

# KIMIA E ATMOSFERËS

## Atmosfera e Tokës

### 1. ROLI I ATMOSFERËS SË TOKËS

Atmosfera e tokës ka një rol të dyfishtë:

- I. Atmosfera e tokës është një shtresë vitale që ushqen jetën në tokë dhe
- II Është shtresë mbrojtëse që e mbrojt tokën nga reprimet e dëmshme të hapësirës së jashtme.

I. Atmosfera është burimi i oksigjenit ( $O_2$ ) për frymëmarrjen e gjadhësirë; burim i dioksidit të karbonit ( $CO_2$ ) për fotosintezën e bimëve si dhe burim i azotit ( $N_2$ ) që në formë kimike është i lidhur, është një faktor esecial i jetës.

Një rol tjetër i rëndësishëm i atmosferës është se nëpërmjet saj realizohet gërrullimi i ujit ( $H_2O$ ) nga oqeani në tokë (avullimi nga sipërfaqet e mëdha të ujit - oqeanet, detrave, lugejve, - e pastaj kondenzimi i avujve në formë të ndryshëm - shi, borë etj).

II Roli mbrojtës i atmosferës për jetën në Tokë shprehët në përthithjen prej saj të shumë prej rrezatimeve kozmike dhe të një pjese të rrezatimeve diellore duke mbrojtur kësltu organizmet e ndryshëm nga reprimet e dëmshme të tyre. Atmosfera nuk lejon të mbërrirë në sipërfaqjen e Tokës një pjese e madhe e rrezatimit elektromagnetik të Diellit me vegant, rrezet ultra-violete (UV) nën 300nm të cilat janë të dëmshme për jetën. Ndërkas, atmosfera lejon kalimin drejt Tokës të rrezatimeve, UV-Vis-IR (ultra-violet, vizuel dhe infra-kuq) në zonën 300-2500nm, të cilat transmetojnë në sipërfaqe të tokës energji diellore që të nëvojshme për jetë në të si dhe radiovalët nga 0,01m deri në 40m.

SQARIM: NANOMETRI (nm) = Pjesën 1 MILIARDIT TE METËRS,  $1 \times 10^{-9} \text{ m}$ . ②

Një veprim tjetër, atmosferës është absorbimi i rrezetëve IR-ug të emituara nga sipërfaqja e Tokës duke penguar kështu shpërhapjen e nxehtësisë në hapësirë, arsye që temperatura e Tokës mbetet thuajse e pandryshuar në intervale relativisht të vogla (efekti "serre")

Së fundi, atmosfera e Tokës shërben edhe si "rezervuar" për shumë substanca nolitëse, kryesisht të gazta si p.sh.  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CFC, CO, etj. (dioksid sulfur, okside të azotit, freonere, halonere, monoksid karboni etj.).

## 2. NDËRTIMI I ATMOSFERËS SE TOKËS

Atmosfera e Tokës shtrihet deri në lartësinë 50.000 km nga sipërfaqja e saj. Në këtë hapësirë mund të dallohen disa shtesa karakteristike duke u bazuar në ndryshimet e temperaturës dhe deri diku edhe të përbërjes kimike. Në ndërtimin e atmosferës dallohen disa zona "sterë" kater (4) nga të cilat janë paraqitur në figuren 1 e ato janë

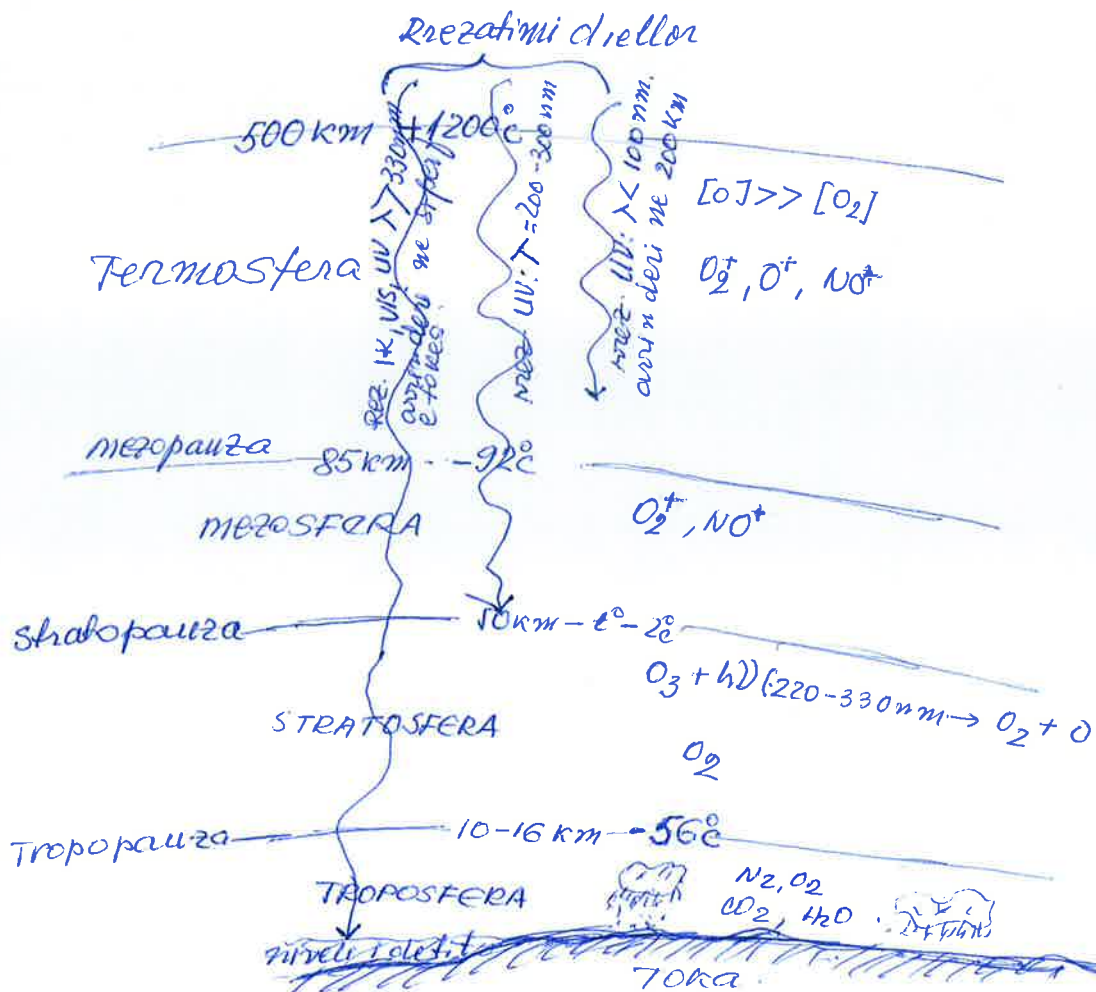


Fig. 1. Ndërtimi i atmosferës së Tokës dhe ndryshimi i  $t^\circ$  dhe i përbërjes kimike të atmosferës me lartësinë

Troposfera, Stratosfera, Mezosfera dhe termosfera. Mbi lartësin 400 km vrehën edhe dy zona tjera: EKOSFERA dhe Magnetosfera. Zonal udahën nga ujera tjera ne ane te uje pikë te temperaturës, te guaftur - pauzë që përcakton emertimin e zones përmatese nën të (p.sh. Tropo-pauza 10-16 km me +° -56, nën këtë nivel pauzë zoneit e troposterës).

TROPOSFERA

Troposfera është shtresa me e ulët që shtrihet nga sipërfaqja e tokës deri në lartësi 10-15 km në varësi të gjërë siç është gjeografike (me e larta në Ekuador dhe me e ulët në Pole) dhe të stinës. Përbërja kimike e troposferës është homogjene në lidhje me përmbajtjen e gazrave kryesore. Veçori karakteristike e Troposferës është se temperatura zvogëlohet me rritjen e lartësis deri sa arrijn vlerën -60°C (përafërsisht) në tropo-pauzë. Kjo shtresë me temperaturë te ulët shërben si barriërë që grimcat e akullit (të fituara nga arujt e ujit) të mos ngritën në shtresa më të larta ku nën vepërimin e rrezatimeve UV-intenzive do të udodhte fotojonizimi i ujit dhe si pasojë largimi i hidrogjenit nga Toka. Troposfera ka ndikim kryesor në motin dhe klimën në Tokë; shumë substanca udotëse të atmosferës emitojnë dhe shpërndahën brënda kësaj shtrese.

Mbi troposferë vazhdon zona e STRATOSFERËS në këtë zone, me rritjen e lartësisë deri rreth 50 km temperatura rritet dhe e arrijn vlerën -2°C në stratopauzë. Siç do të shohim në vazhdim, rritja e temperaturës në stratosferë shkaktohet nga absorbimi i rrezere UV nga Ozoni (O<sub>3</sub>) përgjendrimi i të cilin në troposferë arrijn në rreth 10ppm. (Pjesë për milion)

Në shtresën që pason, MEZOSFERËN, temperatura përsëri ulët në një vlerë minimale (-90°C) në lartësi rreth 85 km që i përgjigjet mezo-pauzës;

\* Shtresa p.p.m (ang. PARTS PER MILLION). 1 ppm PËRQËSET NJË PJESE NË 1.000.000 pjesë ose pjesë 10<sup>6</sup> pjesë ose MADHËSI 10<sup>-6</sup>.

për shkak se në këtë shtresë mungojnë speciet që mund të absorbojnë rrezatimin UV.

Zona nga 80 deri 400 km i takon termosterës në të cilën rrethet përsëri rritje e temperaturës deri në vlerën rreth 1200°C për shkak të absorbimit të rrezatimeve UV- me gjatësi valore në 200 nm.

### 3. PËRBERJA KIMIKE E ATMOSFERËS

Shtresa e atmosferës dallohet edhe nga përberja kimike. Përberja kimike e atmosferës në Tokë, e ka arritur një gjendje ekuilibri e cila është baze për jetë në Tokë. Kujtoj ndërmjet shtresave të ndryshme të atmosferës janë pak a shumë të dallueshme në lidhje me përberjen e tyre. Në udhëzimin e përberjes kimike ndërmjet shtresave udhëzojmë dy faktor kryesor:

a) Forca e tërheqjes së Tokës, e cila zëll si pasojë kalimin e atomeve dhe molekulave me të rëndë në shtresat që ndodhin më poshtë duke lënë në shtresat më të larta të saj atomet dhe molekulat më të lehta dhe:

b) Reaksionet kimike ndërmjet përbërësve të atmosferës, në veçanti reaksionet fotokimike në veprimin e rrezatimeve diellore dhe atyre kozmike, të cilat janë më të fuqishme në shtresat e jashtme të atmosferës.

Në troposferë të gjitha gazrat kryesor dhe të gjendrueshëm në kohë përzihen shumë mirë për shkak të errësive dhe lëvizjeve turbulente të masave të ajrit. Kjo do të thotë se përberja e atmosferës është relativisht konstante në shtresën e poshtme, përveçisht nga masa molekulare e gazit.

Në shtresën e atmosferës në afërsisht sipërfaqes së Tokës (deri rreth 100 km) mbizotërojnë azoti me 78,08%

(molare) dhe oksigjeni me 20,95% (molare). Në përmbajtje të shumë me të ulëta (minore) janë argoni  $Ar$  0,934%  $CO_2$  0,038%, gazrat inert ( $Ne, Kr, He, Xe$ ) dhe gjurmët e shumë gazrave të tjerë ( $CH_4, CO, N_2O, NO_x, SO_2, NH_3$  etj.).

