Экологиялық Химия

Дәріс №6

Тақырып:Атмосфераның жоғарғы қабаттарының химиясы және олардың ластану мәселелері.

Атмосфера – аспан денесін қоршаған газды қабықша. Атмосфера қалындығы – шамамен жер бетінен 2000-3000 км. Атмосферадағы ауаның жиынтық массасы – $(5,1\text{-}5,3)\cdot10^{18}$ кг. Оның ішінде құрғақ ауа массасы – $5,1352\pm0,0003\cdot10^{18}$ кг құрайды, орташа су буларының жалпы массасы $1,27\cdot10^{16}$ кг тең. Атмосфераның сипаттамасы өлшеміне, массасына, температурасына, берілген аспан денесінің химиялық құрамы мен айналу жылдамдығына тәуелді және де пайда болу кезеңінен бастап оның қалыптасу тарихымен анықталады. Жер атмосферасы ауа деп аталатын газ қоспасымен түзілген. Оның негізгі құраушылары – шамамен 4:1 қатынасындағы азот және оттегі.

Адамға негізінен атмосфераның төменгі қабатының (15-25 км) күй әсерін көрсетеді, себебі нақты төменгі қабатта ауаның негізгі массасы жинақталған. Атмосфераны зерттейтін ғылым метеорология деп аталады, бірақ та бұл ғылымның нысаны ауа-райы және оның адамға әсері де болып табылады.

Жер атмосферасының жалпы сипаттамасы.

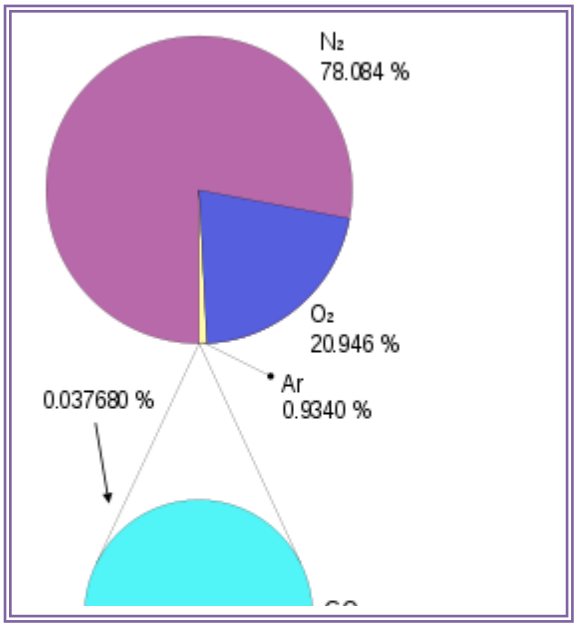
Өлшемі. Әзірге тік ұшақ – зондтар мен жасанды серіктер жер радиусынан бірнеше есе асып түсетін қашықтықтағы атмосфераның сыртқы қабатын зерттемегенде жер бетінен қашықтаған сайын атмосфера біртіндеп сұйыла бастайды да, жәймендеп планета аралық кеңістікке өтеді деп есептеді. Қазір күннің терең қабатынан энергия ағындары күн жүйесінің сыртқы шегіне дейінгі жер орбитасынан қашық космос кеңістігіне өтетіндігі анықталған. Бұл күн желі ішінде жер атмосферасы шоғырланған ұзартылған «жазық» қалыптастырып, жердің магнит өрісін айналып өтеді. Жердің магнит өрісі Күнге күндізгі жағымен қараумен айтарлықтай үшкірленген және қарама-қарсы түн жағымен Ай орбитасы шегінен ықтимал шығатын ұзын тіл түзеді. Жердің магнит өрісінің шекарасы магнитопауза деп аталады. Күндізгі жағынан бұл шекара бетінен шамамен жеті жер радиусы қашықтығын өтеді, бірақ асқын күн белсенділігі кезеңінде жер бетіне тіпті жақын болып келеді. Магнитопауза бір уақытта жер атмосферасы шекарасы болып та келеді, оның сыртқы қабықшасы магнитосфера деп аталады, себебі онда зарядталған бөлшектер (иондар) шоғырланған, олардың қозғалысы жердің магнит өрісімен байланысты.

