli kalcijuma itd. Čestice prašine imaju dimenzije do  $20\text{ }\mu\text{m}$ . Međutim, na visini od 1-2 km tokom leta preovladjuju čestice prašine dimenzija  $0,7\text{-}2,0\text{ }\mu\text{m}$ . Tokom zime njihove dimenzije su i manje. Osim neorganskih čestica u sastav čestica prašine ulaze i organske materije kao što su polen ( $20\text{-}60\text{ }\mu\text{m}$ ) i bakterije ( $1\text{-}15\text{ }\mu\text{m}$ ).

Antropogeni aerosol dospeva u atmosferu iz: industrijskih postrojenja, urbanih sredina i aviona. Uglavnom su to produkti nepotpuno sagorelih čestica ugljenika i raznih ugljovodonika dimenzija od oko  $0,07\text{ }\mu\text{m}$ . Ove čestice su veoma lake i nošene vетром mogu veoma lako da odu daleko od izvora. Zajedno sa ovim česticama u atmosferu dospevaju i sumporna kiselina i cink oksid ( $0,03\text{-}0,3\text{ }\mu\text{m}$ ).

### 3. ZEMLJINA ATMOSFERA

Atmosfera (atmos – para, sfera – lopta) je Zemljin gasni omotač koji s njom razmenjuje toplotu i vlagu i predstavlja sredinu kroz koju do Zemlje dopire sunčeve zračenje. Mehanizmi kojima se procesi zračenja i razmene odigravaju, kao i mnogi drugi procesi uslovljavaju tzv. atmosferska zbivanja. Atmosfera, zajedno sa najvišim delovima litosfere i hidrosfere, čini biosferu tj. sferu života gde se razvija život ljudi, biljaka i životinja. Vazdušni omotač se postepeno razređuje kako se udaljavamo od površine zemlje.

Masa atmosfere iznosi oko  $5,157 \cdot 10^{15}$  tona što predstavlja oko milion puta manju masu od mase Zemlje koja iznosi oko  $5,98 \cdot 10^{21}$  tona. Ona rotira zajedno sa Zemljom i oko njene ose i oko Sunca. Zemlja je po formi elipsoid sa ekvatorskom poluosom od 6378,2 km, dok njena polarna osa iznosi 6356,9 km. Njena površina na nivou mora iznosi 510 075 800 km<sup>2</sup>, dok period njene rotacije oko sopstvene ose iznosi 23 h 56 m 4,1 s.



Slika 1. Sastav Zemljine atmosfere. Donji dijagram predstavlja najmanje uobičajene gasove koje čine samo 0,07% atmosfere. Vrednosti su regulisane za ilustraciju.

### **3.1. Evolucija Zemljine atmosfere**

O istoriji Zemljine atmosfere pre milijardu godina slabo se zna, ali sledeće predstavlja verovatan sled događaja. Kako god bilo to još uvijek ostaje područje istraživanja.

Današnja atmosfera se ponekad odnosi na Zemljinu "treću atmosferu" kako bi se razlikovalo trenutni hemijski sastav od dva značajno različita pređašnja sastava. Prvobitna atmosfera se sastojala od vodonika i helijuma. Toplota iz rastopljene kore i sa Sunca je raspršila atmosferu.

Oko pre 3.5 milijardi godina površina se dovoljno ohladila da se oblikuje zemljina kora koja se još uvek sastojala od brojnih vulkana koji su ispuštali paru, ugljen-dioksid i amonijak. To je dovelo do stvaranja "druge atmosfere" koja je u početku bila sastavljena od ugljen-dioksida i vodene pare uz nešto azota, ali praktično bez kiseonika (iako nedavne simulacije iz 2005. sprovedene na Univerzitetima u Vaterlou i Koloradu pokazuju da je mogla imati i do 40% vodonika). Ta druga atmosfera imala ~100 puta više gasa od trenutne atmosfere. Uopšte, veruje se da je efekt staklene bašte, uzrokovani visokim nivoima ugljen-dioksida, čuvao Zemlju od smrzavanja.

Tokom sledećih nekoliko milijardi godina vodena para se kondenzovala pa je stvorila kišu i okeane koji su počeli da otapaju ugljen-dioksid. Okeani su apsorbovali približno 50% ugljen-dioksida. Jedna od najranijih vrsta bakterija bile su cijanobakterije. Foslini dokaz pokazuju da su te bakterije postojale pre približno 3.3 milijardi godina i da su bile prvi evoluirajući fototropni organizmi koji su proizvodili kiseonik. One su odgovorne za prvu promenu Zemljine atmosfere iz anoksidnog (stanje bez kiseonika) u oksidno (s kiseonikom) stanje. Kako su cijanobakterije bile prve koje su započele fotosintezu kiseonika, mogle su promeniti ugljen-dioksid u kiseonik pa su odigrale glavnu ulogu u oksigenaciji atmosfere.

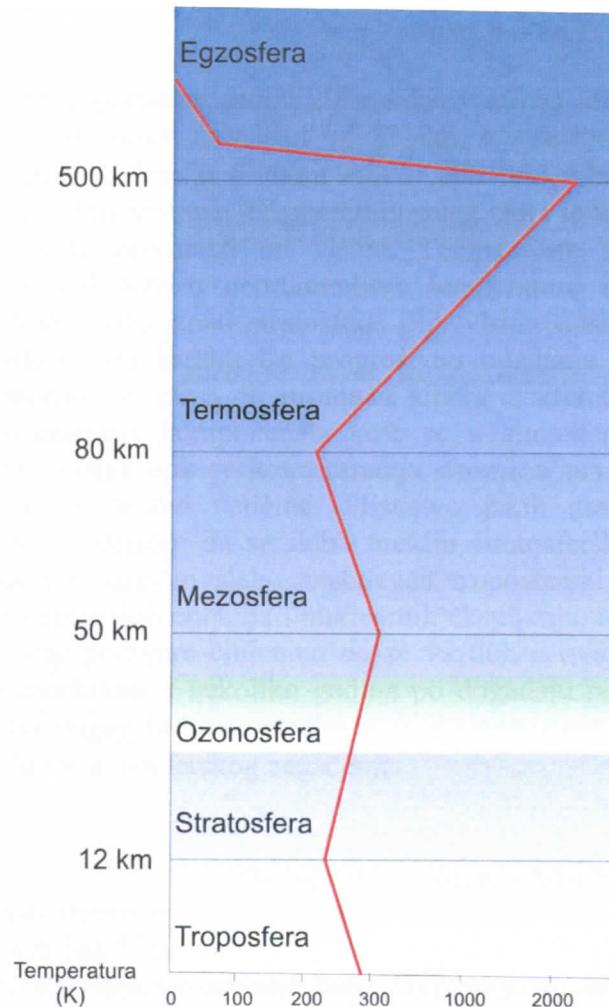
Fotosintetizirajuće biljke su evoluirale, pa su i one počele sve više da pretvaraju ugljen-dioksid u kiseonik. S vremenom je višak ugljenika postao zatvoren u fosilnim gorivima, sedimentnim stenama i životinjskim ljušturama. Kad se kiseonik oslobođio, reagovao je s amonijakom i stvorio azot; štoviše su i bakterije pretvarale amonijak u azot.

Pojavom sve više biljaka nivo kiseonika se značajno povećao (dok se nivo ugljen-dioksida smanjio). U početku se kiseonik spajao s različitim elementima (na primer gvožđem) da bi se na kraju akumulirao u atmosferi — rezultujući masovnim izumiranjem i daljnjom evolucijom. Pojavom ozonskog sloja životni uslovi su bili bolje zaštićeni od ultraljubičastog zračenja. Ova atmosfera od kiseonika i azota čini takozvanu "treću atmosferu".

### **3.2. Građa i podela atmosfere**

Razlog raslojavanja uglavnog nastaje zbog promene temperature u vertikalnom pravcu. Do vertikalne strukture temperature došlo se dugotrajnim merenjima na različitim visinama. Ponekad su ovi zahvati završavali tragično pogotovo kada je temperatura vazduha merena putem balona. Merenja su ukazivala na činjenicu da do prvih 10 km visine, temperatura vazduha opada sa visinom u proseku za  $7^{\circ}\text{C}$  na svaki kilometar. Ovaj, tzv. temperaturni gradijent značajno varira od mesta do mesta ali nikada ne prelazi  $10^{\circ}\text{C km}^{-1}$  izuzev u blizini tla kada može da ima i znatno veću vrednost.

Vertikalna raspodela temperature za "standardnu atmosferu" prikazana je na slici 2. Ovaj profil je tipčan za uslove na srednjim geografskim širinama. Kao što je već naznačeno na slici, vertikalni profil može da se podeli na pet odvojenih slojeva: troposferu, stratosferu, mezosferu, termosferu i egzosferu. Na vrh svakog od ovih slojeva naslanjaju se slojevi: tropopauza, stratopauza i termopauza, redom.



Slika 2. Vertikalna raspodela temperature vazduha za standardnu atmosferu.

### 3.2.1. Troposfera.

U troposferi je smešteno oko 90% mase vazduha u tropskom delu i 75% u umerenom i polarnom delu (vodene pare, oblaka, padavina ....). Nju karakteriše veoma intenzivno mešanje u vertikalnom pravcu. Na primer, za vreme jakog nevremena čestice mogu da, od zemljine površine do tropopauze, dospeju za nekoliko minuta. Kao rezultat brzog vertikalnog mešanja aerosola i njihovog "spiranja" padavinama proizilazi da je srednje vreme boravka aerosola u troposferi kratko - od nekoliko časova pa do nekoliko dana.

Efektivni uticaj tla na zbivanja u atmosferi prostire se do visine od oko 10 km što otprilike odgovara i visini prostiranja troposfere. U njoj se izdvaja u odnosu na nju jedan relativno plitak sloj poznat pod imenom planetarni granični sloj ili ponekad i atmosferski granični sloj. On se karakteriše jako razvijenom turbulencijom vazduha uslovljenom hrapavošću i raznim preprekama na Zemlji. Mechanizmom turbulencije on prima znatnu količinu toplote i vode koja dolazi sa Zemljine površine.

Debljina ovog sloja nije stalna i izrazito zavisi od stanja površine koja i generise turbulenciju. Tako, na primer, tokom dana toplija Zemljina površina zagrejana od Sunca transportuje toplotu u hladniju atmosferu. Snažna konvekcija koja tom prilikom nastaje povećava debljinu ovog sloja na 1-2 km. Obrnuto, tokom noći transport toplote je usmeren od toplije atmosfere ka hladnijoj Zemljinoj površini. Ovo nadalje sprečava mešanje vazduha u njemu tako da mu debljina padne na 100m. Sasvim izgleda kao da sloj pulzira rastući i smanjujući se kao ritmičan odgovor na dnevni tok sunčevog zračenja.