Në lartësinë mbi 100 km difuzioni molekular mbizotëron ndaj përzierjes nga era, dhe çdo gaz që do të difuzoj me një shpejtësi që është në përbajtje me masën molare të tij. Kështu p.sh. duke e krahasuar masën molare ( $M_m$ ) të heliumit ( $He$ ) (4) me masën molare ( $M_m$ ) të argonit ( $Ar$ ) (40) që është dhjetë here me e vogël atëherë heliumi do të jetë përberës kryesor në lartësi me të madhe (800 km), ndërsa në lartësi edhe me të madhe do të gjindet hidrogjeni ( $H$  dhe  $H^+$ ).

#### 4. TIPET E REAKSIONEVE KIMIKE NË ATMOSFERË

Shumica e reaksioneve kimike zhvillohen në atmosferë si rezultat i bashkëveprimit të përberësve të ndryshëm të saj me rrezatimet elektromagnetike të Diellit ose me grimcat me energji të lartë që emitojnë prej tij. Këto reaksione quhen FOTOKIMIKE.

Para se të tregojmë tipet e ndryshme të reaksioneve kimike që ndodhën në atmosferë, theksojmë se elementi kryesor që marr pjesë në këto reaksione është paqyshim oksigjeni në gjendje molekulare të lirë  $O_2$  dhe  $O_3$  ose atome  $O$  si dhe në gjendje të lidhur si  $H_2O, NO_x, HO_x$  etj. Prania e oksigjenit të lirë dhe të lidhur mbizotëron jo vetëm në kiminë e atmosferës por, në përgjithësi, në kiminë e Tokës.

Proceset kryesore që mund të ndodhin si rezultat i absorbimit të rrezatimeve elektromagnetike nga gazrat e atmosferës janë FOTODISOCIJIMI DHE FOTOJONIZIMI.

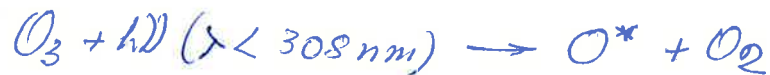
## FOTODISOCIJIMI

Reaksioni kryesor që ndodh në atmosferë është ai i disociimit të  $O_2$  që shkërtohet nga absorbinimi i rrezatimit UV-të Diellit:



Në lartësi prej ~ 130 km përçarja e O dhe e  $O_2$  janë afërsisht të barabarta, ndërsa në lartësi 400 km rreth 99% e  $O_2$  ndodhet i disociuar në atome O. Thërrasme se pranica e oksigjenit atomik (O) në atmosferë ka rëndësi shumë të madhe, sepse ai marr pjesë në shumë reaksione kimike me interes të veçant (p.sh. reaksionet e formimit të ozonit në stratosferë).

Oksigjeni atomik në atmosferë mund të ndodhet në gjendje të excituar ( $O^*$ ) dhe në gjendje baze (O). Oksigjeni atomik i excituar fitohet nga fotodisocijimi i ozonit nën veprimin e rrezetimit me  $\lambda$  nën 308 nm sipas reaksionit.



Ose nga reaksioni me energji të lartë.

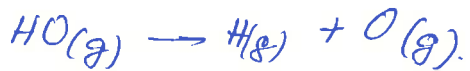


Oksigjeni atomik në gjendje të excituar ( $O^*$ ) emiton rrezatime me gjatësi valore ( $\lambda$ ) 636 nm, 630 nm dhe 558 nm si dhe një rrezatim të fuqishëm në zonën IK (infra kuq-e), këto rrezatime janë shkaku i ndriçimit të vazhdueshëm (që quhet AIRGLOW) i cili rrethon atmosferën e Tokës.

Fotodisocijimi i azotit ( $N_2$ ) në atmosferë ndodhë në një shkallë shumë më të vogël se sa ai i ( $O_2$ ), sepse energjia e lidhjes për  $N_2$  është dy herë më

e madhe se ajo e  $O_2$ ; Vetëm në lartësi mbi 100 km (7) mund të vrehet reaksioni i fotodisociimit të azotit.

Një proces tjetër i fotodisociimit, që udhohet në atmosferë është zverthimi i ujit:



Në lart, përmbajtja e ujit në shtresat e larta të atmosferës është shumë e vogël (p.sh. në lartësi prej 30 km përqendrimi i ujit është vetëm 3 p.p.m) për këtë arsye ky reaksion ka rëndësi sekundare (dytësore) në këto shtresa.

### FOTOJONIZIMI

Prania e joneve dhe e elektroneve në shtresat e larta të atmosferës shpjegohet me proceset e jonizimit të molekulave. Prania e joneve mbi 50 km është aq mbizotëruese sa që shtresa mbi të quhet edhe IONOSFERA (kjo dukuri ka qënë e njohur që në vitin 1901, kur është zbuluar mekanizmi i transmetimit të radiovalëve).

Jonizimi i molekulave udhohet për dy shtesë:

- Nga veprimi i rrezeve UV-të Diellit që quhet FOTOJONIZIM dhe,
- Nga veprimi i tufës së elektroneve dhe protoneve me energji të lartë që vjen nga Dielli. Në do të kuptohet vetëm në fotjonizim që ka kontribut të madh në atmosferë.

Fotjonizimi i molekulave kërkon një energji më të madhe se sa fotodisociimi, prandaj fotjonet që shkaktojnë jonizimin e molekulave i

zonës UV-të largët. Në këtë mënyrë, kjo pjesë e rrezatimit djellor mbetet në shtresat e larta të atmosferës dhe mos arrijtur në sipërfaqen e Tokës.

Dija reaksione më të rëndësishme që ndodhin në atmosferë janë:

PROCESI I JONIZIMIT	ENERGJIA E JONIZIMIT	Gjatësia e valës në nm.
$N_2 + h\nu \rightarrow N_2^{\oplus} + e^{\ominus}$	$1495 \text{ kJ mol}^{-1}$	80,1
$O + h\nu \rightarrow O^{\oplus} + e^{\ominus}$	1313 --	91,2
$O_2 + h\nu \rightarrow O_2^{\oplus} + e^{\ominus}$	1205 --	99,3
$NO + h\nu \rightarrow NO^{\oplus} + e^{\ominus}$	890 --	134,5

Ndër jonet e fituara rëndësi më të madhe ka joni i oksigjenit  $O^{\oplus}$ , prania e të cilit mbizotëron, ndaj joneve të tjera pozitivë në dija zona të jonosferës.

Jonet molekularë që fitohen si rezultat i fotojonizimit kanë aftësi vepruese shumë të larta. Ato mund të marrin pjesë në një shtet reaksione kimike të rëndësishme ndër të cilat përmendim tri lloje:

a) REAKSIONET E RIKOMBINIMIT ME DISOCIJIM.



b) Reaksionet me kalim të ngarkesës

Në këtë tip të reaksionit ndodh kalimi i ngarkesës nga joni molekular në një molekulë neutrale; raste që ndodh më shpesh është:



Elektroni kalon nga molekula e  $O_2$  në jonin molekular  $N_2^{\oplus}$ , sepse energjia e jonizimit të oksigjenit është më e vogël se sa ajo e azotit.



Energjia e jonizimit të molekulës së azotit është më e lartë në krahasim me energjitë e jonizimit të molekulave të tjera (që udhohin në shtresat e larta të atmosferës) prandaj joni  $N_2^+$  ka aftësi të hyj në reaksione të kalimit të ngarkesës në çdo molekuli tjetër. Ky është shkaku për përgjendrimin; joni molekular  $N_2^+$  është shumë i vogël në shtresat e larta të atmosferës.

Reaksione të tjera të këtij tipi që mund të udhohin në atmosferë janë:



c) Reaksionet e shkëmbimit

Në këto reaksione udohet shkëmbimi i një atomi ndërmjet speciere vepruese. Reaksione të tilla mund të përmëndim:



Te dy këto reaksione egzotermike udhohin shumë lehtë dhe çojnë në formimin e  $NO^+$ . Megjithatë energjia e jonizimit të këtij joni molekular është më e vogël se sa energjia e jonizimit të molekulave të tjera, atëherë joni  $NO^+$  nuk mund të hyj në reaksione me kalim të ngarkesës (reaksione të tipit b) dhe si pasojë përgjendrimi i tij në shtresat e larta të atmosferës mbetet relativisht i lartë.

1. OZONI NE SHITESAT E LARTA TE ATMOSFERËS

Stratosfera është shtresa e jashtme më e rëndësishme e atmosferës së Tokës. Stratosfera luan rolin e një bariere apo të një fronti që mbrojnë planetin tonë nga fuqja e rrezatimit diellor dhe nga "breshri" i grimcave kozmike me energji të lartë që vijnë nga Dielli.

Molekulat dhe atomet e gazrave që gjenden në stratosferë hyjnë në një shtet të reaktiviteti kimik si pasojë e rrethimit të rrezatimit diellor. Në kiminë e stratosferës mbizotëron KIMIA E OZONIT. Rreth 90% e sasisë së përgjithshme e ozonit të atmosferës ndodhet në stratosferë në lartësi nga 15 km deri në 50 km. Përdorimi maksimal i ozonit ndodhet në lartësi 25-30 km, ku ai arrin vlerën 10 ppm. Është pikërisht kjo shtresë që shërben si "filtër", që absorbon rrezatimin UV me gjatësi vale nën 310 nm.

Shumë nga speciel që marrin pjesë në kiminë e stratosferës formohen në të si rezultat i reaksioneve fotokimike me absorbim të rrezatimit UV-C. Rrezatimi UV- i Diellit mund të ndahet në tri zona:

Zona UV-C me gjatësi vale nën 290 nm,  
Zona UV-B me gjatësi vale 290-320 nm dhe  
Zona UV-A me gjatësi vale 320-400 nm.

Në figurën që pason (vijon) është paraqitur një skemë e proceseve që ndodhin si rezultat i absorbimit të rrezatimit diellor UV-VIS-IR në lartësi mbi 50 km nga sipërfaqja e Tokës.

Rrezatimi UV-C, që është me i pasur me energji, mund të shkaktojë jonizimin dhe disociimin e molekulave. Pjesa e rrezatimit që shkakton

fotoni absorbohet kryesisht në zonat më të larta të atmosferës (në 90 km), ndërsa pjesa që shkanton fotodisocijim të molekulave, kryesisht të molekulave të O<sub>2</sub>, mbetet ende një intensitet në shtresën e stratosferës. Kështu, nga absorrimi i rrezatimit

