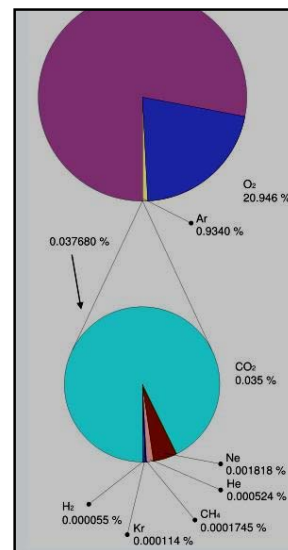
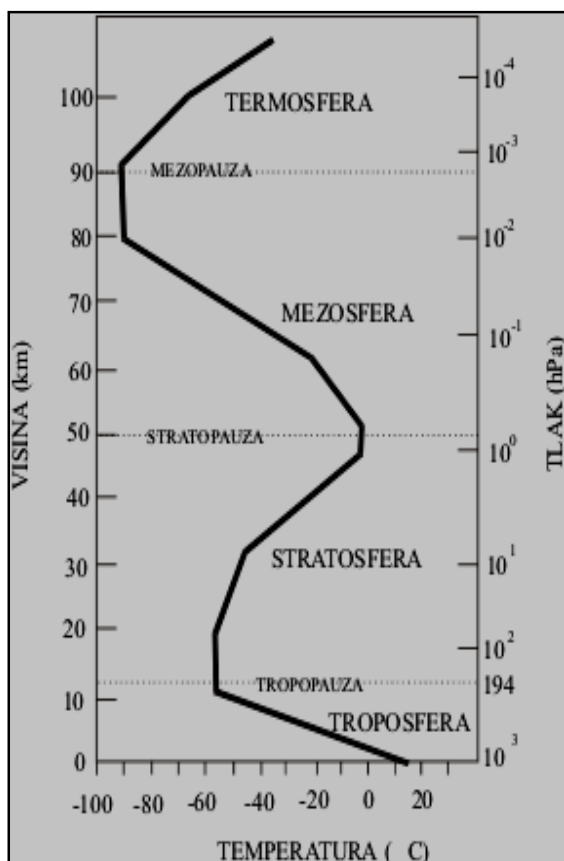


Kemija atmosfere

Grada i sastav atmosfere (sl. 1.). Atmosfera je plinoviti Zemljin omotač koji se sastoji od smjese različitih plinova. Najzastupljeniji su dušik (78 % N₂), kisik (21 % O₂) i argon (0.93 %). Ostatak čine ozon, vodena para, ugljikov (IV) oksid, metan, helij i neon. Atmosfera je neophodna za opstanak živog svijeta na zemlji; ona je izvor kisika za disanje, izvor ugljikovog (IV) oksida za fotosintezu zelenih biljaka, ozonski sloj odnosno obrana od ultraljubičastih zraka, izvor oborina te izolacija od hladnog svemira.



Slika 1. Sastav atmosfere



Ovisno o promjenama temperature s visinom atmosferu je moguće podijeliti na troposferu (do 11 km), stratosferu (od 11 do 50 km), mezosferu (od 50 do 90 km), termosferu (od 90 do 800 km) i egzosferu (od 800 dalje) te na međuslojeve tropopauzu, stratopauzu, mezopauzu i termopauzu (sl.2.).

Troposfera je najniži i najgušći sloj atmosfere, a proteže se od površine Zemlje do tropopauze. U troposferi je značajna karakteristika stalan pad temperature s porastom visine, u prosjeku 0,65 °C na 100 m visine. S meteorološkog i klimatološkog



aspekta troposfera ima veliko značenje jer je to područje u kojemu se zbivaju gotovo sve vremenske pojave.

Slika 2. Atmosferski slojevi i prosječna promjena temperature

Tropopauza je relativno tanak međusloj između troposfere i stratosfere. Debljina tropopauze varira od svega nekoliko stotina metara do nekoliko kilometara. Za razliku od troposfere, u tropopauzi je promjena temperature s visinom iznimno mala. U tropopauzi lete suvremeni putnički avioni kako bi izbjegli oblake i druge meteorološke neugodnosti koje mogu ometati ili uzrokovati nesigurnost zračnog prometa.