### 3.2.2. Stratosfera.

Sloj atmosfere iznad tropopauze, sadrži 20% mase vazduha atmosfere. Osnovni izvor toplote je sloj ozona koji se nalazi na visini od 23 km, a apsorbuje UV zračenje Sunca ( $\lambda < 290\text{nm}$ ), a deo propušta na Zemlju ( $290\text{nm} < \lambda > 400\text{ nm}$ ). On se odlikuje uglavnom horizontalnim kretanjima i aktivnostima. Temperatura ovog sloja je uvek daleko ispod tačke smrzavanja, ali bez izrazite zavisnosti od visine. Temperatura se ovde menja, ali u horizontalnom pravcu. 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. Prelaz iz troposfere (literarno značenje je: okret ili promena sfere) u stratosferu je obično praćen naglom promenom koncentracije komponenata koje se u atmosferi nalaze u tragovima. Sadržaj vodene pare brzo opada dok se koncentracija ozona, u prvih nekoliko kilometara posle tropopauze, poveća i za red veličine. Prisustvo jakih gradijenata upravo iznad tropopauze objašnjava se činjenicom da se slabo mešaju stratosferski suv i ozonom bogat vazduh i relativno vlažan i ozonom slabo snabdeven troposferski vazduh. Mnogo veća koncentracija čestica, iz vulkanskih erupcija i nuklearnih eksplozija, u stratosferskom nego u troposferskom delu još više podupire činjenicu da se vazduh u ova dva sloja slabo meša. Čestice se u stratosferi zadržavaju i nekoliko godina po događaju posle koga su dospele u atmosferu. Zbog izuzetno dugog boravka čestica u njoj, stratosfera predstavlja neku vrstu "rezervoara" za mnoge tipove atmosferskog zagađenja.

### 3.2.3 Mezosfera.

Sloj atmosfere iznad stratosfere, masa vazduha ne prelazi 0.3% celokupne atmosfere. Debljina iznosi oko 33 km (od 51km - 84km). Pritisak brzo opada sa visinom kao i gustina vazduha. Vlažnost je predstavljena suvim vazduhom. Javljuju se prozirni srebrni oblaci (noćni svetleći oblaci) od ledenih kristala. Mezopauza predstavlja prelazni sloj između mezosfere i termosfere, gde počinje postepeni porast temperature sa visinom. Mezosfera (literarno značenje je: srednja sfera) se poklapa sa donjim slojem ionosfere i donjim slojevima oblasti u kojima ponekad može da se pojavi i polarna svetlost. Slično kao i u troposferi u ovom sloju atmosfere temperatura opada sa visinom a i vertikalna kretanja nisu ograničena. Tokom leta ona mogu da proizvedu tanak oblačni sloj u gornjem sloju mezosfere iznad polarnih oblasti. Pri uobičajenim uslovima koncentracija čestica u ovim oblacima je mala tako da oni nisu vidljivi sa Zemlje. Međutim, ponekad u sumrak, mezosferski oblaci mogu da budu osvetljeni dok su niži slojevi atmosfere u senci. Pod takvim uslovima ovi oblaci su vidljivi sa tla kao noctilucent oblaci.

### 3.2.4. Termosfera.

Sloj koji se nalazi iznad mezopauze. Termosfera se prostire do visine od nekoliko stotina kilometara gde se temperature kreću u opsegu od  $500^\circ\text{C}$  do  $2000^\circ\text{C}$  u zavisnosti od aktivnosti Sunca. Ovaj sloj se završava sa termopauzom koju u većem ili manjem stepenu karakteriše konstantna temperatura (izotermija). Već iznad visine od 500 km molekularni sudari su tako retki da je dosta teško i definisati temperaturu. Na ovim nivoima neutralne i nanelektrisane čestice se kreću manje ili više nezavisno tako da nema osnova da i njihove temperature budu iste. Izvan magnetosfere, temperatura okolnog prostora je odredena solarnim vетром.

### 3.2.5. Egzosfera

Predstavlja ivični sloj atmosfere na visini od 800-3000km, sadrži međuplanetarni gas sa  $c=1000$  atoma/km<sup>3</sup>, njegova gornja granica na 36000km predstavlja granicu atmosfere.

## 4. FUNKCIJE VAZDUHA

Vazduh je uslov života živog sveta na planeti. Vazduh ima dve osnovne funkcije: biološku (primarnu) i proizvodnu (sekundarnu).

**Biološka ili primarna funkcija vazduha** je da planeti obezbeđuje život, jer sadrži kiseonik koji je neophodan za disanje, ugljendioksid neophodan za fotosintezu i azot neophodan za sintezu biljnih belančevina. Čoveku je potrebno sedam puta više vazduha od vode, a deset puta više nego hrane (u težinskom odnosu). Atmosfera je bogata kiseonikom (oko 1/5 od ukupne količine vazduha), ali ga u vodi ima znatno manje zato što se u njoj teško rastvara. Kako je ljudsko telo, kao i tela ostalih kopnenih organizama sastavljeno najvećim delom od vode, to je snabdevanje kiseonikom i njegovo raspoređivanje po organima i tkivu veoma bitno. Da bi svaka ćelija ljudskog organizma pravilno funkcionalisala, a time i svaki organ obavio svoju funkciju, neophodan je kiseonik. Kiseonik do ćelija dospeva iz vazduha preko organa za disanje. Razmena kiseonika i ugljen-dioksida odvija se samo u alveolama. Ova važna i delikatna funkcija organa za disanje odvija se na sledeći način: vazduh koji udišemo najpre se pročisti u nosu od čestica prašine, čadi i dima, zatim zagreva i vlaži. Takav vazduh neće škoditi sluzokoži grla, glasnih žica i bronhijama. U sluzokoži bronhija nalaze se ćelije koje imaju trepljice. One se, kao i dlačice u nosu, ponašaju kao prečistači vazduha koji udišemo. Svojim oscilacijama one potiskuju sluz i čestice prašine, koje su ipak dospele u sitnije bronhiole, ka širim bronhijama da bi ih izbacile iz pluća.

**Proizvodna ili sekundarna funkcija vazduha.** Pomoću kiseonika iz vazduha moguć je proces sagorevanja. To znači da se prilikom svih aktivnosti u kojima je potrebno sagorevanje troši kiseonik, a danas su to većina proizvodnih delatnosti. Pomoću kiseonika koji se troši pri sagorevanju omogućena je proizvodnja energije.

## 5. VODENA PARA U VAZDUHU

Vodena para predstavlja promenljivi sastojak atmosfere i takođe jednu od veoma važnih komponenata vazduha. Na primer, ona apsorbuje zemljino izračivanje povišavajući temperaturu nižih slojeva atmosfere. Kondenzacijom vodene pare dolazi do obrazovanja oblaka i padavina bez kojih je ljudska delatnost teško zamisliva, posebno u poljoprivredi. Procesi kondenzacije i isparavanja su praćeni oslobađanjem ili, pak, apsorbovanjem velikih količina toplote što se vidno odražava na energetski bilans atmosfere.

Voda je najrasprostranjenija supstancija u prirodi. Uz vazduh koji udišemo, ona je jedan od najvažnijih činilaca života na Zemlji, bez kog nema života. Ona je neophodna za život svim živim bićima – biljkama, životinjama i čoveku. Voda je prva i najvažnija potreba svih živih bića. Ona zauzima 70,8% Zemljine površine. Najviše je imala u okeanima, morima, jezerima i rekama. Na polovima Zemlje voda se nalazi u obliku leda. U vazduhu je u obliku gasa – vodene pare.

Vodena para je nevidljiva i nema mirisa, u atmosferi se meša sa ostalim gasovima. Lakša je od vazduha; njihove težine iste zapremine pri jednakom pritisku stoje u odnosu kao 0,622:1000. Zato je vlažniji vazduh lakši od suvog. Vodena para dospeva u atmosferu isparavanjem., tj. procesom prelaženja vode iz tečnog u gasovito stanje. Veličina isparavanja zavisi, pre svega, od površine sa koje se ono vrši. Zbog toga su ogromne površine okeana i mora najveći dostavljači vodene pare, dok je udeo jezera, reka, tla i biljnog sveta mali.

Ali, ono takođe zavisi i od temperature površine sa koje nastaje isparavanje, pa ukoliko je temperatura viša, brže je kretanje molekula vode na jedan njihov deo, savlađujući koheziju, odleće u vazduh iznad vode. U takvim slučajevima je isparavanje veće nego kada je vodena površina hladna.

Kada je vazduh suv i topao, u stanju je da primi veću količinu vodene pare od hladnjeg i vlažnijeg vazduha. Najzad, isparavanje je srazmerno brzini vetra, pa čak i strujanje vazduha sa brzinom od svega 0,25 m/s koje se i ne može nazvati vетром, povećava isparavanje skoro za tri puta.

### 5.1. Vlažnost vazduha

Vlažnost vazduha predstavlja količina vodene pare u vazduhu. Po definiciji masa vodene pare u kilogramima, koja se nalazi u jednom kubnom metru vazduha predstavlja apsolutnu vlažnost vazduha,  $m \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$ . U zavisnosti od temperature, 1m<sup>3</sup> vazduha je u stanju da primi različitu količinu vodene pare (Tabela 2).

Temperatura u °C	-30	-20	-10	0	10	20	30
Vodena para u g/m <sup>3</sup>	0.38	0.94	2.15	4.57	9.14	17.36	31.51

Tabela 2. Zasićenost 1m<sup>3</sup> vazduha vodenom parom u zavisnosti od temperature

Za vazduh koji na određenoj temperaturi sadrži najveću moguću količinu vodene pare kaže se da je zasićen vodenom parom, a ovakav sadržaj vodene pare u vazduhu naziva se maksimalna vlažnost vazduha ( $M$ ). Kada se tako zasićen vazduh zagreje, povećava se njegova sposobnost primanja vodene pare, a kada se tako zasićen vazduh rashladi, on postaje prezasićen vodenom parom, te zato dolazi do kondenzacije – prelaska vodene pare u tečno stanje. Temperatura vazduha pri kojoj dolazi do prelaza vodene pare u tečno stanje, naziva se temperatura tačke rose. Kondenzovana vodena para se najzad pretvara u padavine koje se izlučuju na tle.