Атмосфера газының жалпы салмағы шамамен $4,5\cdot10^{15}$ т құрайды. Осылайша, бірлік ауданға келетін атмосфера «салмағы» немесе атмосфералық қысым теңіз деңгейінде шеамамен 11 т/м² құрайды.

Тіршілік үшін маңыздылығы. Жоғарыда айтылғандардан жерді планета аралық кеңістіктен күшті қорғаныш қабаты бөледі. Космостық кеңістік қуатты күннің ультракүлгін сәулелерін және тағы да қуатты космос сәулелерін өткізеді және радиацияның бұл түрлері барлық тіршілік үшін қауіпті. Атмосфераның сыртқы шекарасында сәуленің қарқындылығы өлімге әкеледі, бірақ оның айтарлықтай бөлігі жер бетінен қашықтағы атмосферамен ұсталады. Осы сәуленің сіңірілуімен атмосфераның, жоғарғы қабатының көптеген қасиеттері және әсіресе онда жүретін электрлік құбылыстар түсіндіріледі.

Ең төменгі, әсіресе, адам өмірі үшін маңызды атмосфераның жерге жақын қабаты жердің қатты, сұйық және газ тәрізді қабатымен бірге байланыста тіршілік етеді. Жердің «қатты» жоғарғы қабаты литосфера деп аталады. Жер бетінің шамамен 72 % мұхит суларымен жабылған.

Құрамы. Атмосфераның төменгі қабаты газ қоспаларынан тұрады (сурет 3.1:1.1). Кестеде келтірілгеннен басқа көп емес қоспа түрінде ауада басқа да газдар: озон, метан, көміртегі оксиді (CO), азот оксиді және күкірт, аммиак сияқты заттар болады.



Атмосфераның жоғары

1-сурет - Құрғақ ауа құрамы

Газ	***Құрғақ ауадағы мөлшері, %***
N_2 азот	78,08
O_2 оттегі	20,95
Ar аргон	0,93
CO_2 көмірқышқыл Газы	0,03
Ne неон	0,0018
He гелий	0,0005
Kr криптон	0,0001
H_2 сутегі	0,00005
X ксенон	0,000009

Атмосфераның жоғары қабатында оттегі молекуласының атомдарға ыдырауына әкелетін өткір Күн сәулесінің әсерінен ауа құрамы өзгереді. Атомдық оттегі атмосфераның жоғары қабатының негізгі компоненті болып табылады. Соңында ең жер бетінен қашықтағы атмосфера қабатында негізгі компоненттер болып ең жеңіл газдар - сутегі және гелий қалады. Себебі заттың негізгі массасы төменгі 30 км қашықтықта шоғырланғандықтан, сол ауа құрамының өзгерісі 100 км аса биіктікте атмосфераның жалпы құрамына айтарлықтай әсерін көрсетпейді.

Энергия алмасу. Күн Жер бетіне келетін басты энергия көзі болып табылады. Күннен шамамен 150 млн. км қашықтықта болатын Жер онымен сәулеленетін энергияның жуықпен ½ млрд біріншіден адамдар «жарық» деп атайтын спектрдің көрінетін бөлігін алады. Осы энергияның көп бөлігі атмосфера және литосферамен сіңіріледі. Сонымен қатар жер негізінен ұзын толқынды инфра қызыл радиация түріндегі энергияны сәулелендіреді. Осылайша жермен атмосфераны қыздыратын Күннен алынатын энергия мен кеңістікке сәулеленетін жылу энергиясының кері ағыны арасында тепе-теңдік орнайды. Бұл тепе-теңдіктің механизмі өте күрделі.