Rrezatimi i Diellit

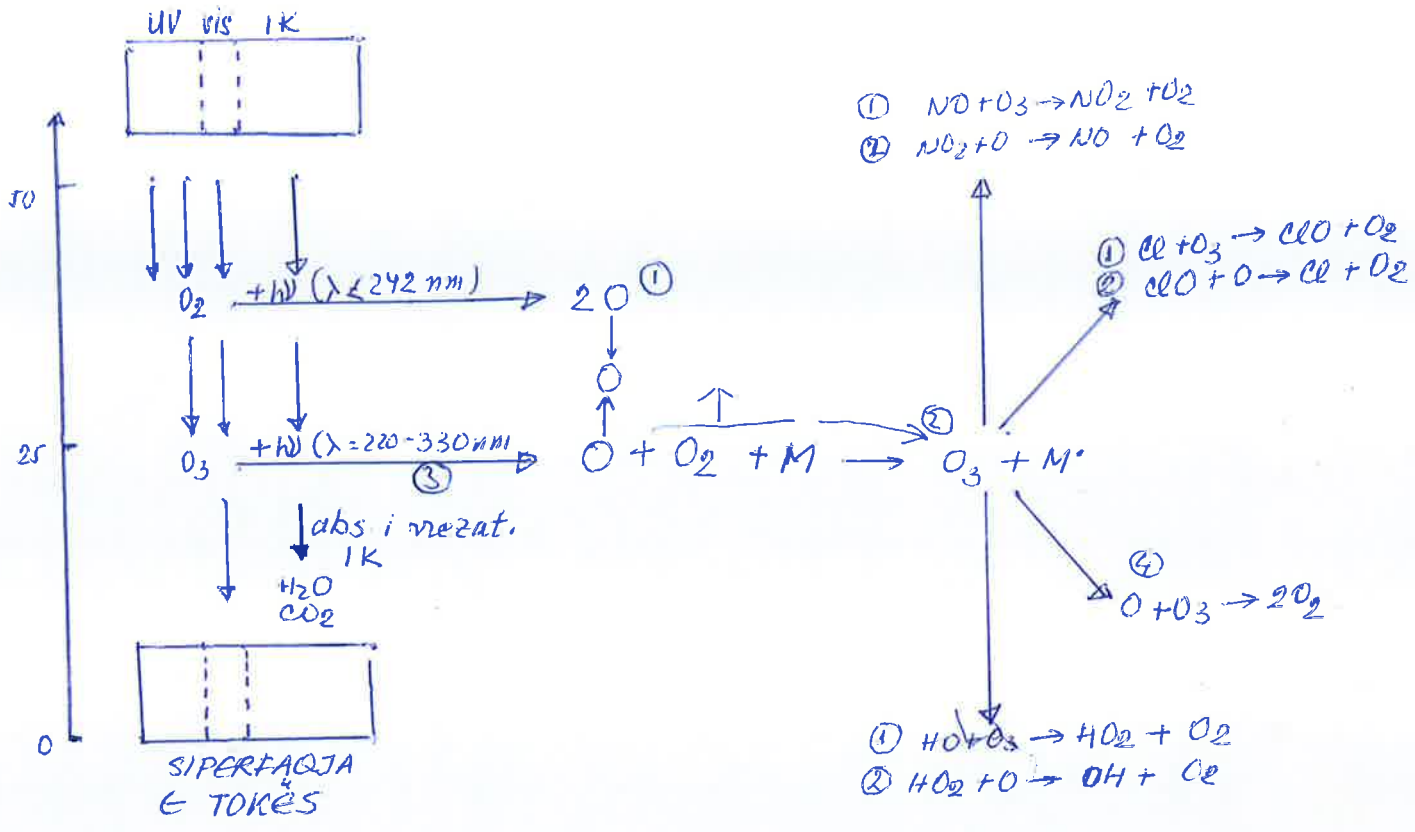
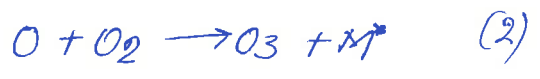


Figura e paraqitur jep: Proceset fotokimike në stratosferë (deri në lartësinë rreth 50 km nga sipërfaqja e Tokës).

limit më λ < 242,4 nm (që vërehet kryesisht në lartësinë rreth 30 km) ndodh reaksioni i fotolizës diellore të oksigjenit:



Oksigjeni atomar i formuar hyn në reaksionin e formimit të ozonit:



Zhvillimi i këtij reaksioni kërkon praninë e një grimce të tretë M, e cila është zakonisht një molekulë N<sub>2</sub> ose O<sub>2</sub>. Prania e saj është e domosdoshur për të larguar energjinë e tepërt që çlirohet gjatë reaksionit të fitimit të ozonit, që do të shkaktonte zërbërjen e menjëhershëm të O<sub>3</sub>. Natyrisht, me zvogëlimin e lartësisë

ndodh rritja e përqendrimit të grimcave M dhe kjo ka si pasojë rritjen e mundësisë së goditjeve stabilizuese për formimin e ozonit. Por nga, ana tjetër, në lartësi me të vogla, pjesa e rrezatimit që mund të shkaktojë fotolizë të oksigjenit përkohet gradualisht për shkak të absorbimit të vazhdueshëm të tij në shtresat më të larta. Shpejtësia e formimit të ozonit arrin vlerën maksimale në lartësi rreth 50 km në të cilën rrethë e dhe vlera maksimale e temperaturës në stratosferë.

Molekulat e ozonit absorbojnë rrezatim diellor në gjatësi vale 220 nm deri 330 nm duke u zëvendësuar në  $O_2$  dhe  $O$ , sipas reaksionit:



Fakt se vlera maksimale e temperaturës në stratosferë ndodhet me lartësi shtesa ku përqendrimi i ozonit është maksimal, tregon se ozoni është absorbues shumë efikas i rrezatimit UV, pra ndërkohë që shumica e rrezatimeve UV-C dhe UV-B absorbohen në shtresat e sipërme të stratosferës dhe vetëm një pjesë e vogël mbetet të absorbohet në pjesët e poshtme të saj (të cilat pra ndërkohë janë më të ftohta).

Në lartësi molekulat e ozonit absorbojnë fotonet e mbetura të zonës UV-C dhe gjithë fotonet e zonës UV-B (në zonën nga 220 deri 330 nm). Absorbimi i kësaj pjesë të rrezatimit diellor nga ozoni ka rëndësi jetësore për gjallesat, sepse në qoftë se ajo do të mbërrinte në sipërfaqen e Tokës do të shkaktoonte pasojë të dëmshme për jetën në të.

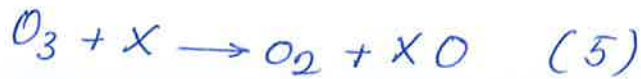
Oksigjeni atomik mund të hyjë në reaksionin (2), duke formuar përsëri ozonin, por gjithashtu mund të hyjë në një reaksion tjetër:



Të katër reaksionet e përmeudura më sipër përbejnë të ashtuquajturin "mekanizmin e Chapman-it" (Chapman)

Në kushte natyrore normale, sasia e ozonit që prodhohet është e barabartë me sasinë e ozonit që zërrthehet dhe si pasojë, sistemi është në gjëndje stacionare. Është vlersuar se çdo ditë prodhohet dhe zërrthehet në stratosferë rreth 350.000 ton ozon.

Në atmosferë ka specie kimike që janë të afta të zërrthejnë ozonin në rrugë katalitike sipas proceseve ciklike që mund të përgjithësohen në formë të përgjithshme:



Ku  $\text{X}$  është zërruan një specie që shërben si katalizator.

$\text{X} = \text{NO}$  (oksid i nitros).

$\text{HO}^\cdot$  (radikali hidroksil)

$\text{Cl}$  (atom i klorit)

$\text{ClO}$  (molekula)

Të gjitha këto reaksione janë përgjithësisht të shpejta dhe përgjithësisht të lehta.

# Dobësimi i SHITESËS SE OZONIT VRIMA E OZONIT

Një nga problemet mjedisore që diskutohet shumë gjatë vitëve të fundit është ai i „VRIMËS SE OZONIT“ dukuri që nënkupton dobësimin e shtresës së ozonit (O<sub>3</sub>) rreth Antarktik gjatë stinës së pranverës. Publikimi për herë të parë i këtij zhvillimi u bë papritur në vitin 1985 nga një grup shkencetarësh anglez. Ata treguan se niveli i ozonit ka ra në 150 njësi DU (DOBËSON) nga 300-350 DU që është niveli normal.

Nga mojetimet intensive të kryera në vitin 1987 u arrit në këto përfundime:

- Vrima e Ozonit është njëra e madhe, me e madhe se sa stërbajza e Antarktikut
- Dobësimi i shtresës së ozonit është shkaktuar kryesisht nga përdorimi i Klorofluorokarbureve (CFC), siç janë freonet dhe halonet.

„Vrima e Ozonit“ është një rast ekstrem i dobësimit të shtresës së ozonit në stratosferën e POLIT të jugut, që nga vjetet 1987 dhe 1989-1993 ka arritur në rreth 55% në muajin tetor të vitit 1993.

„Vrima e Ozonit“ që egziston tani në Antarktik është <sup>në</sup> një faqe nyjë zone e atmosferës në lartësi nga 12 deri në 25 km në të cilën përqendrimi i ozonit është njëra e madhe.

Prënohet se në formimin e „vrimës së ozonit“ ndikojnë dhejt faktorët meteorologjikë dhe ato kimike.

## Faktorët meteorologjikë

Dukuria e „vrimës së ozonit“ vrehet kryesisht në Antarktik (POLI i jugut). (shiko figurën 1) ndonjë arsye paqasje të ngjashme, por shumë më të dobëta vërehen nga njëherë edhe rreth ~~Antar~~ Polin e VERIUT. Ndonjëse përfundimi i ozonit (O<sub>3</sub>) është me i madh në zonën ekuatoriale (fig. 2)

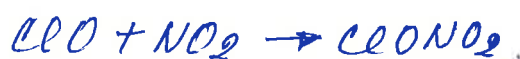
ku ka me tepër rezatim UV-C ( $\lambda < 290 \text{ nm}$ ), përgjendritur i  
trij është me i lart në polat, sepse shpejtësia e zbrëthimit  
të trij është mjaft me e vogël, për shkak të rezatimit  
UV-B ( $\lambda$  është 290-320 nm).

Jarë dy faktor meteorologjik kryesor që shkaktojnë  
zvogëlimin e dukshëm të përgjendritit të ozonit ( $O_3$ )  
në Antarktikë.

- Formimi në stratosferë i uje vorbulle ajri stacionar  
gë e izoluar masën e ajrit nga pjesa tjetër e  
stratosferës gjatë gjithë dimrit (deri në tetor) dhe
- Temperaturat shumë të ulta të ajrit në antarktikë  
gjatë gjithë periudhës së dimrit.

Vorbulla („haporë e shpazet“) stratosferike stacionare  
gë quhet edhe „VORTeksi POLAR“ bën gë ajri shumë  
i ftohtë të mbetet mbi kontinentet pa u shpërndarë në  
pjesët tjera të atmosferës gjatë gjithë dimrit deri në  
primverë. Prania e oqeanëve rreth ANTARKTIKUT  
e stimulon këtë dukuri (në të kundërtën, masat e  
tokës kontinentale për rreth polit të verit e prishin  
shpejt brënda disa ditëve uje dukuri të ngjajshme).

Ajri stratosferik mbi Antarktikë përbeu mjaft  
pak ~~aruj~~ aruj uji (4-6 ppm) dhe në temperatura  
shumë të ulëta gjatë dimrit (rreth  $-85^\circ\text{C}$ ) ndodh formimi  
i reze profane stratosferike të cilat përbejnë grimca  
të ngurta shumë të mta (me përmasa  $10^{-6} \text{ m}$ ) me  
përbeje kimike  $\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Në këtë mënyrë mënyra-  
nohet  $\text{NO}_2$  i gazet, i cili ka aftësi të ndërprerë ciklin  
e zbrëthimit të ozonit të shkakuar nga veprimi  
katalitik i  $\text{ClO}$  sepse  $\text{NO}_2$  ka veti të liqhet me  $\text{ClO}$  sipas  
reakcionit.