Odnos apsolutne i maksimalne vlažnosti definiše relativnu vlažnost:

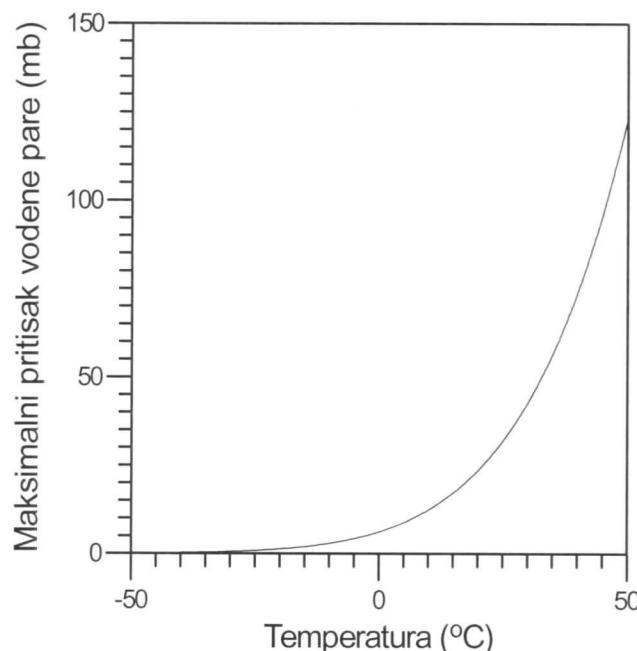
$$w = \frac{m}{M} \cdot 100 \%$$

gde je  $w [\%]$  relativna vlažnost izražena u procentima.

Obzirom da relativna vlažnost pokazuje u kojoj meri je vazduh zasićen vodenom parom, ona je kao podatak u meteorologiji značajnija od apsolutne vlažnosti. Pošto se u atmosferi nalazi smeša suvog vazduha i vodene pare, to je prema Daltonovom zakonu ukupan pritisak ove smeše jednak zbiru parcijalnih pritisaka suvog vazduha i vodene pare. Količina vodene pare upravo je srazmerna sopstvenom parcijalnom pritisku, pa se relativna vlažnost može izraziti i kao odnos parcijalnog pritiska,  $p$ , pare sadržane u nezasićenom vazduhu i parcijalnog pritiska,  $p_m$ , u zasićenom vazduhu, na datoј temperaturi:

$$w = \frac{p}{p_m} \cdot 100 \%$$

Pritisak vodene pare u vazduhu izražava se u milibarima (ili paskalima, Pa). Pritisak vodene pare zasićene u odnosu na ravnu površinu čiste vode često se naziva maksimalni pritisak ili napon vodene pare. On je funkcija temperature i sa njom se menja eksponencijalno. Na slici 3 je prikazana zavisnost maksimalnog pritiska vodene pare iznad ravne površine čiste vode od temperature vazduha.



Slika 3. Zavisnost maksimalnog pritiska vodene pare u odnosu na ravnu površinu čiste vode.

## 5.2. Merenje vlažnosti vazduha

Za merenje vlažnosti vazduha u atmosferi koriste se posebni merni instrumenti: higrografi i higrometri. Pritisak ili napon vodene pare se izražava u milimetrima živinog stuba mm Hg, a vlažnost vazduha u procentima (%). Na kartama se izovaporama povezuju mesta sa istim naponom pare, a izohumidama mesta sa istom relativnom vlažnošću vazduha.

- **Apsolutna vlažnost vazduha** ( $m$ ) se menja se u zavisnosti od položaja kopna i mora. U osnovi raste od polarnih oblasti prema ekuatoru. Najveća vlažnost vazduha zabeležena je u Persijskom zalivu i delti Mekonga.
- **Relativna vlažnost vazduha** ( $w$ ) je veća zimi nego leti, na planinama leti raste sa visinom. Izražava se u procentima, veoma suva vazduh ima ispod 55%, svu je između 55-74%, umereno vlažan 75-90% i veoma vlažan je preko 90%.
- **Specifična vlažnost vazduha** predstavlja sadržaj grama vodene pare u jednom kilogramu vlažnog vazduha.
- **Deficit zasićenosti vazduha** ( $D$ ) predstavlja razliku između maksimalne količine vodene pare ( $M$ ) koju vazduh može da primi pri određenoj temperaturi i one količine pare koja se u tom trenutku u njemu nalazi. U suštini to je manjak vodene pare do potpunog zasićenja. Izražava se u mm Hg.

## 6. HEMIJSKE I FIZIČKE OSOBINE VAZDUHA

Delovanje vazduha na živa bića je posledica njegovih fizičkih hemijskih karakteristika. Hemiske osobine vazduha zavise od sastava gasova (sadrži 78% azota, oko 21% kiseonika, oko 0,03% ugljen-dioksida, tragove vodonika...). Vazduh kao i ostala tela ima svoje fizičke osobine, koje su potpuno definisane veličinama kao: temperatura, gustina, pritisak.

## 6.1. Temperatura vazduha

Temperatura je fizička osobina sistema koja leži u suštini našeg osećaja za hladno i toplo pa se za telo koje ima višu temperaturu kaže da je toplije. Fizički gledano, temperatura je mera srednje kinetičke energije čestica nekog sistema, dakle, mera unutrašnjeg atomskog i molekulskog kretanja u makroskopskim objektima. Pri merenju temperature vazduha kod nas koristi se Celzijusova skala od 100 stepeni kod koje je za 0 uzeta temperatura topljenja leda, a za +100 ključanje vode pri normalnom pritisku. Horizontalna raspodela temperature zavisi od sunčeve toplote i sastava Zemljine površine. Na raspodelu temperature znatno utiču kopno i more, odnosno more smanjuje periodična kolebanja, a kopno ih povećava. Zanimljivo je da se vazduh ne zagreva Sunčevim zracima, nego se greje indirektno od toplote koju površina Zemlje prima od Sunca, a zatim je predaje vazduhu. Od temperature takođe zavisi intenzitet toplotnog zračenja koje se emituje sa površine tela. Na tom principu zrači Sunce – zbog visoke temperature, površina Sunca neprekidno emituje ogromnu količinu energije u vidu elektromagnetskih talasa, velikim delom u vidljivom delu spektra

## 6.2. Gustina vazduha

Gustina vazduha je odnos mase vazduha prema zapremini koju zauzima. Gustina vazduha se može izračunati ako su poznati pritisak i temperatura. S povećanjem temperature, gustina vazduha opada, ali zato raste s povećanjem pritiska.

Slikovitosti radi, valja istaknuti sledeće. Dimenzije atmosfere, u odnosu na Zemlju, su male. Ona čini jedan tanak sloj, ali sloj u kome je ispod 500 mb nivoa (kome u prvoj aproksimaciji odgovara visina od 5,5 km) smeštena polovina mase vazduha atmosfere, dok je u sloju od 30 km smešteno 99% mase vazduha

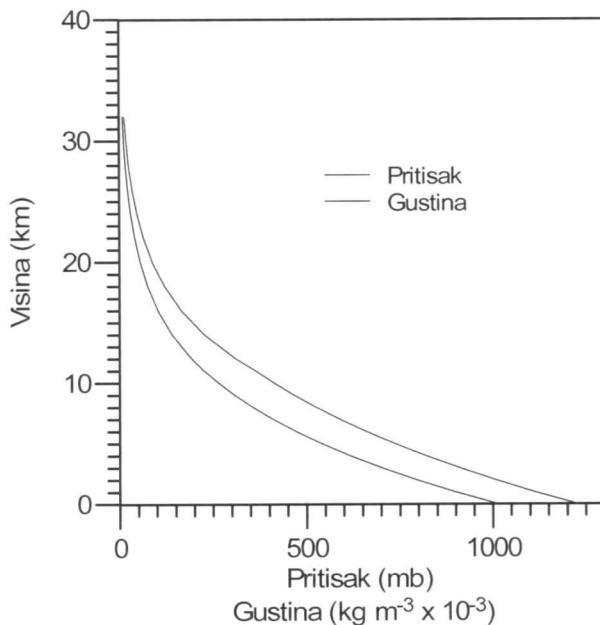
## 6.3. Vazdušni pritisak

Usled dejstva Zemljinog gravitacionog polja, atmosfera vrši pritisak na Zemljinu površinu. Taj pritisak se definiše kao pritisak koji potiče od težine atmosferskog stuba po jedinici površine. Atmosferski pritisak je direktna posledica težine vazduha. To znači da se pritisak vazduha razlikuje s mestom i vremenom jer se količina (i težina) vazduha iznad Zemlje isto tako razlikuje. Atmosferski pritisak se smanjuje za 50% na visini od oko 5 km (kao što se i oko 50% ukupne mase atmosfere nalazi unutar najnižih 5 km). Prosečni atmosferski pritisak izmeren na nivou mora iznosi oko 101.3 kilopaskala.

## 6.4. Vertikalna raspodela pritiska i gustine vazduha

Promena gustine i pritiska vazduha je mnogo veća u vertikalnom nego u horizontalnom pravcu. Zbog toga je u meteorologiji uveden pojam standardne atmosfere koja predstavlja prostorno i vremenski osrednjenu strukturu atmosfere koja je funkcija samo visine. Do visine od oko 100km, atmosferski pritisak i gustina se menjaju u granicama od oko 30% u odnosu na vrednosti unutar standardne atmosfere. U standardnoj atmosferi pritisak i gustina s visinom opadaju po eksponencijalnom zakonu (Slika 4).





Slika 4. Raspodela gasnih komponenata atmosfere sa visinom.

Vazdušni stub ima najveću visinu na morskoj površini, pa mu je tamo i najveći pritisak od 1013mb ili 760mm Hg. Međutim, ako se čovek penje uz neku planinu onda će vazdušni stub nad njim biti kraći za iznos nadmorske visine njegove stojišne tačke, pa će zbog toga vazdušni pritisak biti manji.

Smanjivanje vazdušnog pritiska je veće u nižim slojevima atmosfere jer su oni gušći od viših slojeva. Smanjenje vazdušnog pritiska za 1mm Hg pri morskom nivou odgovara visinskoj razlici od 10,51m (ako je temperatura vazduha 0°C), a na visini između 3 i 4km 16,4m.

Na morskom nivou suv vazduh pri temperaturi od 0°C ima 733 puta manju specifičnu težinu od vode:  $1\text{m}^3$  vazduha težak je 1.293kg, ali sa promenom visine i temperature njegova gustina se smanjuje, pa na istoj temperaturi  $1\text{m}^3$  vazduha na visini od 11,6km teži 255g.

## 7. KRETANJE VAZDUHA

Kada se pominje kretanje vazduha, prvo se pomisli na vетар kao očiglednu manifestaciju kretanja vazduha. Međutim, kretanje vazduha u atmosferi je ponekad daleko komplikovanije od onoga što se neposredno primećuje. Postoje različite prostorne i vremenske razmere kretanja koje su ponekad isuviše male da bi se primećivale, a ponekad isuviše velike da bi običan čovek toga bio svestran.