Stratosfera je sloj koji se vertikalno proteže od tropopauze do visina od 50 do 55 km. Donji dio stratosfere (do približno 30-35 km visine) naziva se još i hladna stratosfera. U njoj je temperatura niska i neznatno se mijenja s porastom visine (ovaj je sloj izoterman). Gornji je sloj stratosfere topla stratosfera. U toploj stratosferi temperatura raste s visinom jer u tom sloju ozon upija ultraljubičasto Sunčevo zračenje. U gornjim slojevima stratosfere temperatura zraka raste na oko $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Sa stratosferom se uglavnom podudara ozonosfera. Ozonosfera dijelom može obuhvatiti i troposferu i tropopauzu (tzv. troposferski ozon). Najveću koncentraciju ozon postiže na visinama između 20 i 35 km (stratosferski ozon). Ozon upija oko 4% Sunčeve energije koja prolazi kroz atmosferu, i to ponajviše u ultraljubičastom dijelu spektra. Ultraljubičasto zračenje ima snažno biološko djelovanje (sudjeluje u stvaranju vitamina D, ubija bakterije i sl.). Povećana koncentracija UV zračenja ima negativne posljedice na život organizama.

Stratopauza je tanak prijelazni sloj od stratosfere prema mezosferi. U stratopauzi su male promjene temperature s visinom.

Mezosfera je sloj atmosfere koji se nastavlja na stratopauzu. Gornja granica mezofere nalazi se približno na visini od 80 km. Temperatura zraka u mezosferi opada s visinom tako da na gornjoj granici iznosi $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Mezopauza je sloj atmosfere između 80 i 90 km visine u kojemu je temperatura zraka postojana (oko -90°C).

Termosfera je sloj koji se nastavlja na mezopauzu, a doseže visinu od oko 800 km. U termosferi temperatura zraka naglo raste; na 200 km visine već je 900°C , a na visini od 600 km temperatura zraka je 2000°C . Iznimno su velika dnevna kolebanja temperature, čak do 1000°C . Visoke vrijednosti temperature zraka u termosferi posljedica su upijanja Sunčevog zračenja u atomima kisika, a manje i dušika.

Termopauza je prijelazni sloj između termosfere i egzofere.

Egzosfera je vanjski sloj atmosfere, koji se nadovezuje na termopauzu i gubi se u prostranstvu svemira. Temperatura zraka je iznimno visoka doseže vrijednosti i do 4000°C . Atomi su plinova u stanju plazme (plazma je stanje materije kada je ona potpuno ionizirana) i gibaju se kaotično. U egzosferi bivaju zarobljene čestice izvanzemaljskog podrijetla i nastavljaju se gibati u orbiti Zemlje (unutar Zemljina magnetnog polja). U egzosferi se nalaze i geostacionirani meteorološki sateliti (do visine od 36000 km).

Podjela atmosfere prema električnoj vodljivosti

Atmosferu je moguće podijeliti i prema električnoj vodljivosti koja ovisi o koncentraciji električno nabijenih čestica (iona i elektrona). Ionizacija zraka posljedica je Sunčevog zračenja i kozmičkih zraka. Ionizacija zraka može nastati i kao posljedica radioaktivnog zračenja te električnog pražnjenja. Koncentracija električno nabijenih čestica naglo se povećava od visina 50 km do 60 km pa se taj sloj atmosfere naziva ionosfera.

Ionosfera se sastoji od nekoliko slojeva (D, E i F sloj) koji imaju veliku praktičnu važnost jer apsorbiraju, reflektiraju ili propuštaju radio-valove, a o tim svojstvima ovisi efikasnost telekomunikacija.