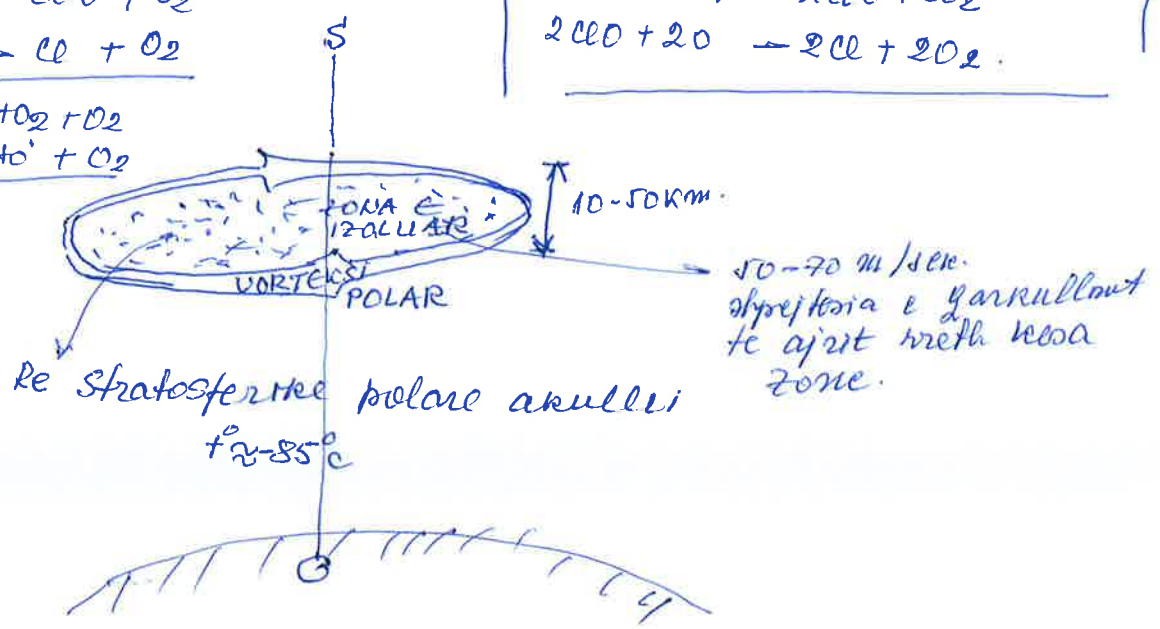
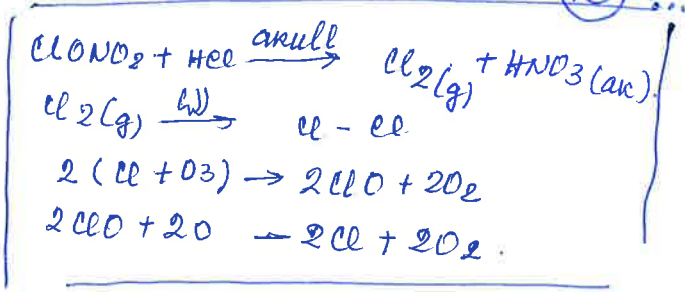
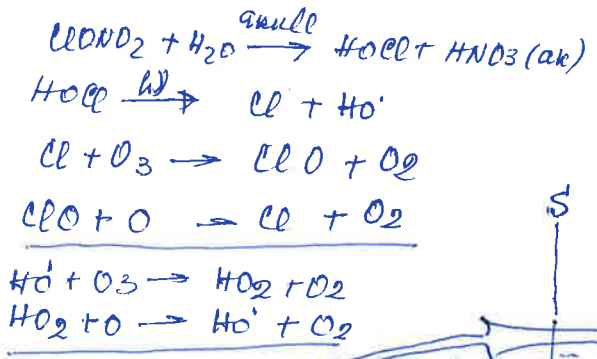


Fig. 3. Formimi i "VORTEXIT POLAR" ne stratosferen polare akulli dhe proceset katalitike te zberthimit te ozonit

Vet  $\text{ClONO}_2$ , qe ndodhet ne stratosfer (qe eshte i formuar me pare ne te) hynë ne dy reaksione kimike heterogjene ne sipërfaqe te grimcave te akullit, reaksione qe çojne ne fitimin e  $\text{Cl}_2$  dhe  $\text{HOCl}$ .



Te dy produktet e fituara te klorit jane te pa gendueshme dhe me ardhjen e ~~prandevit~~ praveres zberthehen nga rrezet UV ne radikale  $\text{Cl}^\cdot$  (te cilet jane tepër aktiv persa i perket zberthimit te  $\text{O}_3$ ) pra



Ardhi nrtike qe del nga  $\text{NO}_x$  dhe nga reaktorret 1 dhe 2 kondenzon ne grimcat e akullit polar qe mund te sedimentoj ne shtresat e uleta te stratosferes. Ne kete menyre largohet  $\text{NO}_2$  i cili mund te lidhet me  $\text{ClO}$ . Ne fig. 3- eshte freguar ne menyre skematike



forma e „Vortexit polar“ mbi Antarketike dhe proceset katalitike të zërvanimit të ozonit që ndodhen në të.

Vetëm në pranverë, kur vortulla e ajrit mbi Antarketike prishet, masa të freskëta ajri të pasura me NO<sub>2</sub> hyjnë në këto zona duke shkaktuar ndërprerjen e ciklave të zërvanimit të ozonit dhe si pasojë rritjen graduale të përgjendimit të tij.

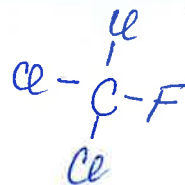
### FAKTORET KIMIK

Factor kimik kryesor në zvoglimin e ozonit (O<sub>3</sub>) mbi Antarketike është rritja e përgjendimit të atomeve të klorit (Cl) dhe të bromit (Br) në atmosferë.

Rritja e klorit shprehet me përdorimin gjithnjë e më të tepert të kompozimeve të klorit në gjërdje të gazet, në veçanti të klor-fluor-karbureve (CFC-freonet) dhe të brom-fluor-karbureve (CFC-haloneve).

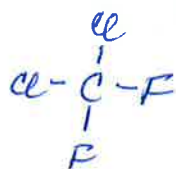
Freonet përdoren si agjent ftohës në frigorifer, si gazë për përftimin e AEROSOLEVE (p.sh. deodorantere), material për prodhimin e materialëve për izolim dhe amballaxhe dhe si tretës për pastrim. Prodhimi i tyre ka filluar 1920 dhe me 1950 janë prodhuar 50.000 tonelata

CFC<sub>11</sub> (CCl<sub>3</sub>F) dhe CFC<sub>12</sub> (CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>)



CFC<sub>11</sub>

[triklorfluor metan]



CFC<sub>12</sub>

diklor-difluor metan

Ndërsa me 1976 prodhimi arrin në 725.000 tonelata

Keto janë gazra inert, gjithashtu dhe kimikisht shumë stabil (të qëndrueshëm). Si të tilla ata kalojnë nëpër TROPOFERË pa pësuar ndryshime dhe arrijnë në STRATOSFERË në të cilën me rreze UV zbërthehen.



Atoni i klorit apo radikali i klorit ka veprim katalitik të fuqishëm për ta zbërthyer ozonin (O<sub>3</sub>)



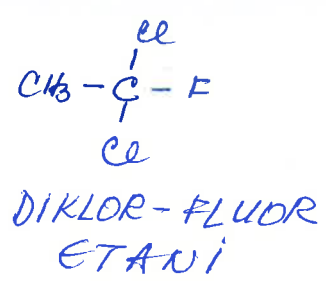
Jetëgjatja e freoneve në atmosferë është shumë e madhe:

CFC-11	65 vjet
CFC-12	130 vjet

Sipas disa vlersimeve, nivelet e CFC-ere (freoneve) në atmosferë janë sot të tilla, që edhe po të ndërprehet plotsisht prodhimi i tyre, përgjendrimi i klorit në stratosferë do të vazhdojë deri 2100 vjet.

Është propozuar që CFC të zëvendsohen me substanca të tjera që do ta zëvendsojnë CFC-në ashtu që ato të zbërthehen në TROPOFERË dhe janë:

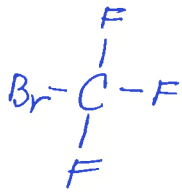
HIDROKLOR-FLUOR-KARBURËT (CHF<sub>2</sub>Cl) dhe OZON  
DIKLOR-FLUOR-ETANI (CCl<sub>2</sub>FCF<sub>3</sub>).



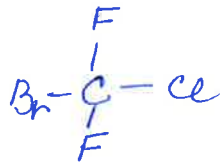
por prodhimi i tyre është mjaft i shtrejt në krahasim me CFC 11, 12.

(19)

Prej substancave tjera qe e demtojne shpresen e ozonit ( $O_3$ ) ne menyre te ngjajshme me freone (CFC) vecohen HALONET (p.sh.  $CBrF_3$ ,  $CBrClF_2$ .)



trifluor-brom metani,  
(me jetegjatesie 110 vjet)



Difluor-brom-klor metani  
(me jetegjatesie 25 vjet)

Ketojshubstanca perdoren per fityjen e zjarreve.

Ne zvoglimin e pergendimit te ozonit ne stratosferen ndikon edhe rritja e pergendimit te plehrave azotike. Disa mikroorganizma te tokes shkarkojne qlirimin e silbokacidit te azotit ( $N_2O$ ) i cili me rrezet UV zberthetet ne monoksi azot ( $NO$ ) dhe ne azot elementar ( $N_2$ ).

Ne menyre te ngjajshme, shkarkimet e oksidave te azotit  $NO_x$  nga avionat japin kontributin e tyre ne dantimin e shpreses se ozonit ( $O_3$ ).

Me shkaterimin e shpreses se ozonit ( $O_3$ ) ne stratosferen, ne sipërfaqen e Tokes do te rritet niveli i rrezatimit UV-B ( $\lambda = 270 - 320 \text{ nm}$ ) qe do te shkarkonte pasoja mjaf te dantshme per shendetin e njeriut dhe per EKOSISTEMEN si

p.sh:

- NDRYSHIME NE DNA-si (Deokri-acidet-mealemit e) me pasoja per kodin gjenetik, ne ekosistemet tjera ~~ekosistemet~~ dhe toksare, ne vegantit per fitoplanktonin dhe zooplanktonin.

- Pakësimi i konsiderueshëm i prodhimeve ~~mbrojtore~~ bujqësore;
- Rrezik për shfaqjen e kancerit të lëkurës, katarakti i syre, si dhe uljeve në sistemin imunitar të vlerzës.
- Ndryshim të klimës

Efektet e dëmshme të rrykura deri tani janë mjaft serioze për ta justifikuar (arsyetuar) shqetësimet e bashkësisë ndërkombëtare.

Konventa e Vienës e OKB për "mbrojtjen e shtresës së ozonit" me 1985 është dokumenti i parë i rëndësishëm në lidhje me masat e kontrollit ndërkombëtar për zvoglimin e CFC-11, 12 dhe substancave tjera që ~~shkaktojnë~~ shkaktojnë shtrirjen e ozonit (O<sub>3</sub>)

Konferenca e Londrës 1990 vëndosi kërkesa edhe me të cilat, sipas saj CFC në vitin 2000 duhet të jenë jashtë përdorimit, kurse metil-kloroformi (CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>) ose (1,1,1-trikloroetani) ose (triklor-metil metan) në vitin 2000 të zvoglohet për 70% kurse në vitin 2005 për 100%

Në vitin 1992, 65 vënde kanë na dakort për masat më rigorozë duke prënuar ndërprerjen e plot të shkaktimeve të CFC-ve, CCl<sub>4</sub> dhe CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub> përpara vitit 1996 (Amundamuntel e Kopenhagenit)

Në veçanti përgjegjësia e vëndere Evropiane është e madhe, sepse rreth 1/3 e prodhimit të substancave që e zvoglojnë shtrirjen e ozonit janë kontribut i vëndere të zhvilluara Evropiane,

Kimia e troposferës ndryshon (shumë) njëjtë nga kimia e stratosferës. Dallimet kryesore ndërmjet tyre janë:

a) Përbërësit kryesor të troposferës ( $N_2$  dhe  $O_2$ ) ( $78\%$  /  $21\%$ ) mund hyjnë në reaksione fotokimike, megjithëse reaktiviteti UV me  $\lambda < 300\text{nm}$  janë absorbuar plotësisht në stratosferë (16-50 km).

Kimia e troposferës është njëjtë e ndërlikuar, sepse në të marrim pjesë speciel me jetëgjatësi të ndryshme; shumica e tyre janë produkte të oksidimit të substancave organike, të cilat janë të shumta (p.sh. edhe në rrethet më të hlyeshta, të oksidimit të metanit mund të formohen

Speciet e tilla, si  $CH_3COO\cdot$ ,  $CH_3O\cdot$ ,  $CHO\cdot$ ,  $C_2H_5COH$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ). Në rol të reaktantëve në kiminë e troposferës luajnë radikalet  $HO\cdot$ ,  $HO_2\cdot$  dhe  $CH_3\cdot$ , të cilat marrin pjesë në shumë reaksione të ndryshme.