Najmanja kretanja vazduha su reda veličine oko jedan metar i do nekoliko sekundi trajanja. Ova kretanja mikro razmara se mogu videti kao vihori prašine koje uskovitla vетар, ili uzdignut suvi sneg za vreme mećave. Takođe, u ove razmere spadaju i udari vетра, jer se dešavaju u nekim desetak sekundi. Dimenzije ovih kretanja dosta zavise od brzine vетra koji ih prouzrokuje, oblika terena u njihovoј neposrednoj okolini, ali i drugih objekata koji mogu i da se kreću raznim brzinama.

Sledeća kretanja vazduha po veličini su turbulentna kretanja, kako u vidu termala, tako i u vidu 'vezivanja vетra u čvor' na visinama avionskih letova. Ova kretanja malih razmara su veličine par stotina metara, a trajanja do nekoliko minuta. U njih spadaju i uzlazna i silazna kretanja vazduha u planetarnom graničnom sloju, kao i stvaranje malih belih oblacića lepog vremena – kumulusa.

Kad su uslovi za stvaranje takvih oblaka povoljni, pa narastu do velikih, pretećih oblaka koji daju grmljavinu i pljuskove – kumulonimbusa, svedoci smo prisustva kretanja mezo razmara. Ona su veličine po nekoliko kilometara, a trajanja i do sat vremena. Tu spadaju i pijavice i trombe koje u izuzetnim slučajevima izviruju iz takvih oblaka, praveći pustoš. Ove razmere kretanja se mogu opaziti i kao lokalni vetrovi kao što su vetar s mora – vetar s kopna, ili lokalni vetrovi koji se penju ili silaze niz planine. Pri vrhovima planina, opet, možemo videti i još malo krupnije oblike kretanja mezo razmara, a to su stvaranje planinskih talasa i orografskih oblaka koji prividno stoje kao da su 'usidreni' uprkos jakom vetrui.

Kretanja sinoptičkih razmara su prva koja se ne mogu videti, jer su suviše velika. To su pre svega oblasti koje razgraničavaju dve različite vazdušne mase, a opšte su poznati pod nazivom frontovi ili frontalne zone, i imaju dimenzije po nekoliko desetina kilometara po širini, a poneku stotinu kilometara po dužini, a rok trajanja od dva-tri dana. Tropski cikloni su još malo veći, po par stotina kilometara u prečniku, a životni vek im je pet do deset dana. Najzad, (vantropski) cikloni i anticikloni imaju i po hiljadu kilometara u prečniku, a opstaju od tri-četiri pa do desetak dana.

Najkrupniji i najdugovečniji oblici kretanja vazduha u atmosferi su kretanja planetarnih razmara. To su Rosbijevi talasi, strujnice koje imaju oblik 'špageta' na koje su, kao na šinama planinske pruge načičani vagoni od ciklona. Ovi talasi se vrlo sporo kreću; potrebno im je nekoliko dana da promene svoj položaj. Veličina jednog od ovih ultra dugih talasa je i nekoliko hiljada kilometara, tako da oko čitave polulopte ne može stati više od dva-tri talasa. Ovako smo ušli u sistem opšte cirkulacije atmosfere.

## 7.1. Vetar

Kretanje vazduha u horizontalnom pravcu u odnosu na zemljinu površinu naziva se vetar. Vetar kao vektorsku veličinu karakterišu intenzitet, prvac i smer. Prvac vetra se izražava u stepenima (od severnog pravca Geografskog meridijana u smeru kazaljke na satu od  $0-360^0$ ) ili kvadrantima tog dela horizonta iz kog duva. Brzina i smer su nepostojanog pravca zbog turbulencija. Brzina vetra se određuje na osnovu Boforove skale, a izražava u metrima na sekund (m/s) ili kilometrima na sat (km/h).

<i>Naziv vetra</i>	<i>v (m/s)</i>
slab	do 3
umeren	4-7
umereno jak	7-10
jak	10-12
veoma jak	12-15
olujan	15-20
jaka oluja	20-25
oluja sl. orkanu	25-30
orkan	preko 30

Tabela 3. Boforova skala brzine vetra

Prizemni vetar se meri pomoću anemometara i električnih vetrokaza, a visina pomoću pilot-balona i radio sondi. Usled dejstva devijacione sile, sile trenja, sile teže i centrifugalne sile prizemni vetar duva pod izvesnim uglom u odnosu na izobare, skrećući u stranu niskog atmosferskog pritiska. Brzina vetra sa povećanjem visine raste usled smanjenja sile trenja i dostize maksimum na visini 1,5-2km ispod tropopauze. Maksimalna brzina u tom sloju može da dostigne i preko 150km/h.

Sa povećanjem visine pravac vetra se menja i zavisi od rasporeda pritiska na visini. U trpoposferi, sa povećanjem visine, vjetar obično skreće u desno, a iznad tog sloja vetrovi duvaju skoro duž izobara. Veoma karakteristična osobina vetrova je rafalnost. Naročito u sloju trenja vjetar duva na udare (mahove), a brzina može da varira u 1-2 sekunde i do 50% na jednu ili drugu stranu od srednje vrednosti. Vihorni karakter kretanja vazduha naziva se turbulentnim kretanjem.

## 8. OBLAČNOST I OBRAZOVARANJE OBLAKA

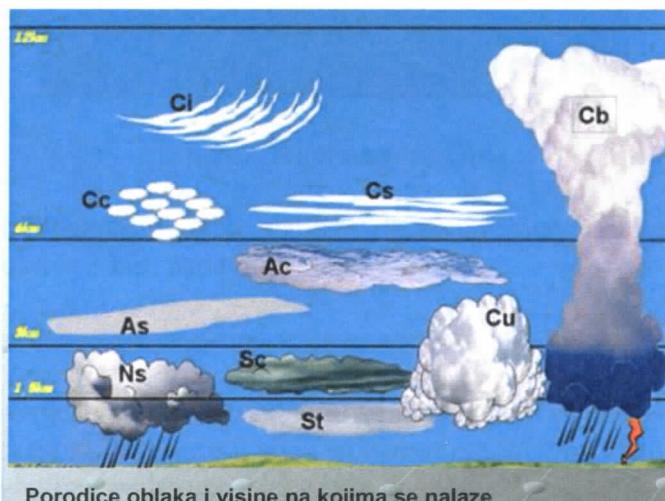
Oblaci nastaju pod dejstvom složenih termodinamičnih procesa, koji dovode vodenu paru do kondenzacije i sublimacije. Oni čine najvidljiviji meteorološki element. Oblaci se formiraju hlađenjem vazduha koji prelazi tačku nadzasićenja, kada se vodena para kondenuje u kapljice ili ledene kristale mikroskopskih dimenzija. Određenim procesom spajanja oni rastu, pa usled gravitacionih sila moraju i da padnu, te tako imamo kišu, grad, ili sneg.

Klasifikacija oblaka može se izvršiti po spoljašnjem izgledu - morfološka, ili po procesu stvaranja - genetička. Prema obliku dele se na: grudvaste (*cumulus*), slojeviti (*stratus*), kovrdžasti (*cirrus*), vlaknasti (*fibratus*), kukičasti (*uncinus*), nazubljeni (*castellanus*), kišni (*nimbus*), talasasti (*undulatus*) itd...

Po međunarodnoj klasifikaciji postoje četiri porodice oblaka (visine važe za srednje geografske širine).

<b>Porodica I</b> Visoki oblaci (iznad 6000m)	Cirus (Ci) - perjasti oblak Cirokumulus (Cc) - gomilasti oblak Cirostratus (Cs) - slojasti oblak
<b>Porodica II</b> Srednji oblaci (od 6000 – 2000 m)	Altokumulus (Ac) - srednji gomilasti oblak Altostratus (As) - srednji slojasti oblak
<b>Porodica III</b> Niski oblaci (ispod 2000m)	Stratokumulus (Sc) - slojasto-gomilasti oblak Stratus (St) - slojasti oblak Nimbostratus (Ns) - slojasto-kišni oblak
<b>Porodica IV</b> Oblaci vertikalnog razvića	Kumulus (Cu) - gomilasti oblak Kumulonimbus (Cb) - gomilasto-kišni oblak

Tabela 4. Klasifikacija oblaka



Slika 5. Porodice oblaka

### **8.1. Visoki oblaci**

Cirusi (Ci) - sastavljeni od kristala leda, vlaknastog ili talasastog sklopa bez senke, bele boje, svilastog sjaja, velike providnosti, ne daju padavine, oblika - pramenova, peraja, izvučenih linija po plavom nebu ...



Slika 6. Cirusi (Ci)

Cirokumulus (Cc) – cirusni sloj ili banak, grupisani, u vidu nabora ili brazda, sastoje se od malih ledenih kristala koji imaju dugine boje na krajevima, nema padavina.

Cirostratus (Cs) – beličasti, u obliku vela, raspoznaju se konture Sunca ili Meseca, debljine 100 – nekoliko km, nema padavina.

### **8.2. Srednji oblaci**

Altokumulus (Ac) – oblik slojeva, beli pljosnati oblici, sa manjim pravilno raspoređenim oblicima ponekad osenčenim, visina 2 – 6 km, debljina 200 – 700 m, padavine u obliku odvojenih kapljica ili snežnih pahuljica.



Slika 7. Altokumulus (Ac)

Altostratus (As) – oblik vlaknastog izbrazdanog vala, sive ili plavičaste boje, visina donje baze 3 – 5 km, debljina 1 – 2 km, padavine – zimi sneg.

### **8.3. Niski oblaci**

Stratokumulus (Sc) – slojasti sastavljeni od grudvica, banaka ili oblica, delovi slojeva pravilno raspoređeni, krupniji rasplinuti, sivi i sa tamnim delovima, visina donje baze 600 – 1500 m, debljina 200-800 m, padavine – slaba kiša ili sneg

Stratus (St) - slojasti oblaci slični magli, tamno sive boje, sastav - prehlađene vodene kapljice i ledeni kristali, visina donje baze 100-700 m, debljina 200-800 m, padavine – sipeća kiša, meki sneg ili snežna zrna.

Nimbostratus (Ns) - niski, tamno-sive boje, satav prehlađene vodene kapljice i ledeni kristali, visina donje baze 100-1000 m, vertikalna rasprostranjenost 2-3 km, nekad više od 5 km, padavine - neprekidna kiša ili sneg.



Slika 8. Nimbostratus (Ns)

#### 8.4. Oblaci vertikalnog razvića

Kod ovih oblaka donja baza je u oblasti niskih a gornja u oblasti visokih oblaka

Kumulusi (Cu) – razvijeni po vertikali, vrhovi svodasti sa gomilastim zaobljenjima, donja baza skoro vodoravna, sastav – vodene kapljice i prehlađene vodene kapljice, visine donje baze 800-1500 m, debljina nekoliko 100m – nekoliko km, to su oblaci lepog vremena.