Na velikim visinama, iznad 400 km, gibanja naelektriziranih čestica postaju izrazito naglašena, i to pod znatnim utjecajem Zemljina magnetskog polja (u smjeru

www.electroluxpalenzo.mk www.elektroluks.mk electrolux@t-home.mk

02/3298 130-047/203 900 Bitola-Skopje Macedonia

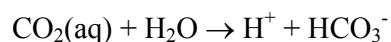
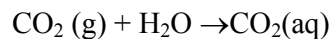


magnetskih silnica). Iznad 1000 km visine, u magnetosferi, gibanje je ioniziranih čestica određeno isključivo magnetnim poljem Zemlje. U tom su području izraženi Van Allenovi pojasevi zračenja (unutarnji i vanjski) unutar kojih je izrazita koncentracija ioniziranih čestica. Taj je pojas Zemljina zračenja debeo 9 do 12 Zemljinih polumjera (prosječna vrijednost Zemljinog polumjera je 6 371 km).

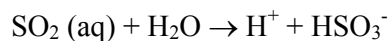
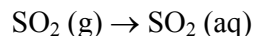
U višim geografskim širinama na velikim visinama (iznad 100 km) pojavljuje se polarna svjetlost (*aurora borealis* i *aurora australis*) kao posljedica djelovanja Zemljina magnetskog polja na Sunčev vjetar (tzv. korpuskularna energija Sunca; od lat. *corpusculum* = tjelešce, sitna čestica).

Kiselo-bazne reakcije u atmosferi

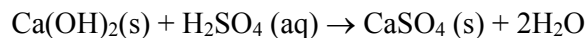
Atmosfera općenito kisela je zbog CO₂ koji se otapa i slabo disocira u vodenim kapljicama:



Atmosferski SO₂, koji može imati i prirodni i antropogeni izvor također doprinosi kiselosti atmosfere.



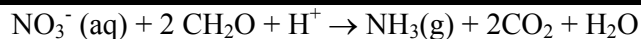
Govoreći o onečišćenju atmosfere značajno je spomenuti nastajanje jakih kiselina (H₂SO₄ i HNO₃) u reakciji oksidacije NO_x, SO_x, i H₂S. Nastale kiseline izazivaju pojavu kiselih kiša. Kemijske vrste s lužnatim karakterom sve su manje prisutne u atmosferi. Čestice CaO, Ca(OH)₂, CaCO₃ dospjevaju u atmosferu u obliku pepela ili prašine te ondje mogu reagirati s kiselinama:



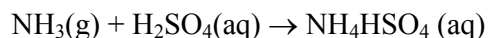
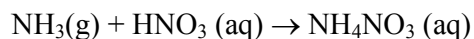
Najznačajnija lužnata vrsta u atmosferi je NH₃(g). Glavni izvor atmosferskog NH₃ je biodegradacija biološkog materijala koja sadrži N₂ te redeggradacija NO₃ uz sudjelovanje bakterija:

www.electroluxpalenzo.mk www.elektroluks.mk electrolux@t-home.mk

02/3298 130-047/203 900 Bitola-Skopje Macedonia

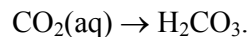


NH_3 je jedina u vodi topljiva lužina prisutna u značajnoj koncentraciji u atmosferi. Njenim otapanjem u vodenim kapljicama stvaraju se preduvjeti za neutralizaciju kiseline u atmosferi uključujući i jake mineralne kiseline:

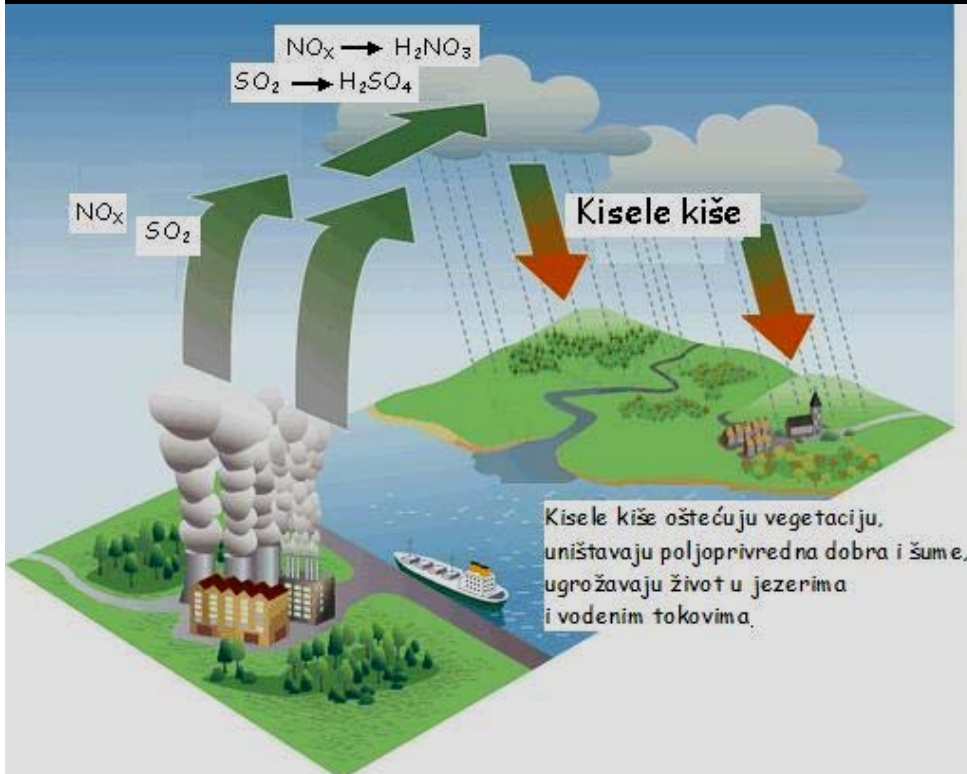


Kisele kiše

Emisija plinova u atmosferu uzrokuje ne samo onečišćenje zraka kojega koriste živa bića, već se, uz vodenu paru, stvaraju i kisele kiše. Kisele kiše su padaline koje sadrže kiseline jače od

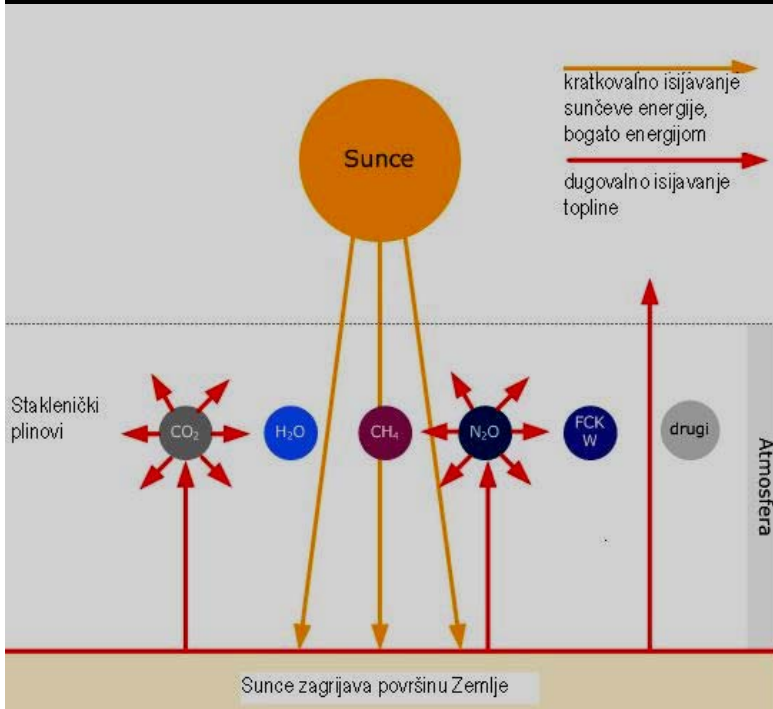


Termin *kisele kiše* rabi se za sve vrste oborina: kiša, snijeg, magla, rosa i grad. U širem smislu kisele padaline označavaju sve kisele vrste koje dopijevaju iz atmosfere na površinu zemlje (*sl.3.*). To su u vodi topljive kiseline, kiseli plinovi (SO_2) i kisele soli (NH_4HSO_4). Ako je kisela vrsta u formi plina ili soli, označavamo je kao suhu depoziciju (NH_4HSO_4). SO_2 značajnije utječe na kiselost u atmosferi od CO_2 , iako je koncentracija CO_2 u atmosferi relativno visoka. Kada zakiseljene padaline dopiju u jezera i rijeke, njihove vode također s vremenom postaju kisele. Padom pH vrijednosti slabe, a potom i ugibaju brojne vodene životinje i biljke. Ekotoksikolozi su ustanovili da nižu pH vrijednost vode prati i povećana koncentracija toksičnih kovina kao što su: živa, aluminij, olovo, cink i kadmij.