## SUBSTANCAT NDOTËSE NË AJËR

Në ajrin e troposferës përbihen shumë substanca ndotëse me përardhje natyrore dhe antropogjene. Ato mund të jenë në gjendje të gazët (të avullt) dhe si aerosole në fazë disperse të ngurtë ose të lëngët. Në varësi të burimit të tyre dallohen substancat ndotëse primare (parare) të cilat shpeshohen drejtpërdrejt në ajër dhe substancat ndotëse sekundare (dytësore) që formohen në ajër si rezultat i reaksioneve kimike në atmosferë.

Prej atyre primare (parësore) do të përmendim:  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ , bleda, etj. ndërsa prej atyre sekundare

(dytësore) përmeudim  $O_3$ ,  $NH_4Cl$ , sulfatet, etj. 22.

Shume nga substancat udotëse në ajër janë produkte të djegies. Nga djegia e qdo lëndë djegëse fitohet jo vetëm  $CO_2$ , por edhe një seri nënprodukteve të tjera si p.sh.  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO_x$ , blorë, hidrokarbone të ndryshme etj. Në të vertetë, dioksidi i karbonit ( $CO_2$ ) në nivelet natyrore që gjendet në ajër (0,035%) nuk konsiderohet si substancë udotëse, por përbesë i atmosferës, që është esenciale për ekzistencën.

Interes të vecant në vlerimin e crlësorë të ajrit, sidomos në ujedrset urbane paraqet perbërja e monoksidit të karbonit ( $CO$ ). Rrezikshmëria e  $CO$  është shume e lart për shkak të aftësive specifike të këtij gazi për tu lidhur me hemoglobininë e gjakut duke formuar karboksihemoglobininë ( $COHb$ ) - (një kompleks i  $CO$  me hekurin e molekulës së hemit), e cila pengon transportin e oksigjenit në organizam. Aftësia e hemoglobinit për tu lidhur me  $CO$  është rreth 200 herë më e lart se aftësia për tu lidhur me oksigjenin. Kështu p.sh. qëndrimi në një ujedr që përmban vetëm rreth 0,1%  $CO$  për disa orë djell si pasojë që rreth 60% e hemoglobinit të kalojë në  $COHb$ . Rrezikshmëria e  $CO$  është e lartë edhe sepse ai është mjaft i qëndrueshëm në ajër duke pësuar oksidim shume të ngadaltë (nëpërmjet reaksionit  $CO + HO^{\bullet} \rightarrow CO_2 + H^{\bullet}$ ). Koha e jetës në ajër mundet të arrijë nga 6 muajt deri disa vite.

Burimet kryesore të  $CO$  në ajër është djegia jo e plotë e lëndëve djegëse (në automjete, furnat etj). Sidomos përmbajtja e  $CO$  në

e djegies është e lart kur sasia e oksigjenit për djegie është e pamjaftueshme ose kur koha e djegies është mjaft e shkurtër. Përgjithësisht përdorimet e CO në mjediset e qytetere të mëdha shpeshherë arrijnë rreth 50ppm dhe në udhëkryqet deri në 140ppm. Shumë më të rrezikuar nga paraajtja e CO janë personat që pijnë duhan, sepse përbajtja e CO në tymin e cigareve është rreth 400ppm. Në këta persona përdorimi i COHb në gjak mund të arrijë deri në 5% kur nivelet normale janë 0,3-0,5%

Është me interes të veçantë të përmendet se tymi i duhanit rrit shumë rrezikun për shëndetin nga substancat udotëse të ajrit. Përveq, nikotinës (një substancë me veti droguese) ai përmban rreth 4000 substanca kimike të rrezikshme të cilat mund të shkaktojnë një numër jashtëzakonisht të madh sëmundjesh, ndër të cilat përmendim sëmundjet kancerogjene të gojës, të grykës (fyti) të mushkërive, të stomakut, të pankreasit, dhe të fshikzës së urinës, deultime të zëmrës dhe të arteriere të gjakut etj.

Në ajër përmbahen edhe mjaft metale toksike si p.sh. Pb, Hg, Cd, Be, Cr, Ni, As.

Interes të veçantë ka përcaktimi i përbajtjes së plumbit në ajrin urban. Burimi kryesor i tij në ajër janë shkarkimet e automjetëve me benzinë që përmban plumb, si shtesë antidetonatore, në formë të tetraetil-plumbit ( $Pb(C_2H_5)_4$ ). Gjate djegies së tij në motorat e automjetëve formohen kryesisht halogjenure të plumbit, të cilat koridurohen në ajër. Niveli maximum i plumbit (që është i lejuar) në ajrin e mjedisere urbane; është 2µg/m<sup>3</sup>.

ky nivel tejkalohet në ujqat qytete me trafik 24  
të lartë.

Plumbi është një element toksik me veprim  
kumulativ. Ai lidhet fort në shumë biomolekula  
si p.sh. me aminoacidet, me hemoglobina, me  
shumë enzime me RNA-në dhe me DNA-në duke  
dëmtuar shumë cikle të metabolismit. Pasqyrat më  
e përhapur është ulja e nivelit të inteligjencës  
te fëmijët.

Grimcat e blazës (karbonit - "çagjë") që formohen  
nga djegia e lëndëve djegëse në kushte të pa-  
mjafueshëmërisë së ajrit përbejnë fraksione të  
rënda të hidrokarbureve, p.sh. katran, komp. të sul-  
furet dhe hi. Shumica e grimcave të hirit ~~është~~  
~~in~~ përmbajnë kryesisht element toksik si:

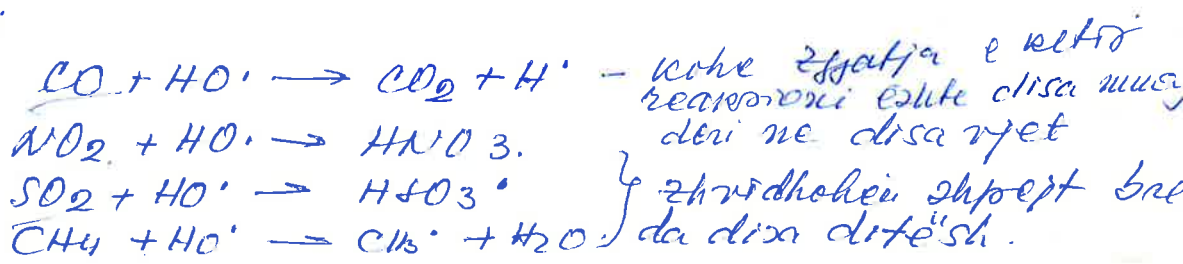
As, Sb, Hg etj. (arsen, antim, zhrë).

Praia e blazës në ajër është një faktor i rëndësishëm  
në formimin e qëndjes së smogut reduntues  
(smogu i Londrës)

### Reaksionet fotokimike në TROPOFERE

Kontributin kryesor në proceset atmosferike e  
kanë reaksionet fotokimike, sidomos ato me  
pjesëmarrjen e radikalere HO<sup>•</sup>, HO<sub>2</sub><sup>•</sup>, dhe CH<sub>3</sub><sup>•</sup>. Roli i  
tyre është shumë i rëndësishëm. Për shembull,  
~~përgëndrimet e HO<sup>•</sup> në ajër e ndotur janë~~

Reaksionet perfundimtare të substancave  
ndotëse kryesore në atmosferë janë ato të  
ovoidimit:



kohe zfaqja e këtyre  
reaksioneve është disa minuta  
deri në disa vjet

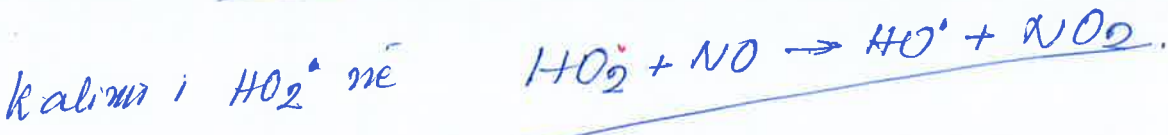
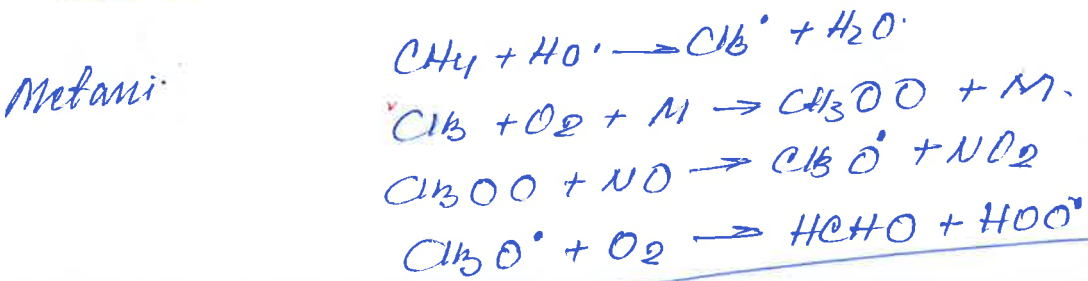
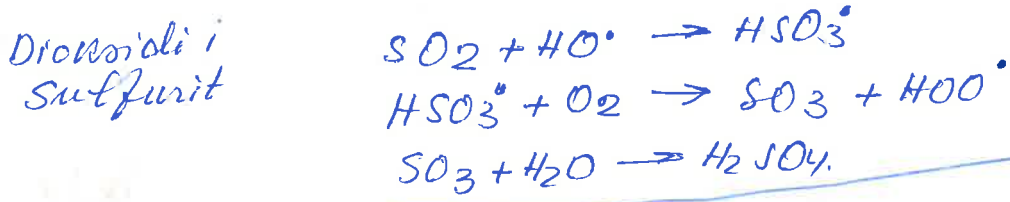
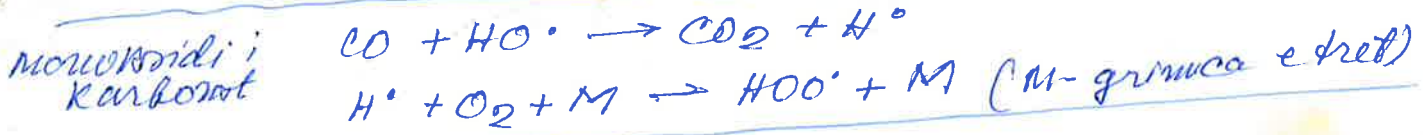
zhvendohen shpejt bre  
da disa ditësh.