Slika 9. Kumulusi (Cu)



Slika 10. Kumulonimbus (Cb)

Kumulonimbus (Cb) – veoma razvijene mase, delovi oblaka dižu se kao brda i tornjevi, donja baza sa izraženim padavinskim prugama, visina baze 1-2 km, vrhovi do tropopauze, sastav - gornji delovi od čestica kristala i prehlađenih vodenih kapljica, niži delovi od vodenih kapljica sa primesama snežnih pahuljica, kiše, krupe i grada.

Sedefasti oblaci – sličnog izgleda kao cirusi, ali sočivastog oblika, maksimum sjaja kada je Sunce nekoliko stepeni iznad horizonta, najverovatniji sastav-sićeune kapljice i sferne čestice leda, visina 21-30 km.

Noćni svetleći oblaci – plavičaste ili srebrnaste boje, nekad narandžaste ili crvene, ocrtavaju se na noćnom nebu, sastav-najverovatnije kosmička prašina, visina 75-90 km.

### **8.5. Obrazovanje niske oblačnosti**

Prouzrokovano je hlađenjem vazduha usled adijabatskog širenja pri njegovom podizanju, turbulentnom razmenom i radijacionim hlađenjem. Povoljni uslovi - u oblastima niskog pritiska u ciklonima i barskim dolinama. Porast vlage u vazduhu koje nastaje usled padavina iz oblaka na većim visinama. Hlađenje vazduha od same podloge – zbog turbulentnih razmena vazduh se prenosi u slobodnu atmosferu, a slojevi inverzije sprečavaju njegovo dalje širenje te se hlađi i postaje zasićen.

## *9. POJAM O VAZDUŠNIM MASAMA*

Poznato je da fizička svojstva vazduha zavise od Sunčevog zračenja i upliva koji vrši podloga. Tako je na primer vazduh iznad tropskih pustinja suv, topao i sa manjom providnošću zbog zrnaca prašine. Po tim fizičkim osobinama on se bitno razlikuje od hladnog, suvog i providnog arktičkog vazduha ili od vrlo toplog i vlažnog vazduha iz ekvatorijalnih oblasti. Prema tome, vazduh u troposferi ima različita fizička svojstva. On se sastoji iz različitih vazdušnih masa.

Prostor u kojem se formira vazdušna masa određenih fizičkih osobina naziva se izvorišna oblast. Ona može biti voda, kopno, led ili sneg i treba da obuhvata vrlo prostrane površine. Zbog toga se i vazdušne mase sastoje od velikih količina vazduha. Tako na primer veličina jedne vazdušne mase u umerenim širinama dostiže dužinu od 500 do 5000km i visinu od 1 do 10km.

Vazdušne mase se obrazuju u krajevima gde se vazduh dugo zadržava. Takvi krajevi su pre svega oblasti sa postojanim ili polupostojanim visokim vazdušnim pritiskom, zbog čega ih označavamo kao glavne izvorišne oblasti. Primeri takvih oblasti su: centralni Sibir, centralni deo Kanade, Atlantik oko Azorskih ostrva, kao i polarne kalote – arktička i antarktička.

Vazdušne mase se kreću. One napuštaju svoje izvorišne oblasti i prolazeći kroz krajeve sa drugim prirodnim odlikama menjaju postepeno fizička svojstva, odnosno transformišu se. Pri tome razlikujemo dva vida transformacija vazdušnih masa: morskih u kopnene i obratno i one koje nastaju posle kretanja preko oblasti koje se znatno razlikuju po geografskim širinama.

Prema izvorišnoj oblasti u kojoj se formiraju vazdušne mase se dele na 4 zonalna tipa. To su:

1. A – arktički odnosno antarktički vazduh, poreklom iz polarnih krajeva.
2. P – polarni ili subarktički odnosno subantarktički vazduh, poreklom iz viših geografskih širina, ali ne iz polarnih kalota.
3. T – tropski odnosno subtropski vazduh poreklom iz subtropskih oblasti.
4. E – ekvatorski (polutarski) vazduh, vazduh pasata i monsuna koji se transformišu u ekvatorskom pojasu.

Prelazeći preko prostranih kopnenih ili morskih površina, zadržavajući se izvesno vreme iznad njih, glavni zonalni tipovi vazdušnih masa stiču i druga svojstva. Zbog toga vazdušne mase koje su bile iznad mora nazivamo maritimne (m), a one iznad kopna kontinentalne (k).

Bitna fizička svojstva vazdušnih masa (temperatura, apsolutna i relativna vlažnost) potiču pretežno od podloge, te je očigledno da se promene u njima vrše odozdo naviše.

Prema odnosu koji postoji između temperature vazdušne mase i podloge, sve vazdušne mase delimo na tople i hladne. Tople vazdušne mase dolaze iz nižih geografskih širina i kreću se iznad hladnije podloge. Hladne vazdušne mase dolaze pretežno iz krajeva sa višom geografskom širinom u oblasti nižih geografskih širina, odnosno sa toplijom podlogom.

### **9.1. Vazdušni front**

Na dodiru dveju različitih vazdušnih masa obrazuje se prelazni pojas ili zona koji se pri zemlji naziva vazdušni front. Širina takvog pojasa kreće se od 5 do 80km. Postoje dva osnovna tipa vazdušnih frontova:

- Hladni front je front u kojem se hladan vazduh kreće u pravcu toplog. Topli vazduh odstupa i zamjenjuje ga hladni.
- Topli front je onaj u kojem se topli vazduh kreće u pravcu hladnog. Hladan vazduh odstupa, a zamjenjuje ga topli.

Postoje još tzv. složeni frontovi ili frontovi okluzije, koji nastaju spajanjem toplog i hladnog fronta. U odnosu na geografsku raspodelu vazdušnih masa, frontovi mogu biti: arktički, koji deli arktički i polarni vazduh; polarni, koji dele polarni i tropski vazduh; tropski, koji dele tropski i ekvatorijalni vazduh.

## **10. ZAGADIVANJE VAZDUHA**

Čovek osvajajući nove prostore, menja ih i daje im drugi izgled. U prvim etapama razvoja čovečanstva, promene i uticaji, koje je čovek činio u životnoj sredini, bile su male i beznačajne, uglavnom lokalnog značaja. U kasnijim etapama razvoja čovečanstva, te promene postaju sve dublje i trajnije, pri čemu obuhvataju globalni ekosistem. Zbog toga u poslednjih trideset godina, donete su brojne konvencije u oblasti zaštite životne sredine. Poseban akcenat je dat na zaštitu vazduha, vode i zemljишta od zagađenjenja.

Zagađenje vazduha predstavlja prisustvo različitih supstanci i gasova u vazduhu, koje predstavljaju rizik za zdravlje. Zagađivači vazduha su: azotni oksidi, sumpor-dioksid, ugljen-dioksid, čestice čvrstih materija, isparljive organske supstance i toksične supstance, kao što je živa. Kombinacija azotnih oksida i isparljivih organskih jedinjenja u vazduhu, u prisustvu ozona, glavni je sastavni deo smoga.

Neki zagađivači vazduha izazivaju promene u ekosistemu, kao što su kisele kiše i klimatske promene. Prema prognozi klimatologa, ako se koncentracija ugljen-dioksida bude povećavala, planeta će postati toplija, što će uticati na zdravlje ljudi i prirodnu sredinu. Klimatske promene su ubrzane, a naša planeta se konstantno zagreva. Jedan od glavnih uzroka zagrevanja Zemlje je ubrzani industrijski razvoj, koji je sa sobom doneo izrazito povećanje emisije takozvanih gasova staklene bašte.

Posledice zagađenja vazduha su dva do tri puta veće, na zdravlje ljudi, nego što se ranije smatralo. Za svako povećanje od 10 mikrograma sitnih čestica u vazduhu, rizik od prerane smrti raste sa 11% na 17%. Studije su pokazale da se zbog zagađenja vazduha povećava broj infarkta, moždanog udara, rak pluća, a deca koja žive u blizini autoputeva, imaju veći rizik da obole od astme.

U vazduhu, kao zagađivači, mogu da se nalaze i supstance, koje su formirane prirodnim putem. Od njih u vazduhu su najprisutniji ugljovodonici. To je grupa jedinjenja, čiji su molekuli sastavljeni isključivo od ugljenika i vodonika. Oni naprimer nastaju, u većim količinama, procesima u močvarama.

## 10.1. Uzroci zagađenja vazduha

Gasovi i mikroskopske čestice čadi i prašine koje izazivaju promene prirodnog odnosa i koncentracije osnovnih komponenata vazduha, ponekad u atmosferu dospevaju prirodnim putem, npr. oslobađanjem usled vulkanskih erupcija i prirodnih požara, ali mnogo češće nastaju kao posledica čovekovih aktivnosti. Saobraćaj i industrija su osnovni izvori zagađenja. Tokom sagorevanja različitih oblika goriva u motrima ili fabrikama, ispušta se velika količina štetnih materija, kao što su ugljen-monoksid, ugljen-dioksid, sumpor-dioksid, oksidi azota, pepeo i čad. Kada jednom dospeju u atmosferu, gasovi oslobođeni tokom sagorevanja fosilnih goriva stupaju u različite hemijske reakcije, pri čemu nastaju opasna jedinjenja. Najveći izvor zagađenja vazduha u gradovima predstavlja automobilski saobraćaj.

## 11. OBRADA NASTAVNE TEME VAZDUH

### 11.1. Naučni metod

U nauci je standardizovan postupak kojim se dolazi do priznatih naučnih istina i kojim se formira naučni pogled na svet. Ako već imamo problem za koji tražimo naučno objašnjenje, postupak se sastoji od stvaranja teorije koja će, ako se pokaže ispravnom, razjasniti problem, i eksperimenta kojim se teorija podvrgava proveri. U zavisnosti od ishoda eksperimenta, teorija se smatra dokazanom (prihvata se) ili oborenom (odbacuje se). On glasi ovako:

1. PROBLEM. Formulisati problem tako da se nedvosmisleno vidi šta je pitanje i koju prepostavku (hipotezu) treba proveriti. Problem mora biti neko pitanje iz čijeg odgovora ćemo naučiti nešto novo o prirodi. Podazumeva se da na to pitanje niko još ne zna odgovor. Dakle, predmet istraživanja je nešto što još nije ispitano a ne nešto o čemu 'istraživač' nema pojma. Ovo drugo bi se zvalo učenje, a ne nauka.
2. TEORIJA. Ideja o tome šta se nalazi iza pojave koja se istražuje i kojim metodama se treba služiti u proveri teorije (u nauci "teorija" ne znači "prepostavka" ili "hipoteza" već se odnosi na čitavo učenje o nekoj pojavi). Prema legendi, Aristotel je tvrdio kako muškarci imaju više zuba od žena a da mu pri tome nikada nije palo na pamet da prikupi osnovni podatak - da prebroji zube sebi i svojoj ženi. Normalno, da je grdno pogrešio jer bez osnovnih podataka ne može ni misaono da se napreduje.
3. EKSPERIMENTALNA PROVERA TEORIJE. Kreiranje i izvođenje testa koji će potvrditi ili oboriti teoriju. Ovo je možda najvažniji element metode. Dakle, analiza prikupljenih podataka proširuje se na još nepoznato i izvodi hipoteza šta iz prikupljenih podataka sledi. Prema tome, formulisanje hipoteze najvažniji je element naučne metode jer iz dobre hipoteze sledi dobar eksperiment. Posmatranjem ili eksperimentom hipoteza se može potvrditi ili osporiti. Ako se potvrди onda raste i verovatnoća da smo na pravom putu u pronaalaženju odgovora, a ako je eksperiment ospori, vraćamo se nazad i postavljamo novu hipotezu.
4. ANALIZA I DISKUSIJA PROVERE. Analizom eksperimenta testira se valjanost hipoteze. Poređenje sa rezultatima drugih autora, koji se odnose na sličnu problematiku.