Slika 3. Kisele kiše

Globalno zatopljenje ili efekt staklenika (sl.4.) pojava je koja se zbiva u atmosferi zbog prisutnosti određenih plinova koji apsorbiraju infracrveno zračenje. Vidljive i ultraljubičaste zrake sposobne su prodrijeti kroz atmosferu i zagrijati Zemljinu površinu. Ovu energiju Zemlja reemitira kao infracrveno zračenje, koje zbog veće valne duljine biva apsorbirano od strane ugljičnog dioksida. Posljedica toga je povećanje srednje temperature Zemlje i njezine atmosfere (globalno zatopljenje). Slično se događa i u stakleniku gdje svjetlost i duže ultraljubičaste zrake mogu proći kroz staklo, ali infracrvenu radijaciju staklo apsorбира i dio reemitira u staklenik. Ova pojava se smatra velikim rizikom i opasnošću za okoliš. Prosječno povećanje temperature može promijeniti klimu i dovesti do otapanja ledenih polarnih kapa, a onda bi porast razine mora mogao imati katastrofalne posljedice. Pored ugljičnog dioksida koji nastaje uslijed sagorijevanja velike količine fosilnih goriva, negativan utjecaj na atmosferu imaju dušikovi oksidi, ozon, metan i klorofluorogljikovodici.



Slika 4 Efekt staklenika

Računanje emisije stakleničkih plinova, izraženo kao ekvivalentni CO₂

$$\text{CO}_2 \text{ Eq} = \sum_{i=1}^n \text{GHG}_i \times \text{GWP}_i \quad (\text{Gg CO}_2\text{Eq})$$

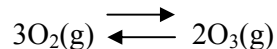
GHG_i godišnja emisija stakleničkog plina (*Greenhouse gas*), Gg

GWP_i potencijal globalnog zatopljanja (*Global Warming Potential*)

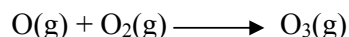
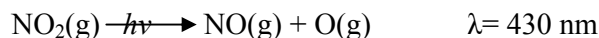
Ozon je alotropska modifikacija kisika s tri atoma u molekuli. U čistom je stanju plavkast plin karakteristična prodorna mirisa, a u tekućem stanju tamnomodne boje. U tekućem i krutom stanju je eksplozivan. U vodi je pedeset puta topljiviji od kisika jer su mu molekule polarne. Poslije fluora, najjače je oksidacijsko sredstvo; oksidira sve metale osim zlata, platine i iridija. Sulfide oksidira do sulfata, a amonijak do dušične kiseline. Uništava brojne organske boje i ubija bakterije. U dodiru s ozonom zapale se eter, alkohol, rasvjetni plin i mnoge druge organske tekućine. Nadražuje dišne organe



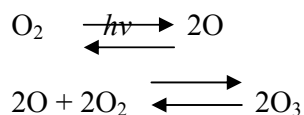
i oči, a veće količine izazivaju krvarenje iz nosa i glavobolju. U velikim koncentracijama može izazvati smrt. Reakcija nastajanja ozona:



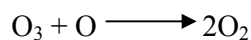
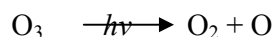
U prirodi ozon nastaje i u nižim slojevima atmosfere (u troposferi) kao i u višim slojevima (u stratosferi). Dok njegovo prisustvo u troposferi predstavlja problem, u stratosferi je neophodan za održavanje zdravlja i života na Zemlji. U troposferi se izgaranjem fosilnih goriva (drvo, ugljen, nafta) i biomase oslobađaju, uz ugljikov (IV) oksid i vodenu paru, ugljikovodici te dušikovi oksidi. Dušikov(IV) oksid se dalje u nižim slojevima atmosfere djelovanjem sunčeva ultraljubičastog zračenja raspada na dušikov(II) oksid i atom kisika koji se zatim spaja s molekularnim kisikom, pa nastaje ozon.