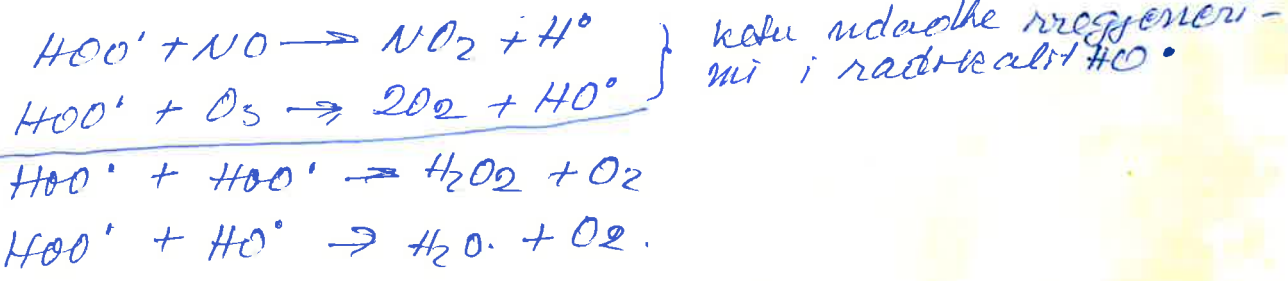
Pervec rastit te pafiturit te acidit nitrik (HNO<sub>3</sub>)  
ne te gjitha reaksioneve te tjera formohen radi-  
kalet e lire, te cilet hyjne ne reaksione te  
zhumta:

Atomi H <sup>1</sup> del nga reaksioni i veprimit te  
CO me HO<sup>•</sup> vepron me O<sub>2</sub> duke formuar radikal  
hidroperoksil,  
H<sup>•</sup> + O<sub>2</sub> → HOO<sup>•</sup> (rad. hidroperoksil)

Disa prej ketjre reaksioneve do ti paraqesimi:



HO<sup>•</sup>  
Radikali hidroperoksili - (HOO<sup>•</sup>) mund prape ne  
disa reaksione te rëndësishme ne troposfere



26

Burimi kryesor i radikalit  $\text{OH}$  në atmosferë është ozoni troposferik i cili nën veprimin e rrezatimeve me gjatësi valore nën  $315 \text{ nm}$  lypë në reaksion. ( $\lambda < 315 \text{ nm}$ ).



Burim tjetër i radikalit  $\text{HO}^{\bullet}$  është zbërthimi fotokimik i  $\text{HONO}$  (acidi nitroz).



Tri nga dukurit kritike që shkaktohen nga ndotja e ajrit janë: Efekti "serre", shiu acid dhe Smogu fotokimik.

## EFEKTI "SERRE" DHE NGROHJA GLOBALE

Atmosfera e Tokës, krahas veprimit mbrojtës ndaj rrezatimit UV-të ka edhe një funksion tjetër vital për ta mbajtur temperaturën relativisht të pambrydhuar në sipërfaqjen e Tokës..

Rrallin kryesor për këtë funksion e kanë dy përbërës të troposferës, që quhen substanca "serre": dioksidi i karbonit dhe ( $\text{CO}_2$ ) avulli i ujit ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

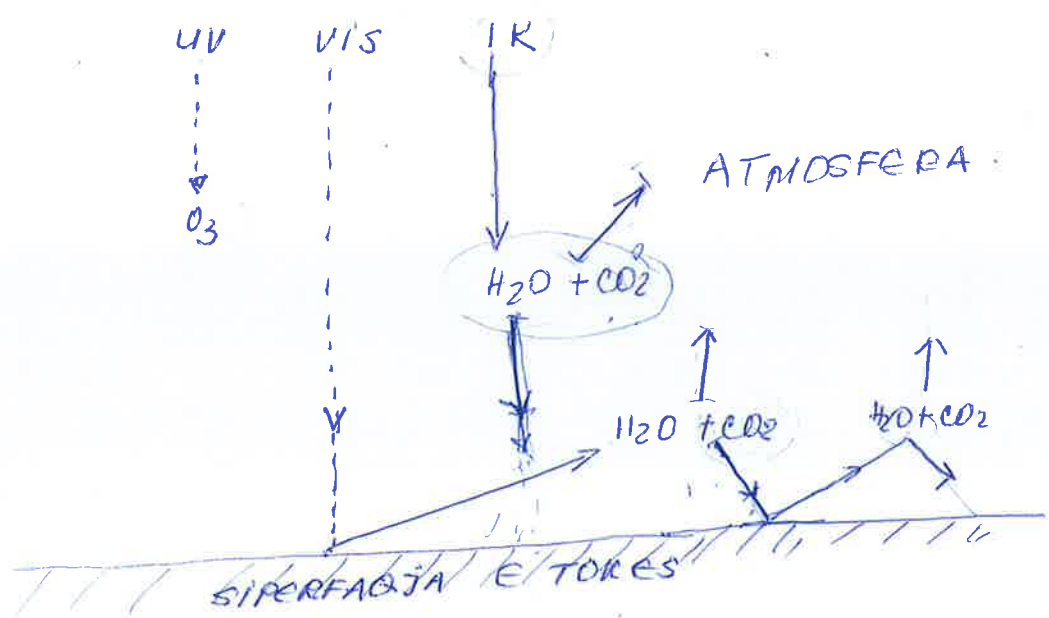
Përberja e  $\text{CO}_2$  në ajër është rreth  $0,035\%$  (ose  $350 \text{ ppm}$ ) dhe nuk ka veprim të dukshëm për nivelin deri në nivelin  $1\%$ , kurse, përbërja e  $\text{H}_2\text{O}$  në ajër varion shumë nga  $0$  deri në  $5\%$ .

Dielli është një trup qiellor me temperaturë rreth 6000K dhe 71% e rrezatimit diellor që bie në planetën tonë absorbohet; pjesa tjetër reflektohet në hapësirë kozmike nga re të dhe sipërfaqja e Tokës (sidomos nga anujt dhe bora).

Rrezatimi i diellit që bie në Tokë është në zonën UV-VIS-IR nga 0,2 deri në 3µm. Pjesa më e madhe e rrezatimit UV absorbohet nga ozoni i stratosferës. Pjesa kryesore e rrezatimit diellor që mbërrin në sipërfaqen e Tokës është në zonën e dukshme (me  $\lambda \sim 500\text{nm}$ ).

Atmosfera lejon që pjesa më e madhe e këtij rrezatimi të mbërrijë në sipërfaqen e Tokës, në të cilën ajo absorbohet. Nga ana tjetër, Toka emiton përseri një pjesë të energjisë diellore të absorbuar.

Rrezatimi diellor (0,2-4 µm).



ABSORBIMI I RREZATIMIT IR nga AVULLI I UJIT DHE DIOKSIDI I KARBONIT I ATMOSFERES SE TOKES.

Gazrat e atmosferës që absorbojnë pjesën më të madhe të rrezatimit që emitohet nga Toka janë: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dhe O<sub>3</sub>. Në këtë mënyrë rrezatimi

diellor absorbohet pak prej atmosferës së Tokës, në rrugën e hyrjes drejt sipërfaqes, por absorbohet fort në "rrugën e daljes" së saj (shiko zëmen)

Sa më i madh të jetë përqëndrimi i  $CO_2$  dhe i  $H_2O$  në ajër aq më e madhe do të jetë përqindja e rrezatimit iK që do të absorbohet nga atmosfera dhe do të rriemithohet drejt Tokës (në krahasim me pjesën që kalon në hapësirë) dhe kjo vazhdon deri sa të arrihet një gjëndje ekuilibri termik i ri

Vetit që kanë  $H_2O$  dhe  $CO_2$  që ta absorbojnë pjesën më të madhe të rrezatimit iK të emituar nga sipërfaqja e Tokës, e bën që temperatura e Tokës të jetë e përshtatshme për jetë në të. Kjo përbën thelbin e "EFEKTIT SERRË"

Po të mos ishte kjo veti e  $CO_2$  dhe e  $H_2O$ , atëherë Toka do të ishte një planet i ftohtë (me  $0^\circ - 19^\circ$ )

Në tërësi Toka është në ekuilibër termik me hapësirën, pra sasia e energjisë termike që absorbohet është e barabart me atë që emitohet në hapësirën kozmike. Kjo do të thotë, se po të rritet përqëndrimi i gazeve që absorbojnë rrezatim iK në atmosferë, atëherë një sasi shtesë e rrezatimit iK e cila normalisht duhet të largohet në hapësirë, do të absorbohet në shtresat e ulta të atmosferës duke e prishur balancën termike në Tokë. Kjo energji rriemithohet në të gjitha drejtimet dhe një pjesë e saj arrin pjesën në sipërfaqjen e Tokës ose në troposferë. Kjo prishje e balancës termike të Tokës mund të restorohet vetëm nëpërmjet rritjes së temperaturës. Efenti "serrë" ka egritur

209  
=

ka egzistuar gjithmonë duke qënë përgjegjës për  
mbajtjen e temperaturës së sipërfaqes së Tokës.

Por sot me termin "EFEKTI SERRË" zakonisht  
mënkuptohet ngrohja shtesë e sipërfaqes së Tokës  
dhe e shtresës së poshtme të atmosferës, për  
shkak të rritjes së temperaturës përgjendimit  
të CO<sub>2</sub>, që shkaktohet nga burimet antropogjene  
dhe që sjell sjell si pasojë rritjen e temperaturës  
mesatare globale të sipërfaqes së Tokës.

## SHIU ACID

### Burimet e komponimeve acide në ajër

Dukuria e shiut acid përbën një problem serioz për shumë zona të globit.

Shiu acid shkaktohet kryesisht nga shkarkimet e dioksidit të sulfurit ( $SO_2$ ) dhe të oksidëve të azotit ( $NO_x$ ) në atmosferë, të cilat pasi oksidohen formojnë komponime me natyrë acide që bien në sipërfaqën e Tokës. Pra, thënë me termine "shiu acid" nënkuptojnë depozitimet acide në sipërfaqën e Tokës -

- tretësirat ujore të acideve të forta si (p.sh.  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ) - acide sulfurik dhe nitrik.
- Oksidëve acide (si p.sh.  $SO_2$ ,  $NO_x$ ) dhe
- kriprave acide (p.sh.  $NH_4HSO_4$ ) amonium-hidrogjen sulfat.

Shiu do të konsiderohet "acid" në qoftë se pH i tij është nën 5, sepse mesazhet në kushte normale kanë pH 5,6 që i përgjigjet tretjes së  $CO_2$  në ujë ( $H_2CO_3$ )

Shkakimet e komponimeve të sulfurit në atmosferë përbëjnë shkaku kryesor të shiut acid. Burimet mund të jenë me origjinë natyrore dhe antropogjene. Ndërsa burimet natyrore përmendim: Shpërthimet e vullkanëve, çlirimin e komponimeve

31.

në gjendje të gazit të sulfurit ( $H_2S$ ) gjatë  
dekompozimit mikrobial të lëndëve organike  
dhe çlirimi i sulfurit të dimetilit ( $CH_3-S-CH_3$ )  
nga disa procese biologjike në shtresën riper-  
faqësore të oqeaneve. Gazrat,  $H_2S$ , dhe  $CH_3-S-CH_3$   
shumë shpejtë oksidohen në ajër duke dhënë  $SO_2$

Burimet antropogjene janë të shumta si  
p.sh. djegia e lëndëve djegëse fosile, industria  
metalurgjike, industria kimike, zjarret e pyjeve  
pyjore etj.

Duhet theksuar se kontributi i burimeve  
antropogjene është shumë më i madh sesa ai  
i burimeve natyrore: kështu, p.sh. vlerohet  
se në vitin 1990 janë shkarkuar 156 milion  
~~ton~~ ton  $SO_2$  nga aktivitetet njerzore dhe  
vetëm 52 milion ton nga burimet natyrore  
Një veçori tjetër e emisioneve antropogjene  
të  $SO_2$  është se kontributi i hemisferës  
veriore është shumë më i madh se i atij jugor:  
jugor: rreth 140 milion ~~ton~~ ton  $SO_2$  shkarko-  
hen ~~nga~~ veria dhe vetëm 30 milion ton në jug.  
(kjo gjë tregon zhvillim <sup>ekonomik</sup> më të madh të veriut)

Oksidat e azotit  $NO_x$  ( $NO_2$  dhe  $NO$ )  
janë një faktor tjetër i rëndësishëm në  
depozitimet acide dhe pasqat e tyre.  
Burimet natyrore të oksidare të azotit  
janë stuhit (sharkosat elektrike atmosfer-  
ike gjatë të cilave ndodh reaksioni i  $N_2$  me  $O_2$ )  
dhe dekompozimet e lëndëve organike në  
tokë. Burimet kryesore antropogjene janë

e ~~ditë~~ djegies në motorat e automjeteve, në centralët elektrike dhe proceset industriale. Rreth 57% e  $\text{NO}_x$  të emituar në Europë në vitin 1995 i takon mjeteve të transportit dhe 39% burimet stacionare (centralet, industrisë etj.)