5. ZAKLJUČAK da li, i u kojoj meri, rezultati eksperimenta potvrđuju teoriju. Treba biti oprezan da na zaključak ne bi uticala predubeđenja ili predrasude koje svaki ispitivač, budući da je i sam ljudsko biće, unosi u ispitivanje. Dakle, zaključke je dozvoljeno izvoditi samo na osnovu dokaza koji su provereni i potvrđeni, bez obzira na lične želje i sopstveno shvatanje pojave koja se ispituje. Na osnovu jedne ili više potvrđenih hipoteza izvlači se zaključak o postavljenom pitanju koji kasnije može da posluži za formulisanje nove teorije. U nauci ništa nije konačno te novim eksperimentima stare hipoteze bivaju često osporene. Onda se predlaže nova itd. i u opticaju ostaju samo one koje još nisu eksperimentalno osporene. Takve, ako su univrsalne prvo zovemo pravilima, pa principima i na kraju zakonima. Mi ne možemo da ih potvrdimo ali hipoteze iz kojih su izrasli još nisu osporene u valjanom eksperimentu.

Neke naučne hipoteze u neempirijskim disciplinama tako su složene da njihovu proveru vrše čitave generacije naučnika, pa ipak nemamo pouzdan odgovor na pitanje da li su tačne. Kad se i na to pronađe odgovor, one će ili biti odbačene ili će dobiti status naučnih istina. Ipak, rezultati jednog eksperimenta uglavnom se ne usvajaju automatski niti se koriste za donošenje zaključaka; što bi se naučnim jezikom reklo, rezultati pojedinačnih eksperimenata nisu konkluzivni nego sugestivni. Oni se objavljuju u stručnim publikacijama, posle čega se od strane drugih naučnika analiziraju, kritikuju i uglavnom se slični eksperimenti sprovode na više mesta u svetu. Niko se ne plaši da će mu ideja biti ukradena, jer je već ustoličeno pravilo da je autor ideje onaj ko je prvi objavio. Novi eksperimenti najčešće se izvode pod strožijim uslovima, pri čemu se grozničavo traga za slabostima i nedorečenostima početnog eksperimenta. Svako ko pronađe neki nedostatak odmah će pokušati da usavrši teoriju ili da drugačije osmisli i izvede eksperiment i objaviće svoja zapažanja, što će i njemu doneti priznanja. Veoma je važno da je eksperiment ponovljiv (reproducibilan), da može da ga izvede svako ko želi i ima uslova za to. On se obično ponavlja mnogo puta pod strogo kontrolisanim uslovima, pre nego što naučni svet konsenzusom usvoji novu teoriju.

## **11.2. Primena naučnog metoda u radu sa učenicima od I do IV razreda**

Za uspešno demonstriranje pojava u prirodi, kada su u pitanju učenici od I-IV razreda osnovne škole koriste se jednostavni ogledi. Svrha jednostavnih ogleda pored demonstracije određenih pojava je i uvođenje naučnog metoda u svakodnevnu školsku praksu. Jednostavni ogledi omogućuju formiranje određenog oblika formalnog mišljenja - eksperimentalno mišljenje, kada učenici treba da otkriju sve ono što može da utiče na neku pojavu kao i njene uzroke. Činjenica je da su učenici veoma zainteresovani za realne pojave. Oni bolje razumeju ono što vide i mogu da urade sami svojim rukama, nego ono što treba da zamišljaju. Zato jednostavni ogledi čine nastavu zanimljivom i interesantnom.

U našim školama se sve više uvode jednostavni ogledi u svakodnevnu školsku praksu. Oni se mogu realizovati pomoću materijala koji se nalaze svud oko nas, odnosno ne zahtevaju skupu aparaturu, mogu izvesti pomoću materijala koji su svima dostupni, a koji se često susreću i u domaćinstvu. Razvijaju manuelne sposobnosti učenika, veoma su očigledni, nisu zamorni, imaju visoko motivacioni karakter, a uspešno izvođenje u većini slučajeva propraćeno je osmehom, ili izrazom zadovoljstva na licu, kako kod učenika tako i kod nastavnika, a često i burom oduševljenja.

Uvođenje jednostavnih eksperimenata u svakodnevnu školsku praksu, ima višestruk značaj: pored aktivnog učešće učenika u njihovoj realizaciji ako se nastavnik pridržava osnovnih elemenata koji karakterišu naučna istraživanja: hipoteza, eksperiment, prikaz rezultata, zaključak i ključne reči – novi usvojeni pojmovi, onda jednostavan eksperiment postaje nezamenljiv na svim nivoima obrazovanja.

Da bi se izveo eksperiment neophodno je:

- ◆ postaviti cilj eksperimenta,
- ◆ nacrtati jasnu sliku sa koje se na prvi pogled vidi o kakvom je eksperimentu reč,
- ◆ napraviti spisak predmeta i materijala potrebnih za izvođenje eksperimenta,
- ◆ opisati koncizno i jasno kreiranje i izvođenje eksperimenta,
- ◆ dati kratko fizičko objašnjenje eksperimenta,

U nastavku će biti prikazani neki jednostavniji eksperimenti, koji se mogu primeniti u obradi nastavne teme vazduh sa učenicima od I-IV razreda osnovne škole.

### 11.3. Predlog nastavne jedinice Vazduh

Ovaj rad predstavlja prikaz jednog od mogućih načina obrade tematske jedinice o vazduhu. To znači da je pored objašnjenja prisustva vazduha na Zemlji, posebna pažnja u radu posvećena i metodici nastave. Tako kompletan rad može poslužiti kao osnova za pisanje pripreme za nastavne časove na kojima se obrađuje vazduh, primereno uzrastu od I do IV razreda.

<i>Opšti metodički podaci</i>	
Nastavni predmet	Poznavanje prirode
Nastavna tema	Vazduh - sastavni deo Zemljine atmosfere
Nastavna jedinica	Osnovne osobine vazduha
Sadržaj nastavne jedinice	Boja, ukus, miris, promenljiv oblik i zapremina, pritisak
Prethodna nastavna jedinica	Mehanička snaga i energija vode
Naredna nastavna jedinica	Kiseonik – sastavni deo vazduha
Tip nastavnog časa	Obrada novog gradiva
<i>Operativni zadaci časa</i>	Sticanje znanja o vazduhu kao smeši gasova i njegovim osnovnim osobinama (promenljivosti oblika, zapremini, masi i pritisku).
Vaspitni	Razvijanje odgovornosti, timskog rada i saradničkog duha.
Funkcionalni	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 uopštvanja na osnovu dobijenih podataka.
Oblici rada	Frontalni, rad u parovima, individualni
Nastavne metode	Usmeno izlaganje, laboratorijski i praktičan rad, heurističke metode (heuristički razgovor, metoda smisaonog uviđanja)
Nastavna sredstva	Materijal i pribor za izvođenje ogleda
Nastavni objekti	Učionica
Korelacija	
Vannastavni i vanškolski rad	

## Struktura i tok časa

**Uvodni deo časa**

Motivisanje učenika za rad.

Nastavnikova instrukcija	Rad učenika
<p>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?</p> <p>Kako onda znamo da postoji vazduh?</p> <p>2. Nastavnik otvara vrata i prozore i pravi promaju u učionici. Šta ste osetili kada smo otvorili vrata i prozore?</p> <p>3. 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?</p>	<p>1. 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.</p> <p>2. Učenici na osnovu čulnog opažanja zaključuju o postojanju vazduha.</p> <p>3. 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>.</p>

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

**Glavni deo časa**

Nastavnikova instrukcija	Rad učenika
<p>4. <i>Ogled 1.</i> Dat je sledeći materijal: posuda sa vodom, prazna, providna čaša.</p> <p>Praznu čašu, okrenutu otvorom na dole, brzo spustite u vodu tako da otvorom dodiruje dno posude.</p> <p>Šta ste primetili? Da li je voda ispunila celu čašu? Čime to objašnjavate?</p> <p>5. Sada čašu nagnite na jednu stranu. Šta se dogodilo? Zašto?</p> <p>6. Na osnovu izvedenog ogleda pokušajte da zaključite šta zauzima svaki prostor iako se nama čini da je on prazan?</p>	<p>4. Prilikom zagnjurivanja čaše u posudu sa vodom, učenici primećuju da se javlja određeni otpor koji ne dozvoljava da voda ispuni celu čašu.</p> <p>5. Učenici komentarišu da su se pojavili mehurići, kao posledica izlaženja vazduha iz čaše.</p> <p>6. Uopštavanje, definisanje osobine vazduha: <i>vazduh zauzima prostor</i></p>