Шаң және газдар молекуласы біртіндеп әлемдік кеңістікке шағылыстыра отырып, жарықты шашыратады. Сонымен бірге келетін радиацияның көп бөлігін бұлттар шағылыстырады. Энергияның бір бөлігі тікелей газ молекулаларымен сіңіріледі, бірақ негізінен тау жыныстарымен, өсімдік және беткі сулармен сіңіріледі. Атмосферадағы су буы мен көмірқышқыл газы көрінетін сәулені өткізеді, бірақ инфра қызыл сәулені сіңіреді. Жылу энергиясы негізінен атмосфераның төменгі қабатында жиналады. Ұқсас эффект әйнек жарықты өткізіп және топырақты қыздыратын жылы жайларда пайда болады. Әйнек инфра қызыл радиация үшін салыстырмалы мөлдір емес болғандықтан парникте жылу жиналады. Атмосфераның төменгі қабатының су буы мен көмірқышқыл газының болуы есебінен қызуын көбінесе жылулық эффект деп атайды.

Атмосфераның төменгі қабатында жылудың сақталуында бұлттылық айтарлықтай рөл атқарады. Егер бұлт шашыраса немесе ауа массасының мөлдірлігі артса, онда Жер беті кедергісіз жылу энергиясын қоршаған кеңістікке сәулелендірген мөлшерге дейін температура еріксіз төмендейді. Жер бетіндегі болатын су күн энергиясын сіңіреді және атмосфераның төменгі қабатына энергияның үлкен мөлшерін шығарумен газ - су буына айнала отырып буланады. Су буының конденсациясы кезінде және осы уақытта бұлттар мен тұман түзілгенде бұл энергия жылу түрінде босап шығады. Жер бетіне жететін күн энергиясының шамамен жартысы су булануына шығындалады және атмосфераның төменгі қабатына түседі.

Осылайша жылулық эффектпен су булануы салдарынан атмосфера төменгі жағынан қызады. Бұнымен көбнесе және жоғары жағынан қызатын және сондықтан да атмосферадан айтарлықтай тұрақтырақ әлемдік мұхит циркуляцасымен салыстырғанда оның циркуляциясының жоғары белсенділігімен түсіндіріледі.

Атмосфераның күн жарығымен жаппай қызуымен қатар оның кейбір қабаттарының айтарлықтай қызуы күннің ультра күлгін және рентген сәулелерінің есебінен жүреді.

Құрылымы. Сұйық және қатты денелермен салыстырғанда газ тәрізді заттарда молекулалар арасындағы тартылыс күші аз. Газ молекулалары арасындағы қашықтықтың көбіне шамасы бойынша егер де оған ешнәрсе кедергі келтірмесе шексіз ұлғаюға қабілетті. Атмосфераның төменгі шекарасы Жер беті болып табылады. Шындығында бұл тосқауыл өткізгіш емес, сондықтан да газ алмасу ауа мен су арасында және тіпті ауа мен тау жыныстары арасында жүреді, бірақ берілген жағдайда осы факторлармен сақтауға болады. Себебі, атмосфера шар тәрізді қабықша болып табылады, оның бүйір шекаралары жоқ, тек планета аралық кеңістік жағынан ашық төменгі және жоғарғы (сыртқы) шекарасы бар. Сыртқы шекара арқылы кейбір бейтарап газдардың ағып кетуі және де қоршаған космостық кеңістіктен заттардың келіп түсуі жүреді. Жоғарғы энергияға ие космос сәулесінен басқа зарядталған бөлшектердің көп бөлігі магнитосферамен ұсталып қалады немесе онымен шашырайды.