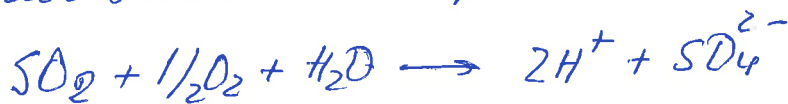
Cikli gjeokimik i azotit ka mjaftë ngjajshmëri me atë të sulfurit. Nje dallim i rëndësishëm është se rezervuari kryesor i azotit është atmosfera, ndërsa rezervuari kryesor i sulfurit është Korja e Tokës.

### Çarçirimi i komponimeve të sulfurit nga atmosfera

Disa ~~nga~~ <sup>nga</sup> rruget sipas të cilave  $\text{SO}_2$  (dioksidi i sulfurit) mund të hyjë në reaksione kimike në atmosferë janë:

- 1) Reaksionet fotokimike
- 2) Reaksionet kimike dhe fotokimike në prani të oksidëve të azotit dhe / ose të hidrokarbureve, në veçanti të alkeneve
- 3) Reaksionet kimike në piklat e ujit, sidomos kur ato përmbajnë kripta të metaleve dhe amoniarut.
- 4) Reaksionet në sipërfaqe të grimcave të ngurta

Dioksidi i sulfurit oksidohet në atmosferë sipas reaksionit të përgjithshëm:



Reaksioni i këtij oksidimi më afër e pandotshëm shpesh ngadal. Prania e HIDROKARB-

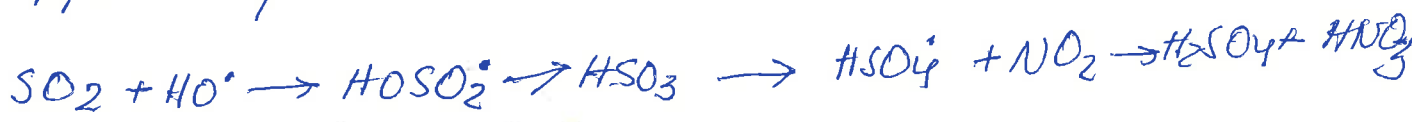


Bureve dhe oksidues të azotit e shpejtojnë<sup>33</sup> zhurmë në këtë proces. Speciet oksiduese që mund të marrin pjesë në reaksionet e oksidimit të SO<sub>2</sub> janë:

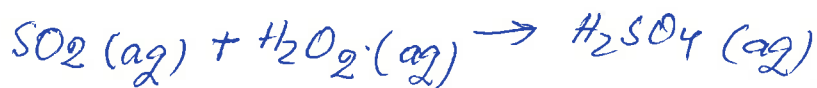
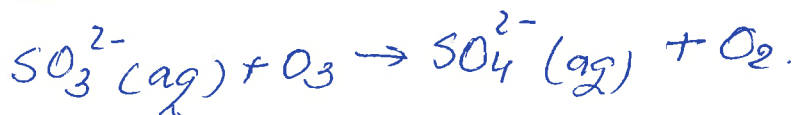


Procesi i oksidimit të SO<sub>2</sub> mund të zhvillohet sipas dy rruge kryesore:

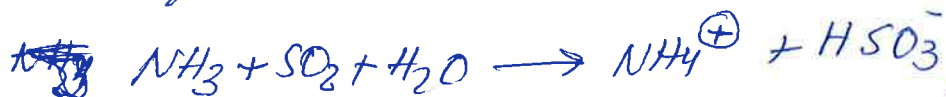
Oksidimi homogjen (në fazë të gazët) i cili zhvillohet në disa shkallë me përmarrjen e radikalëve H<sup>•</sup>



dhe Oksidimi heterogjen nga ozoni dhe peroksidi i hidrogenit me ose pa pranimë e katalizatorve.



Oksidimi i SO<sub>2</sub> në piklat e ujit zhvillohet më shpejt në prani të amoniakut duke dhënë jonet sulfat acid në tretësirë



Sidoomos shpejtësia e oksidimit të SO<sub>2</sub> rritet në prani të grimcave të oksidues të metalore si p.sh. manganit, hekurit, të cilët shërbejnë si katalizator. Ndërkim të rëndësishëm ka edhe prania e blazës (çagj në koftari) e cila përmban PAN (paraoksiacetil-nitrati (CH<sub>3</sub>CO-O-O-NO<sub>2</sub>))

Në varsi të lagështisë së ajrit, përqindja e SO<sub>2</sub> që oksidohet deri në sulfatë në atmosferë s'edhet (luhatet) nga 20 deri 80%.

Shumica e sulfatëve të formuara largohet nga atmosfera nëpërmjet reshjeve, sipas dy rrugëve. Një pjesë e sulfatëve tretet drejtpërdrejt në re dhe bie në gjendje të tretur me reshjet, ndërsa një pjesë tjetër, që udhëton poshtë rreze, shpërthet gjatë rënies së reshjeve.

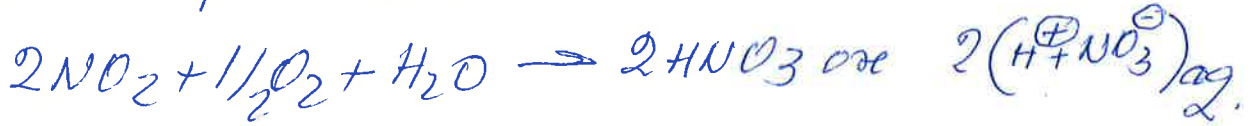
Një rrugë tjetër e largimit të SO<sub>2</sub> nga atmosfera është nëpërmjet piklave të mjegullës që bien në sipërfaqen e tokës ose të bimëve. Kjo dukuri vrehet sidomos në male dhe damtimet e bimsisë janë të mëdha, sepse piklat e ujit në këtë rast janë më acide se sa uji i reshjeve (pH mund të jetë nën 4).

Një rast klasik, është vrejtur në dhjetor të vitit 1982 në Los Angeles, ku gjatë dy ditëve ka patur mjegull me pH 1.7.

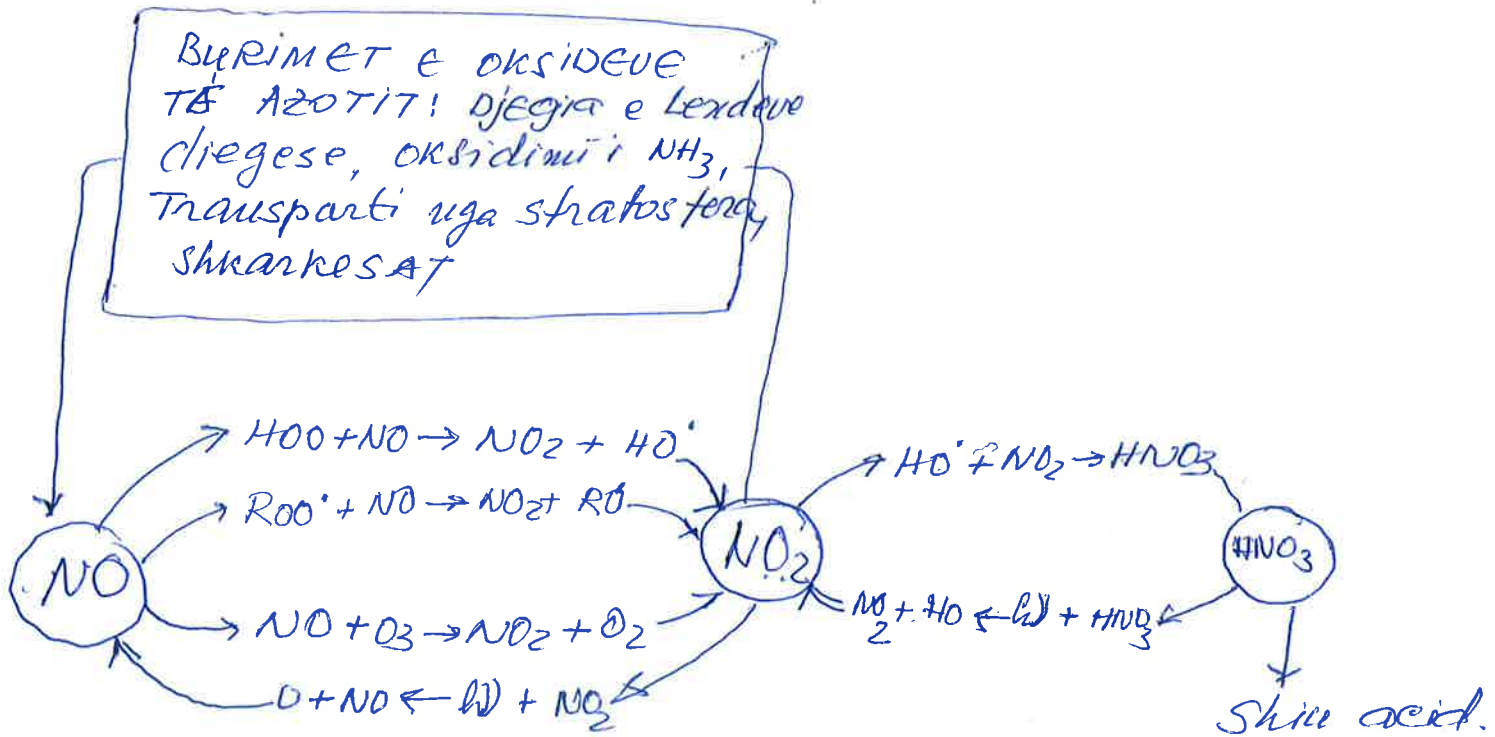
Depozitimi i thatë ka, gjithashtu, një rol të rëndësishëm në largimin e SO<sub>2</sub> nga atmosfera. Slikejtësia e depozitimit të thatë është më e

madhe në sipërfaqet me lagështi se sa në ato të thata. Vlerësohet se gjysma e komponimeve acide që bien në sipërfaqjen e Tokës janë nga depozitimët e thatë. Një sasi e madhe e tyre bie si NH<sub>4</sub>HSO<sub>4</sub> (bisulfatamori).

Proceset që çojnë në formimin e acidit nitrik janë të ngjashme me ato të acidit sulfurik. Reacioni kryesor që ndodh me NO<sub>2</sub> në atmosferë është:



Në këtë figurë do të paraqesim reacionet kryesore ndërmjet NO, NO<sub>2</sub> dhe HNO<sub>3</sub> në atmosferë



### Pa sojat e shiut acid

Historikisht, për herë të parë shprehja "shi acid" është përdorur në 3 raste tipike të ndotjes së atmosferës nga komponimet me natyrë acide: acidifikimi i ~~lujave~~ lujave në vendet skandinave, dantimi i pyreve në Europën qendrore gjatë viteve 1980 (veçanësisht në Gjermani) dhe dantimet e monumenteve

dhe udhëtesave prej guri gëlqeror në vende të ndryshshme. Në përgjithësi praçjot e shiut acid mund të jenë:

- dautimet e bimve, rëqanizet të pyetjeve,
- dautimet indirekte të bimve nga jonet  $Al^{3+}$  dhe metale tjera toksike që lirohen nga loka në pH të ulëta.
- Acidiçiteti i ujrave të liqenore dhe ~~lumenjore~~ lumenjëve me praçjatatëzive për floren dhe faunen.
- Ndirimi negativ në frymarjen e ujërave dhe kafshëve.
- dautimi i monumenteve, udhëtesave dhe pajisjeve.
- korozioni i tubacioneve të ujit të pishëm.