<p>7. Ogled 2. Materijal za rad: četiri čaše dopola napunjene vodom, nekoliko kocki šećera, sunđer, nekoliko klikera.</p>	<p>7. Učenici uočavaju da su se pojavili mehurići jer u zemlji, šećeru i sunđeru ima vazduha.</p>
<p>U prvu čašu stavite kocke šećera, u drugu suv sunđer a u treću klikere. Šta se dešava? Zašto?</p>	
<p>8. Uoči razlike između materijala od kog je napravljen sunđer i materijala od kojeg su napravljeni klikeri, pa odgovori na pitanje: Zašto su se u čaši u koju je spušten sunđer pojavili mehurići, a u čaši i kojoj su spušteni klikeri nisu?</p>	<p>8. Na osnovu dodatne instrukcije učenici zaključuju da vazduha ima samo u šupljikavim materijalima.</p>
<p>9. Šta ste ovim ogledom utvrđili o vazduhu? Gde se sve nalazi vazduh?</p>	
<p>10. Ogled 3. Materijal za rad: balon, konac.</p>	<p>9. Uopštavanje, definisanje osobine vazduha: <i>pored toga što se nalazi u atmosferi, vazduha ima i u zemlji, nekim supstancama i svim šupljikavim predmetima.</i></p>
<p>Balon malo naduvaj, veži ga jednim krajem konca da ne izlazi vazduh, a drugim krajem ga veži iznad tople peći ili radijatora. Posmatraj šta se dešava. Šta primećuješ?</p>	<p>10. Učenici uočavaju da se balon prilikom zagrevanja još više naduo, a kada je prenet u hladnu prostoriju, vratio se u početno stanje.</p>
<p>Naduvan i zagrejan balon prenesi u hladnu prostoriju. Šta se sada dešava?</p>	
<p>11. Da li vazduh ima oblik? Pokušaj da zaključiš kako temperatura utiče na širenje i skupljanje vazduha.</p>	<p>11. Uopštavanje, definisanje osobine vazduha: <i>vazduh nema stalan oblik već se, u zavisnosti od temperature, širi ili skuplja.</i></p>
<p>12. Ogled 4. Materijal za rad: dva balona, konac, lenjir.</p>	<p>12. Učenici uočavaju da je teži naduvan balon zato što je napunjen vazduhom. Uopštavanje, definisanje osobine vazduha: <i>vazduh ima masu.</i></p>
<p>Vežite konac na sredini lenjira i napravite vagu. Za jedan kraj vežite prazan, a za drugi kraj naduvan balon.</p>	
<p>Šta se dogodilo? Koji je balon teži? Objasnite zašto.</p>	
<p>13. Ogled 5. Materijal za rad: čaša napunjena vodom, plastična cevčica.</p>	<p>13. Učenici uočavaju da kada se zatvori gornji deo cevčice voda ne izlazi iz nje.</p>
<p>Usisajte cevčicom vodu iz čaše, tako da se cevčica napuni. Prstom zatvorite gornji deo cevčice i izvadi iz vode. Šta zapažate?</p>	
<p>14. Vratite cevčicu iznad čaše i uklonite prst sa otvora. Šta se dogodilo? Zašto je voda sada izašla iz cevčice?</p>	<p>14. Učenici uočavaju da kada se otvori gornji deo cevčice, voda izlazi iz nje, ali ne znaju zašto se to dogodilo.</p>
<p>15. 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. Šta možete zaključiti na osnovu izvedenog ogleda?</p>	<p>15. Na osnovu dodatne instrukcije učenici zaključuju da je jedna od osobina vazduha da <i>pošto se nalazi svuda oko nas, on svojom masom pritiska sva tela sa svih strana; vazduh vrši pritisak.</i></p>

<p>16. Izlaganje učitelja: Vazdušni pritisak u prirodi nije svuda i uvek isti. Na promenu vazdušnog pritiska najviše utiču promena temperature i vlažnosti vazduha.</p> <p>Pročitajte izveštaj o vremenskim prilikama koji ste zapisali, a zatim pokušajte da uočite vezu između visine vazdušnog pritiska i temperature vazduha. Šta se dešava sa vazdušnim pritiskom kada temperatura raste?</p> <p>Vazdušni pritisak utiče na promenu vremenskih prilika, pa je merenje vazdušnog pritiska značajno za predviđanje vremena.</p>	<p>16. Učenici su na prethodnom času dobili pripremni domaći zadatak da iz medija saznaju i zapišu izveštaj o vremenskim prilikama za vikend.</p> <p>Izvođenje zaključka: Kada je toplo, vazdušni pritisak se povećava, a sa padom temperature opada i vazdušni pritisak.</p>
--	---

**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?

#### 11.4. Predlog jednostavnih eksperimenata

Eksperiment je analitički postupak za proučavanje uzročno-posledičnih odnosa. To je metod naučnog istraživanja u kome se namerno i sistematski menja neka pojava da bi se izazvala, a onda posmatrala i merila neka druga pojava, dok se ostali relevantni uslovi kontrolisu ili izolju. Postoji više vrsta eksperimenata, a najpoznatiji su laboratorijski i eksperiment u prirodnim uslovima.

U oba slučaja, eksperiment je tako organizovan postupak naučnog istraživanja da dobijeni rezultat nesumljivo i nedvosmisleno potvrđuje ili odbacuje postavljenu hipotezu. U nauci se eksperiment smatra jednim od najobjektivnijih, najpouzdanih i najegzaktnijih metoda, tako da saznanja zasnovana na njemu imaju visok epistemološki status.

Jednostavni eksperimenti su tako koncipirani da nastavnik ne postavlja hipoteze nego prepušta deci da sami zamisle eksperiment u zavisnosti od onog što žele da nadu. Prepušta im se da sami načrtuju ili šematski predstave uredaj, pripreme materijal, uporede rezultate. Diskusija bogata dokazima inicira znatnije korišćenje logike, egzaktnosti i naučnog pristupa. U nastavku prilažem sledeće jednostavne eksperimente:

1. Kako možeš da 'vidiš' vazduh?
2. Balon u boci
3. Usisaj jaje u bocu
4. Napravi maglu
5. Oblak u boci
6. Eksperiment plavog neba
7. Napravi svoj barometar

#### 1. KAKO MOŽEŠ DA “VIDIŠ” VAZDUH?

Potreban materijal:

- akvarijum ili veliki bokal napunjen vodom obojenom pomoću nekoliko kapi mastila
- providna plastična čaša

Izvođenje eksperimenta:

Pričvrsti maramicu na dno providne plastične čaše. Čašu okreni otvorom nadole i u vertikalnom položaju polako, potpuno uroni u vodu. Izvadi iz vode i proveri da li se maramica pokvasila. (Nije!) Zašto je maramica ostala suva? Zašto voda nije ušla u čašu iako je ona bila potpuno uronjena u vodu otvorom nadole? Možda je nešto sprečava da se penje? Da li se to “nešto” može videti? Nagni čašu sa maramicom malo u stranu i ponovo uroni u vodu. Pojavljuju se mehuri vazduha! Voda polako ulazi u čašu. Maramica je nakvašena i pada na dno akvarijuma.

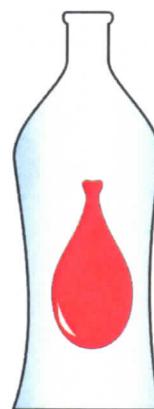
Objašnjenje:

Šta smo videli? Prilikom uranjanja vertikalno postavljene plastične čaše sa maramicom u vodu maramica ostaje suva. Ako se plastična čaša malo nagne, pojavljuju se mehuri vazduha, koji postepeno izlazi iz čaše, a voda ulazi u čašu i marmica se nakvasi. To znači da je vazduh ušao u čašu i sprečavao penjanje vode. Naginjanjem čaše vazduh se ispusti iz nje (mehuri koje si video), voda ulazi i nakvasi maramicu. Tako si uspeo da “vidiš” vazduh.

## 2. BALON U BOCI

Potreban materijal:

- pastična boca
- velika činija
- balon
- voda sa ledom
- vrela voda



Izvođenje eksperimenta:

Napuni plastičnu bocu vrelom vodom. Promućkaj vodu da bi zagrejao bocu, a zatim isprazni bocu. Ponovo napuni četvrtinu boce vrelom vodom i stavi balon na grlić boce. Napuni veliku činiju vodom u kojoj se nalazi led i stavi bocu u činiju. Posmatraj da li je sav vazduh izbačen iz balona. Može se desiti da balon bude usisan u boci.

Objašnjenje:

Šta se dešava? Topao vazduh u boci se širi, dok se vazduh izvan boce sažima. Kada je balon stavljen na vrh boce vazduh u boci je bio topao. Kada se boca stavi u ledenu vodu ona se hlađi, pa se vazduh u njoj sažima i pokušava da uvuče više vazduha spolja. Zato je vazduh izvučen iz balona, a ponekad je balon i usisan u boci.

## 3. USISAJ JAJE U BOCU

Potreban materijal:

- staklena boca sa dugim uskim grлом
- tvrdo kuvano jaje
- šibica

Izvođenje eksperimenta:

Stavi praznu bocu na sto. Oljušti kuvano jaje. Upali šibicu i ubaci je u bocu. Ponovi oko tri do četiri puta. Brzo stavi jaje na otvor boce. Jaje će biti usisano u boci.

Objašnjenje:

Šta se dogodilo? Upaljena šibica zagrejala je vazduh unutar boce. Kada se vazduh zagreje on se širi i zahteva više prostora, te deo izade napolje. Kada upaljene šibice sagore, vazduh unutar boce se hlađi i sažima, tako da zauzima manje prostora. Tako se stvara niži pritisak unutar boce nego izvan nje. Viši pritisak spolja gura jaje i ono biva usisano u boci.

\*Ako hoćeš jaje nazad iz boce, nagni bocu, uduvaj vazduh u nju. Da bi bio siguran skloni se jer će jaje biti ispaljeno iz nje.

#### 4. NAPRAVI MAGLU

Potreban materijal:



- staklena tegla
- cediljka za čaj
- voda
- kocke leda

Priprema eksperimenta:

Napuni staklenu teglu toplo vodom i ostavi je oko minut u tegli. Prospi skoro svu vodu iz tegle - ostavi oko 5 cm. Stavi cediljku preko vrha tegle. Stavi nekoliko (3-4) kocki leda u cediljku. Posmatraj šta se događa!

Objašnjenje:

Hladan vazduh koji se formira oko kocki leda meša se sa toplim vazduhom. Veći deo vazduha u tegli prouzrokuje kondenzaciju vodene pare i formira se gusta magla.

#### 5. OBLAK U BOCI

Potreban materijal:



- providna boca od 2 litre
- 1 list crne hartije
- voda
- šibica

Priprema eksperimenta:

Sipaj 6 cm veoma tople vode u bocu od 2 l.

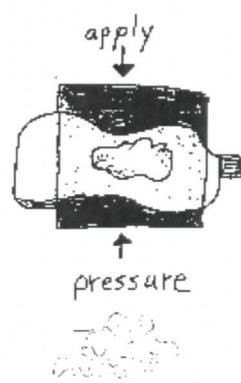
Postavi usta preko otvora i duvaj u bocu desetak sekundi, a potom je dobro zatvorи.



Tresi snažno bocu oko jednog minuta. Ovo će distribuirati molekule vode u vazduhu.



Upali šibicu, ostavi je da gori 2 sekunde i ubaci u bocu. Ponovo brzo zatvorи bocu.



Okreni bocu na stranu i stavi na crni papir. Pritisni snažno bocu i drži oko 10 sekundi. Pusti da se oblaci pojave.



Posmatraj i ponovi postupak u slučaju da se ne pojave.



Kada se oblaci pojave, brzo odvrni čep. Videćeš oblake kako se šire iz boce.