Ugljikovodici također nizom uzastopnih reakcija daju ozon te se njegova koncentracija u zraku povećava. Tako nastali ozon sastavni je dio gradskog smoga i štetan je za ljudsko zdravlje i okoliš. U stratosferi ozon nastaje u sloju između 20-25 km ("ozonosfera") i to fotokemijskim reakcijama. Molekula kisika O_2 apsorbira UV-zračenja valnih duljina od 160-180 nm i cijepa se na atome. Nastali atomi odmah reagiraju s molekulama kisika stvarajući ozon:

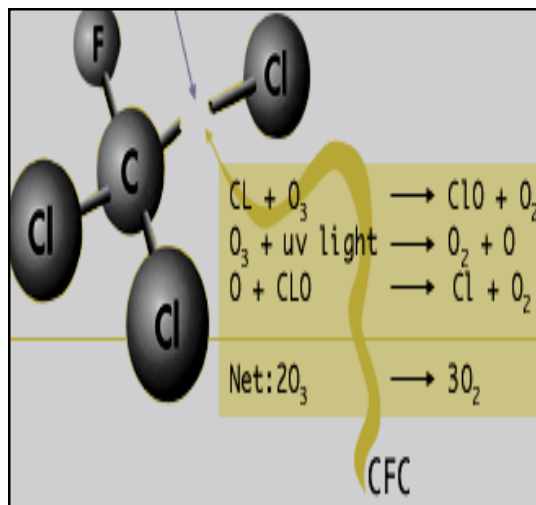


Nastali ozon dalje apsorbira UV-zračenje od 240-300 nm, vrlo štetno za sva živa bića na Zemlji, a pritom se fotokemijski ponovo raspada na molekule i atome kisika:





Upijajući dvije trećine štetnog UV-zračenja, ozon štiti život na Zemlji. Pritom se količina ozona u uobičajenim okolnostima mijenja (s temperaturom, izmjenom dana i noći te godišnjim dobima) te se uspostavlja fotokemijska ravnoteža stvaranja i razaranja ozona. Razna tehnološka dostignuća kao i uporaba novih organskih tvari uzrokovali su razrjeđivanje ozonskog sloja, odnosno tzv. stvaranje "ozonskih rupa" (sl 5.).



Slika 5. Uništavanje ozona

U tvari koje uništavaju ozon spadaju: freoni (fluorirani i klorirani derivati jednostavnih ugljikovodika), haloni (koriste se u vatrogasnim aparatima), metilbromid CH_3Br (koristi se u poljoprivredi), ugljikov tetraklorid CCl_4 (važno organsko otapalo) i drugi.

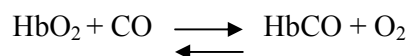
Onečišćeni zrak je onaj zrak u kojem se nalaze tvari koje su strane njegovu prirodnom sastavu. Kako se danas teško može naći zrak koji nije drugačijeg kemijskog sastava od prirodnoga, onečišćenim zrakom smatramo zrak koji sadržava tvari u koncentracijama koje izazivaju štetne posljedice po zdravlje ljudi, životinja i biljaka te nanose štetu okolišu i gospodarstvu. Onečišćivači zraka svrstavaju se u dvije skupine. Prvu skupinu čine primarni onečišćivači koji nastaju iz poznatih izvora onečišćenja i otpuštaju se izravno u atmosferu. Drugu skupinu čine sekundarni onečišćivači koji nastaju u atmosferi interakcijama primarnih onečišćivača ili



njihovom interakcijom s prirodnim sastojcima atmosfere. Zajednička osobina primarnih i sekundarnih onečišćivača jest štetnost za čovjeka i okolinu, pogotovo ako prekoračuju graničnu vrijednost.

Primarni onečišćivači zraka su:

- ugljikov (II)-oksid (CO), vrlo otrovan plin bez boje i mirisa. Glavni je proizvod nepotpunog izgaranja fosilnih goriva. Gori plavkastim plamenom i tada prelazi u ugljikov (IV)-oksid (CO₂). Udisanjem se veže za hemoglobin u krvi i izaziva trovanje.