### Masat për paksimin e komponimeve acide në atmosferë

Masa për paksimin e praçjave të shiut acid fokusohen kryesisht në zvogëlimin e shkarkimeve të  $SO_2$ , sepse ato përbejnë kontributin kryesor. Në rëqanti, djegia e lymyrit jep 61% të  $SO_2$  total, djegia e naftës dhe produkteve të saj 25% shkarkimi i mineralëve sulfur-mbajtës të bakrit jep 18%.

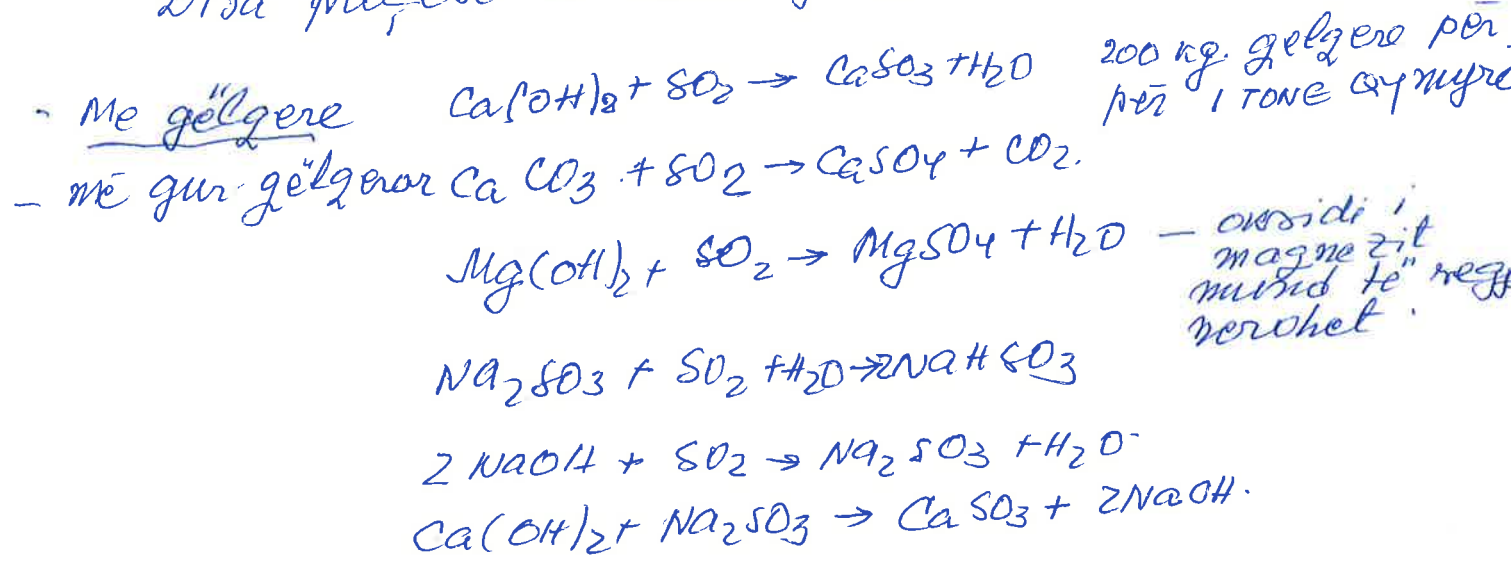
Masat teknike me efikasitet për paksimin e shkarkimeve të  $SO_2$  në atmosferë janë:

1) Desulfurimi i gazrave të shkarkimit.

Kur përgëndrimi i sulfurit në gazë është relativisht i lartë (5-15%) prej tyre mund të

fitohet acidi sulfurik (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Në gjatë të kësaj  
përqindje të vogël; atëherë mund të  
trajtohet me tretësira alkaline, CaO, CaCO<sub>3</sub>, MgO,  
Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> etj.

Disa procese të tilla janë:



### SMOGLU FOTOKIMIK

#### kushtet e formimit të smogut

Smogu është një gjendje e veçant e pakëndshme  
e ajrit në mjediset urbane të qyteteve të  
medha, e cila karakterizohet me mjegulla të  
dendura, eksitimë irrituese të syve dhe vështir-  
ësi në frymëmarrje.

Për herë të parë "smog" është përdorur  
për gjendje të veçant të mjegullës të  
kombinuar me përmbajtjen e lartë të SO<sub>2</sub>  
dhe të blozës (çagjës) në ajrin e Londrës. Për,  
jo çdo gjendje mjegulle është smog.

Dallo heu dy tipe Smogu:

1) Smogu i „Londres“ (qe guhet edhe smogu reduktives apo „i dimrit“ i cili shkaktohet nga prania ne ajer e  $SO_2$  dhe e pluhrave (blozes)) dhe

2) Smogu fotokimik (smogu oksidues apo i veres) qe shkaktohet nga prania ne ajer e oksidore te azotit, hidrokarbureve e fluorore dhe vrezatimit ~~djellor~~ djellor.

(Smogu fotokimik guhet edhe smogu i Los Anxhelosit, me gene se eshte vrezatim per here te pare ne kete guhet ne vitin 1968)

1) Rastet klasike te smogut te londres jane vrezatim ne dimet, ne kushtet e lagështise se lart te ajrit, te mjegullës dhe ne mungese te erës. (Me ketë e ka prejardhjen fjala „smog“, nga bashkimi i fjaleve ne anglisht sm - oke dhe f - og) Gjate djegies, ne mjediset urbane, e lëndore djegëse qe perbejn sulfur (S) formohet  $SO_2$  dhe bloza. Dioksidit i sulfurit (S) ka tretështiri relativisht te madh ne piklat e ujit, te cilat kondensojne ne grimcat e blozes. Ne prani te gurmëve te metalore (Fe, dhe Mn) - hekur, mangan oksidohet ne acid sulfurik ( $H_2SO_4$ ) i cili ka afinitet te lart per uj. Ky proces shkakton zvogëlimin e pH dhe formimin e një mjegulle te dendur,

e cila është karakteristike për smogun e Londoners.

2. Smogu fotokimik ndodh në murgesë të erës dhe në prani të niveleve relativisht të ulëta të lagështisë relative të ajrit (nën  $60\%$ ) si dhe në zona geografike me sisteme të ~~mbyllura~~ mbyllura të qarkullimit të ajrit (me shpesh, në zona të ulta dhe bregdetare: shkembuj tipik janë Atina dhe Barcelona. Formimi i gjëndjes së smogut kërkon njëjtë kohë (disa orë).

Një gjendje e nyedrit mund të konsiderohet si "gjendje smogu" fotokimik vetëm atëherë, kur banorët ndjejnë ngacmime (irritime) mesatare dhe të forta në sy dhe pamshmeria e ajrit është nën  $5\text{km}$ , në kushte kur lagështia relative e ajrit është me e vogël se  $60\%$ .

Nga pikpamja kimike formimi i smogut kimik karakterizohet nga rritja e përqendrimit të substancave oksiduese në ajër, në veçanti e ozonit ( $\text{O}_3$ ) që mund të konsiderohet si treguesi më karakteristik i gjëndjes së smogut fotokimik.

Sot dihet se formimi i smogut fotokimik kërkon prani në ajër:

Oksidet e azotit

Hidrokarburet + lurore (gazët)

dhe të dritës së diellit, në veçanti të rrezatimeve UV-A (320-400 nm)

Dy faktor prej tyre, oksidet e azotit dhe hidrokarburo flurorë e kanë bërë burimin kryesor nga shkarkimet e gazere prej automjeteve.

Reaksionet kimike me presionin e oksidimit të azotit përbejnë bazën e mekanizmit të formimit të smogut fotokimik.

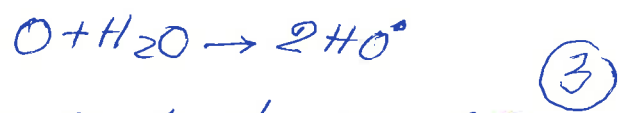
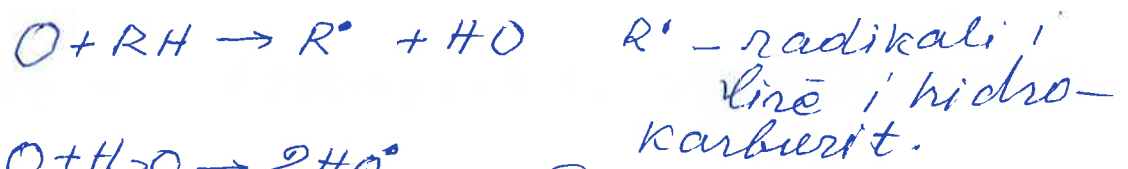
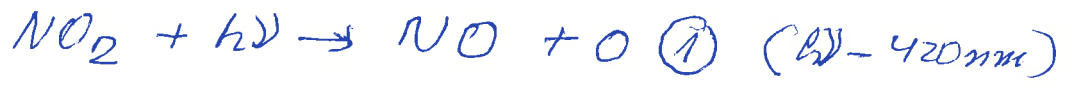
Gjate djegies së naftës dhe nënproduktet të saj në motorat e automjeteve ndodh reaksioni i azotit me oksigjenin e ajrit duke formuar okside të azotit (kryesisht NO). Në motorat e makinave arrihen temperaturat deri në 2500°C dhe presionet deri në 40 atmosfere. Rreth 1% e temperaturës (°C) së gazere (kuranda disa të mijta të sekondës) bën që oksidi i azotit NO i formuar gjate djegies "të ngrihet" pa arrijt të zberthehet në produktet e gjendjes së N<sub>2</sub> dhe O<sub>2</sub>. Ueç kësaj, nga motorat e automjeteve dalin disa gjindra substanca organike që janë produkte të djegies jo të plot të karburantëve, kimikalisht majte aktive dhe marrin pjesë në proceset e formimit të smogut. Në formimin e smogut fotokimik uje rol të veçant ka prania në ajër e ozonit (O<sub>3</sub>) dhe e substancave me veti oksiduese të fuqishme siç janë peroksidet organike (ROOR') dhe hidroperoxide (ROOH)

në ajër ka kurdoherë përqendrime të vogla.



të NO<sub>2</sub> (i cili formohet së bashku me NO në motore me dregje të brëndëshure të automjeteve, ose nga oksidimi i NO në ajër).

Oksideti i azotit pëson fotodisocijim:



Radikali hidroksil (-OH') vepron me hidrokarbure të ndryshure:

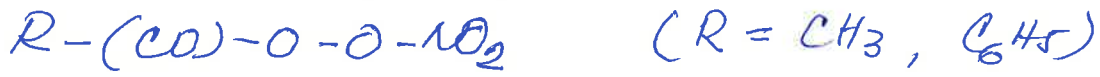


Si shpjegohet dukuritë që karakterizojnë gredhjen e smogut fotokimik?

Vet procesi i oksidimit të NO dhe të olefinere (hidrokarburora) me O<sub>3</sub> dhe NO<sub>2</sub> nuk shkakton drejtpërdrejt formimin e njëqullës. Janë produkte me pak avulluese të oksidimit të olefinere të tilla, si ketonet, acidet karboksilike, etj. të cilat janë hidro higroskopike dhe shkaktojnë formimin e aerosolere në ajër dhe ujën e pamshmerisë.

Veprimi letshjellës i smogut fotokimik dhe veçtirsia në frymëmarrje shkaktohet nga formimi i disa komponimeve organike, si PAN (PEROKSIACETILNITRATE) dhe PBN

(parabenzoilnitrati), që mund të përgatiten 41  
me formule të përgjithshme.



Ata formohen nga reaksioni i  $NO_2$  me  
produkte të oksidimit të aldehideve. Kufijtë  
e përqendrimeve që shkaktojnë irritime të syve  
janë "700ppb për PAN dhe 5ppb për PBN. Vec  
kësaj,  $NO_2$  i formuar tretet në pikëlat e ujit  
duke dhënë "tretësirën e acidit nitrik."