Objašnjenje:

Na ovaj način si kreirao uslove neophodne za formiranje oblaka: vodena para u vazduhu, čestice dima koje voda skupi i hlađenje vazduha snižavanjem vazdušnog pritiska unutar boce. Oblaci se formiraju kada se usled kondenzacije sakupi čestice praštine, koje si proizveo dimom šibice.

## 6. EKSPERIMENT PLAVOG NEBA

Potreban materijal:

- lampa
- providna plastična boca od 2 - litre
- čaj ili mleko
- voda



Priprema eksperimenta:

Tri četvrtine boce od 2 litre napuni vodom i postavi lampu tako da osvetljava bocu sa strane. Dodaj kašičicu čaja ili mleka u vodu. Zatvori bocu i tresi je dok se voda i mleko ne pomešaju. Šta vidiš? Nastavi da dodaješ mleko sve dok ne zapaziš da se plava svetlost širi iz smeše. Kada zapaziš plavu svetlost, dodaj još mleka u bocu sve dok se plava boja ne izgubi i ne pojavi narandžasta ili crvena.

Objašnjenje:

Isto kao u atmosferi, smeša najviše rasejava talasne dužine svetlosti koje odgovaraju plavoj boji daleko više od ostalih. To je razlog zbog kog je nebo plavo. Pri izlasku sunca rasejanje zavisi i od ugla pod kojim se ono nalazi u odnosu na horizont. Ovo dovodi do crvene ili narandžaste boje u atmosferi. Zbog toga su izlazak i zalazak sunca tako prepuni boja.

## 7. NAPRAVI SVOJ BAROMETAR

Potreban materijal:

- staklena tegla od majoneza
- balon
- čačkalica
- slamka
- kartica za označavanje
- lepilo

**Izvođenje eksperimenta:**

Razvuci balon preko staklene tegle. Zalepi slamku postrance od centra balona do kraja tegle. Zalepi čačkalicu za kraj slamke. Na kartici za označavanje napiši "visok" na vrhu i "nizak" na dnu pored tačke gde pokazuje čačkalica. Posmatraj šta se dešava.

**Objašnjenje:**

Barometar prati vazdušni pritisak. Kada je pritisak visok (što znači lepo vreme), čačkalica će pokazivati na gore, jer će vazduh pritiskati balon na dole. Kad je pritisak nizak (što znači da se spremi olujno vreme), čačkalica će pokazivati na dole jer će vazduh u tegli podizati balon.

**12. ZAKLJUČAK**

Održivi razvoj nije suština za prirodu, već pre sposobnost ljudskog društva da izvodi stalne reforme u cilju da sačuva osetljivu ravnotežu između ljudi i njihovog prirodnog sistema za održanje života (prirode).

Odnos čoveka prema okolnoj živoj i neživoj prirodi izuzetan je i vrlo specifičan. Ta specifičnost se ogleda pre svega u dvostrukoj ulozi koju ima na Zemlji. Sa jedne strane, čovek je sastavni deo prirode. Međutim, od vremena svoje pojave, čovek je dublje i trajnije od bilo kojeg drugog bića na Zemlji menjao svoje prirodno okruženje, stvarajući pri tom poseban kulturni okvir.

Uticaji i promene koje je čovek činio u odnosu na okolnu sredinu bile su u prvim etapama razvoja čovečanstva male i beznačajne i uglavnom lokalnog značaja. Tokom kasnijih etapa, međutim, one postaju sve dublje i trajnije.

U cilju održanja ravnoteže između ljudi i njihovog prirodnog sistema za održanje života – prirode, neophodno je da što šira populacija poznaje osnovne zakone prirodnih nauka. Zato je izuzetno značajno da učenici na lak i jednostavan način putem niza jednostavnih eksperimenata steknu prve informacije o prirodi i prirodnim pojavama. U ovom radu prikazan je značaj vazduha, njegove osnovne fizičke i hemijske karakteristike, kao i jednostavni eksperimenti koji se mogu uraditi sa učenicima od I – IV razreda osnovne škole.

*13. LITERATURA*

1. dr. Josip Malić, *Svijet oko nas*, III izdanje, Školska knjiga, Zagreb (1987)
2. Biljana Danilović, Dragan Danilović, *Poznavanje prirode*, ZUNS-Beograd (2003)
3. Dušan Dukić, *Klimatologija sa osnovama meteorologije*, Naučna knjiga, Beograd 1967
4. Ivo Savić, Veljko Terzija, *Ekologija i zaštita životne sredine*, ZUNS -Beograd (1997)
5. S. Jokić, *Ruka u testu*, Društvo fizičara Srbije, Beograd, (2003)
6. Dušanka Obadović, Imre Gut, *Fizički sadržaji u nastavi prirode - skripta*, PMF Novi Sad (2005)
7. Dušanka Obadović, *Praktikum eksperimentalnih vežbi - skripta*, PMF, Novi Sad (2005)
8. Dušanka Ž. Obadović, Milica V. Pavkov, Maja M. Garić, *Eksperimenti iz fizike - skripta*, PMF , Novi Sad (2003)
9. Dušanka Obadović, Vera Bojović, *Fizički sadržaji u nastavi prirode - skripta*, PMF, Novi Sad (2004)
10. Ivana Vasiljević, Jelena Kenda, *Priručnik za učitelje*, Kreativni centar, Beograd (2006)
11. Marina Drndarski, mr Gordana Brun, Ljubiša Divljak, *Čuvari Prirode*, Narodna knjiga, Beograd (2005)
12. Encarta DVD Reference library
13. Sajtovi:
  - [www.vivafizika.com](http://www.vivafizika.com)
  - [www.astronomija.co.yu](http://www.astronomija.co.yu)
  - [www.nationalgeographic.com](http://www.nationalgeographic.com)
  - [www.vikipedia.com](http://www.vikipedia.com)
  - [www.znanje.org](http://www.znanje.org)
  - [www.h20university.org](http://www.h20university.org)
  - [www.hunkinsexperiments.com](http://www.hunkinsexperiments.com)
  - [www.aqualife.ba](http://www.aqualife.ba)
  - [www.climatecrisis.net](http://www.climatecrisis.net)
  - [www.planeta.org.yu](http://www.planeta.org.yu)
  - [www.science.hq.nasa.gov](http://www.science.hq.nasa.gov)
  - [www.google.com](http://www.google.com)
  - [www.msn.encarta.com](http://www.msn.encarta.com)
  - [www.metalurgija.org.rs](http://www.metalurgija.org.rs)

## *Biografija*

*Ivan Matejić je rođen 19.03.1981. godine u Smederevskoj Palanci. Osnovnu školu je završio u Azanji, a srednju hemijsku školu „Žikica Damnjanović“ u Smederevskoj Palanci, godine 2000. Potom upisao Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu. Završava istoimeni fakultet 2009. godine, s nadom da će u dogledno vreme upisati i master studije.*



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

*Redni broj:*

**RBR**

*Identifikacioni broj:*

**IBR**

*Tip dokumentacije:*

**TD**

*Tip zapisa:*

**TZ**

*Vrsta rada:*

**VR**

*Autor:*

**AU**

*Mentor:*

**MN**

*Naslov rada:*

**NR**

*Jezik publikacije:*

**JP**

*Jezik izvoda:*

**JI**

*Zemlja publikovanja:*

**ZP**

*Uže geografsko područje:*

**UGP**

*Godina:*

**GO**

*Izdavač:*

**IZ**

*Mesto i adresa:*

**MA**

*Fizički opis rada:*

**FO**

*Naučna oblast:*

**NO**

*Naučna disciplina:*

**ND**

*Predmetna odrednica/ ključne reči:*

**PO**

**UDK**

*Čuva se:*

**ČU**

*Važna napomena:*

**VN**

*Izvod:*

**IZ**

*Datum prihvatanja teme od NN veća:*

**DP**

*Datum odbrane:*

**DO**

*Članovi komisije:*

**KO**

*Predsednik:*

*član:*

*član:*

Monografska dokumentacija

Tekstualni štampani materijal

Diplomski rad

Ivan Matejić

Dr. Dušanka Obadović, redovni profesor

Nastavna tema: Vazduh u integrисanoj nastavi prirode

srpski (latinica)

srpski/engleski

Srbija

Vojvodina

2009.

Autorski reprint

Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

6/34/14/4/10/0/0

Fizika

Demonstracioni eksperiment u nastavi

Pojam vazduha, osobine vazduha, kretanje vazduha

Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

nema

U radu je prikazana obrada nastavne teme «Vazduh» u integrисanoj nastavi prirodnih nauka. Pored teorijskog objašnjenja osnovnih fizičkih i hemijskih karakteristika vazduha, prikazani su jednostavni eksperimenti predviđeni za učenike od I – IV razreda osnovne škole, koji omogućuju učenicima da na lak i jednostavan način razumeju osnovne karakteristike vazduha, kao i uvođenje naučnog metoda u svakodnevnu nastavu.

11.11.2009..god.

03.12.2009.god.

dr Mirjana Segedinac, red. prof.

dr Dušanka Obadović, red. prof.

dr Maja Obradović, docent

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

*Accession number:*

**ANO**

*Identification number:*

**INO**

*Document type:*

**DT**

*Type of record:*

**TR**

*Content code:*

**CC**

*Author:*

**AU**

*Mentor/comentor:*

**MN**

*Title:*

**TI**

*Language of text:*

**LT**

*Language of abstract:*

**LA**

*Country of publication:*

**CP**

*Locality of publication:*

**LP**

*Publication year:*

**PY**

*Publisher:*

**PU**

*Publication place:*

**PP**

*Physical description:*

**PD**

*Scientific field:*

**SF**

*Scientific discipline:*

**SD**

*Subject/ Key words:*

**SKW**

**UC**

*Holding data:*

**HD**

*Note:*

**N**

*Abstract:*

**AB**

*Accepted by the Scientific Board:*

**ASB**

*Defended on:*

**DE**

*Thesis defend board:*

**DB**

*President:*

*Member:*

*Member:*

Monograph publication

Textual printed material

Final paper

Ivan Matejić

Dr. Dušanka Obadović, full professor

„Air“-theme in integrated approach to natural sciences

Serbian (Latin)

English

Serbia

Vojvodina

2009

Author's reprint

Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

6/34/14/4/10/0/0

Physics

Demonstrative experiments in teaching

Concept of air, characteristic of air, air circulation

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

none

Air-theme in integrated approach to natural sciences. In addition to theoretical explanation of air, here are shown simple experiments, appropriate for children from I-IV grade of elementary school. Chosen experiments provide children to understand on simple and easy way the basic characteristic of air, stimulate creativity, team work as introducing scientific method in everyday learning natural sciences.

11.11.2009.god.

03.12.2009.god.

dr. Mirjana Segedinac, full professor

dr. Dušanka Obadović, full professor

dr. Maja Obradović, assistant prof.