Атмосфераға жер бетінде ауа қабықшасын ұстап тұратын жерге тартылу күші әсер етеді. Атмосфералық газдар өзіндік салмағы әсерінен сығылады. Бұл сығылу атмосфераның төменгі шекарасында жоғары, сондықтан да бұнда ауа тығыздығы жоғары. Жер бетінен кез-келген биіктікте ауа қысымы бірлік ауданға келетін жоғары жақтағы баған атмосфераның салмағына тең. Сондықтан да биіктігінен қысым бір сарынмен азаяды және ол тығыздықпен тікелей байланысты болады да ауа тығыздығы биіктігінен азаяды.

Егер де атмосфера биіктігіне тәуелсіз тұрақты құраммен, өзгермеген температурамен идеал газ болса оған тұрақты ауырлық күші әсер етіп, қысым биіктіктің әрбір 100 км 10 есеге азаяр еді. Шын атмосфера шамамен 100 км биіктікке дейін идеал газдан азғантай ерекшеленеді. Одан кейін биіктігінен жәй төмендейді, себебі ауа құрамы өзгереді. Сипатталған пішінге әрбір 100 км биіктікке шамамен 30 % жерге жақын бетінде құраушылары жер бетінен алыстау шамасы бойынша азаюына да ықпалын тигізеді.

Атмосфералық қысымнан ерекшелігі температура биіктігінен үздіксіз төмендемейді. Бұл күннің ультра күлгін радиациясы оттегімен сіңірілгенде жүреді. Бұнда озон газы түзіледі, оның молекуласы оттегінің үш атомынан тұрады (O_3). Ол сонымен бірге ультра күлгін сәулені сіңіреді, сондықтан да озоносфера деп аталатын атмосфера қабат қызады. Жоғарылағанда температура қайтадан төмендейді, себебі онда газдың молекуласы айтарлықтай аз және керісінше энергия сіңіру азаяды. Одан да жоғары қабатта температура қайтадан атмосфераның күннің ең қысқа толқынды ультра күлгін және рентген сәулелерін сіңіруі салдарынан жоғарылайды. Осы қуатты сәуленің әсерінен атмосфераның ионизациясы жүреді, яғни газ молекуласы электрон жоғалтады және оң электр зарядын қабылдайды. Бұндай молекулалар оң зарядталған иондар болады. Еркін электрондар мен иондардың болуы есебінен атмосфераның бұл қабаты электр өткізгіштік қасиетін иемденеді Сұйылған атмосфера планета арлық кеңістікке өтетін биіктікке температура өсе береді деген болжам бар. Жер бетінен бірнеше мыңдаған километр қашықтықта 5000 ^{0}C – тан 1000 ^{0}C – қа дейін температураға ие болуы мүмкін. Бірақ молекулалар мен атомдар өте үлкен қозғалыс жылдамдығына ие, осыған сәйкес температурасы да жоғары, бұл сұйылған газ кәдімгі жағдайда «ыстық» болып

табылмайды.Үлкен биіктіктегі молекулалардың өте аз санынан олардың жиынтық жылу энергиясы үлкен емес.

Осылайша, атмосфера жекелеген қабаттан тұрады (яғни концентрленген қабықша немесе шар тәрізді сериядан), оларды бөлу олардың қандай қасиеті үлкен қызығушылық тудыратынына байланысты.

Тропосфера – бірінші термиялық минимумге дейін жететін атмосфераның төменгі қабаты. (т.м. тропопауза). Тропосфераның жоғарғы шекарасы жыл мезгілі мен георафиялық ендікке (тропикалық ендікте – 18-20 км), қоңыржай ендікте – шамамен 10 км тәуелді. АҚШ ұлттық метеорологиялық қызметі оңтүстік полюс маңында зондтау жүргізіп, тропопауза биіктігінің кезеңдік өзгерісін анықтады. Наурыз айында тропопауза шамамен 7,5 км биіктікте болады. Наурыз айынан тамыз немесе қыркүйек айына дейін тропосфераның еңіссіз салқындауы жүреді және тамыз немесе қыркүйекте қысқа мезгілге оның шекарасы шамамен 11,5 км биіктіке дейін көтеріледі. Одан кейін қыркүйектен желтоқсанға дейін ол тез төмендейді де өзінің төмен мәні – 7,5 км жетеді және бар болғаны 0,5 км шегінде ауытқи отырып, наурызға дейін өзгеріссіз қалады.