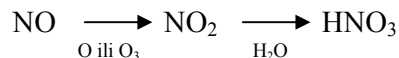


U atmosferi se brzo oksidira u CO₂.

- ugljikovodici (HC) ili hlapljivi organski ugljikovodici (Volatile Organic Compounds VOC), nastaju prirodnim raspadanjem organskih tvari, izgaranjem fosilnih goriva i isparavanjem benzina. Najčešći ugljikovodik u atmosferi je metan (CH₄) koji može biti kancerogen. Taj je plin glavni sastojak zemnog plina i eksplozivan je kada se miješa sa zrakom.



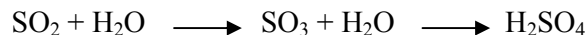
- dušikov (II)-oksid (NO) bezbojan je plin koji u dodiru sa zrakom prelazi u dušikov (IV)-oksid (NO₂) koji je karakterističnog mirisa, teži od zraka i otrovan. Proizvod je izgaranja goriva u automobilima. Dušikovi oksidi pridonose stvaranju "kiselih kiša" jer se vezuju s vodom i tako stvaraju dušičnu kiselinu.



- sumporov (IV) oksid (SO₂) emitira se izgaranjem fosilnih goriva u rafinerijama, tvornicama i individualnim ložištima. Djeluje štetno na organe za disanje.



Polagano se oksidira u sumporov (VI)-oksid (SO_3) koji s kapljicama vode daje sumpornu kiselinu (H_2SO_4).



- određene tvari, krute čestice ili kapljice, dovoljno sitne da bi ostale u zraku, primjerice čađa, dim, prašina, azbestna vlakna, pesticidi itd. Te čestice mogu utjecati na bolesti dišnih putova i smanjivati vidljivost.

Sekundarni onečišćivači formiraju se tijekom kemijskih reakcija između primarnih onečišćivača zraka i drugih atmosferskih tvari (kao što je vodena para). Reakcije se pojavljuju zbog sunčeve svjetlosti; javlja se takozvani fotokemijski smog značajan za urbana središta. Ovisno o kemijskim reakcijama, može biti opasan za živi i neživi svijet.

Većina onečišćivača ostaje u atmosferi samo nekoliko dana ili tjedana, stoga ako se emisija potpuno smanji, niža će atmosfera brzo izgubiti gotovo sve onečišćivače. Neki onečišćivači (vulkanski pepeo i aerosoli koji sadrže sumpor) koji se emitiraju visoko u stratosferu, mogu tamo ostati mjesecima prije nego se vrate na površinu Zemlje i mogu promijeniti klimu. Sintetički spojevi klorofluorouglijaka (CFC) mogu ostati u atmosferi mnogo godina.

Značajnu ulogu u onečišćenju zraka imaju **vulkani**, koji erupcijama izbacuju u atmosferu značajne količine različitih plinova i čestica vulkanske prašine. Najčešći plinovi koji se oslobađaju u atmosferu jesu: CO_2 , CO , SO_2 , H_2S , Cl , H , CH_4 , NH_3 i vodena para. Stupanj onečišćenja atmosfere ovisi o kemijskom sastavu i količini emitiranih plinova. **Požari** također onečišćuju atmosferu (požari velikih površina šuma, poljoprivrednih površina, požari u kemijskim industrijama i izvorima nafte te u transportu nafte tankerima).

Najčešći parametri koji se određuju u atmosferi jesu SO_2 , CO_2 , CO , O_3 , H_2S , NH_3 , benzen, lebdeće čestice i teške kovine u lebdećim česticama.



Electrolux
STERILIZATION EQUIPMENT

ELECTROLUX - BITOLA
BRAKA MINGOVI 18
00389 47 203 330
e-mail : electroluxbitola@t-home.mk

ELECTROLUX - SKOPJE
APOSTOL GUSLAROT 1A
00389 02 3298 130
e-mail : electroluxskopje@t-home.mk

www.electroluxpalenzo.mk