Тропосферада негізінен адамдардың тіршілік жағдайын анықтайтын ауа-райы қалыптасады. Атмосфералық су буының көп бөлігі трпосферада жинақталған, сондықтан да біріншіден бұлттар қалыптасады, бірақ мұз кристалдарынан тұратын олардың кейбіреуі жоғарылау қабатта да кездеседі. Трапосфера үшін турбуленттілік және қуатты ауа ағымдары (желдер) және құйындар тән жоғары тропосферада қатаң белгілі бір бағыттағы күшті ауа ағымдары бар.Үлкен емес су бұрылыстарға ұқсас турбулентті иірімдер жәй және тез қозғалатын ауа массасы арасында динамикалық өзара әрекеттесумен тартылуы әсерінен түзіледі. Бұлттылықтың осы жоғары қабаттарында жоқ болғандықтан, бұндай турбуленттілікті (ашық аспан турбуленттілігі) деп атайды.

Стратосфера. Атмосфераның жоғарыда жатқан қабатын көбінесе метеорологиялық элементтер аз өзгеретін және жел тұрақтылау соғатын, салыстырмалы тұрақты температурадағы қабат ретінде қате сипаттайды. Стратосфераның жоғары қабаты оттегі және озонмен күннің ульракүлгін сәулесін сіңірген кезде қызады. Стратосфераның жооғарғы шекарасы (старатопауза) ауаның жерге жақын қабаттағы температурасымен сирек сәйкес келетін аралық ең жоғары шекке жете отырып, температура бірнеше артатын қабатта жүргізіледі.

Тұрақты биіктікте ұшуға жабдықталған ұшақ және шар-зондтардың көмегімен жүргізілген бақылаулардың негізінде стратасферада түрлі бағытта соғатын күшті желдермен турбулентті толқулар анықталған. Тропосферадағы сияқты, әсіресе жоғары жылдамдықты ұшқыш аппараттар үшін қауіпті қуатты ауа иірімдері байқалады. Бұрқасынды ағын деп аталатын күшті желдер полюске қарағаң қоңыржай ендіктің шекарасы бойымен тар аймақта соғады, бірақ та бұл аймақ ығысып, жоғалып, қайтадан пайда болуы да мүмкін. Бұрқасынды ағындар әдетте тропопузадан өтіп, тропосфераның жоғарғы қабатында пайда болады, бірақ оның жылдамдығы биіктіктің төмендеуімен тез азяды. Стратосфераға келіп түсетін энергия бөлігі (ең бастысы озон түзіліуіне жұмсалатын) тропосферадағы үрдістерге әсерін көрсетуі мүмкін. Әсіресе, белсенді ауысу стратосфераның ауаның кең ағымдары тропопаузадан төмен қабатта тіркелген ал тропосфералық ауа стратосфераның төменгі қабатына тартылған атмосфералық фронттармен байланысты. 25-30 км биіктікке радиозондты жіберу техникасын жақсартумен байланысты атмосфераның төменгі қабатының тік құрылымын зерттеуде айтарлықтай табыстарға жетті.

Мезосфера. Стратосферадан жоғары орналасқан қабықшадан тұрады, онда 80-85 км дейін тұтастай атмосфера үшін ең аз көрсеткішке дейін температура төмендеуі жүреді. 110 ^{0}С-қа дейін рекордты төмен температура Форт – Черчилледегі (Канада) американдық – канадалық қондырғымен жіберілген метеорологиялық тік ұшақпен тіркелген болатын. Мезосфераның жоғары шегі (мезопауза) газдардың ионизациясы қызуымен бірге жүретін рентген және ең толқынды ультра күлгін сәулесін белсенді сіңіру облысының төменгі шеарасымен сәйкес келеді.

Полярлы аудандарда жазда мезопаузада үлкен ауданды алатын, бірақ азғантай тігінен дмитын көбінесе бұлтты жүйе пайда болады. Түн бойы жарқырайтын осындай бұлттар көбінесе мезосферадағы ірі ауқымды толқын тәрізді ауа қозғалысын байқауға мүмкіндік береді. Осы бұлттардың құрамы, ылғал көзімен ядро конденсациясы, метеорологиялық факторларымен байланысы және динамикасы әзірге әлі жеткіліксіз зерттелген.

Термосфера. Үздіксіз температура жоғарылайтын атмосфера қабатынан тұрады. Оның қуаты 600 км жетуі мүмкін. Қысым және соған сәйкес газ тығыздығы биіктікпен тұрақты азаяды. Жер бетіне жақын маңда 1м^3 ауада шамамен 2,5*10^{25} молекула, шамамен 100 км биіктікте термосфераның төменгі қабатында шамамен 10^{19}, шамамен 200 км биіктіктікте ионосферада -5*10^{15} және есептеулер бойынша шамамен 850 км биіктікте жуық мөлшерде 10^{12} молекула кездеседі. Планета аралық кеңістікте молекула концентрациясы 1м^3 10^8-10^9 құрайды.

Шамамен 100 км биіктікте молекула саны көп емес және олар өзара сирек соқтығысады. Хаосты қозғалыстағы малекуланың басқа сондай молекуламен соқтығысқанға дейін игеретін орташа қашықтығы оның еркін жүрісі деп аталады. Осы шаманың малекула аралық немесе атом аралық соқтығысуларының ықтималдығымен айтарлықтай артатын термосфера мен жоғарыда орналасқан экзосфера қабықша аралығы шекарасында жаткан қабат термопауза деп аталады.Термопауза жер бетінен шамамен 650 км қашықтықта жатыр. Белгілі бір температурада молекуланың қозғалыс жылдамдығы оның массасына тәуелді, аса жеңіл малекулалар ауырынан тез қозғалады. Еркін жүрісі өте қысқа төменгі атмосферада олардың молекулалық салмағы бойынша газдардың айтарлықтай бөлінуі байқалмайды, бірақ ол 100 км аса байқалады. Бұдан басқа күннің рентген жане ультра күлгін сәлелерінің әсіерінен оттегі малекуласы атомдарға ыдырайды, олардың массасы молекула массасының жартысын құрайды. Сондықтан да Жер бетінен алыстаған сайын атомдық оттегі атмосфера құрамында одан да аса маңыздылыққа ие болады жане шамамен 200 км биіктікте оның басты компоненті болады. Жер бетінен шамамен 1200 км қашықтықтан жоғары жеңіл газдар гелий жане сутегі басым. Осылардан атмосфераның сыртқы қабықшасы тұрады. Диффузды қабаттану деп аталатын салмағы бойынша осылай бөлу центифуга көмегімен қоспаларды бөлуді еске түсіреді.

Бейтарап газдардың қасиеті мен темпертура өзгерісі негізінде бөлінетін атмосфераның сыртқы қабаты **экзосфера** деп аталады. Экзосферада молекулалар мен атомдар ауырлық күші әсерінен баллистикалық орбита бойынша жерді айналады. Осы орбиталардың кейбіреуі параболалық және ұшқыш снарядтар траекториясына ұқсас. Молекулалар Жер айналасын жер серіктер сияқты эллипстік орбита бойынша айналуы мүмкін. Кейбір молекулалар негізінен сутегі жане гелий ашық траекторияға ие және космостық кеңістікке кетеді. Атмосфера құрамы 4.1.1.2 суретте келтірілген.

