

№ 4 дәріс

V - A топша элементтері

Дәрістің жоспары:

1. V A – топша элементтеріне жалпы сипаттама.
2. Азот, фосфор, мышьяк, сурьма, висмут және олардың қосылыстарының таралуы, алынуы, физикалық және химиялық қасиеттері

VA-топша элементтері. Жалпы сипаттама. VA –топша элементтеріне бейметалл - азот пен фосфор және оларға ұқсас мышьяк, сурьма, висмут жатады. Бұл элементтер атомдарының сыртқы электрондық деңгейінде бес электрон бар s^2p^3 . s –электрондар жұп, ал p –электрондар дара $\uparrow\downarrow \uparrow\uparrow\uparrow$.

Сол себепті олардың тотығу дәрежелері +3 және s -электрондар даралануы нәтижесінде +5 болады. Сонымен қатар сутегімен олар қосылғанда – 3 тотығу дәрежесін көрсетеді. Бұл элементтердің кейбір қасиеттері 1 – кестеде келтірілген.

1 -кесте. VA – топша элементтерінің қасиеттері

Қасиеттері	N	P	As	Sb	Bi
Рет нөмірі	7	15	33	51	83
Салыстырмалы атомдық масса, а.м.б.	14,0	30,97	74,92	121,76	208,98
Валенттілік электроны	$2s^22p^3$	$3s^23p^3$	$4s^24p^3$	$5s^25p^3$	$6s^26p^3$
Атом радиусы, нм	0,071	0,13	0,148	0,161	0,182
Салыстырмалы электртерістілік	3,07	2,10	2,20	1,82	271,3
Балқу температурасы, °C	-210	44,10	844	631	272

Рет нөмірі өскен сайын бұл элементтердің бейметалдық қасиеті төмендеп, металдық қасиет пайда болады. Азот, фосфор – типтік бейметалл болса, сурьмада екі қасиет те бірдей білінеді. Ал висмуттың металдық қасиеті басым. Олар оксидінде +5 тотығу дәрежесін көрсетеді $\text{Э}_2\text{O}_5$. Азот пен фосфор оксидтері қышқылдық (HNO_3 , H_3PO_4), сурьма мен висмут оксидтері амфотерлі, ал висмут оксиді негіздік қасиет көрсетеді. Бұл топшада элементтері галогендермен ЭГ_3 қосылыстар түзеді.

VA –топша элементтерінің ішінде азот, фосфор және мышьяқтың маңызы зор. Оларды жеке қарастырған жөн.

Азот. Азот деген сөз гректің – «тіршілікті қолдамайды» деген сөзінен шыққан. Шындығында таза азот атмосферасында тіршілік болмайды. Ал оның таңбасы N - латынша нитрогениум, яғни селитра тудырғыш – деген сөзден шыққан.

Табиғатта азот көбінесе бос күйінде болады. Ол жер атмосферасының көлем бойынша 78% алып жатыр.

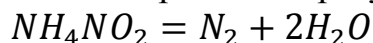
Азот байланысқан күйде біршама топырақта, органикалық заттар құрамында болады. Топырақтағы бактериялар (азотбактерия) органикалық қосылыстағы азоттың тұздарына – нитраттарға айналдырады. Сөйтіп, өсімдіктер азотты топырақтан нитраттар күйінде сіңіреді.

Ол өсімдік белогі құрамына кіреді. Жануарлар азотты өсімдік арқылы алады. Олардың организмінде 1-10%, ал жүн мен мүйізде 15%-ке дейін азот болады. Тірі организм құрамындағы белокқа азот кіреді. Азотсыз белок жоқ, ал белоксыз – өмір жоқ. Осыдан азоттың Жердегі өмір үшін қандай маңызы барын түсінуі қиын емес.

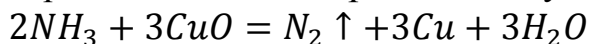
Сонымен қатар азот көмір, торф және нитрат құрамында табиғатта кездеседі. Натрий нитратының ең бай қоры Оңтүстік Америкада Чили жағалауында.

Азоттың алынуы, қасиеті, қолданылуы. Өнеркәсіпте азотты ауадан алады. Алдымен ауаны қысып сұйыққа айналдырады, содан соң біртіндеп қысымды азайтқанда қайнау температурасы жоғарылау азот бірінші ұша бастайды.

Зертханада азотты аммоний нитритін ыдырату арқылы алады:



Аммиакты қыздырылған мыс оксиді үстінен өткізу кезінде азот бөлінеді:



Азот – иіссіз, түссіз, ауадан шамалы жеңіл газ. Суда нашар ериді. Сұйық азот $-195,8^{\circ}C$ -та қайнайды, $-210^{\circ}C$ -та қатады.

Азот тыныс алу, жану процесін «қаламайды». Ол улы емес. Жан-жануардың адам тыныс алуы үшін оттегінің алынуы үшін таза оттегінің де жарамайтыны белгілі. Демек, тыныс алу процесінде ауа құрамындағы азоттың да белгілі бір рөлі бар.

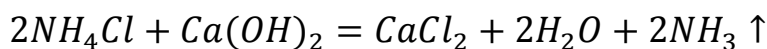
Әдетте, азот молекуласы өте тұрақты, ешбір затпен әрекеттеспейді. Оның себебі молекула құрамында үш жұп байланыстың болуында:

$N \equiv N$. Дегенмен, өте жоғары температурада қыздырған кезде азот металдармен нитридтер, оттегімен оксидтер, сутегімен аммиак түзіп әрекеттеседі.

Азот инертті болғандықтан электр лампаларын толтыру, болат бұйымдарының бетін қаптау үшін қолданылады. Өнеркәсіпте азот аммиак және кальций цианамиді сияқты аса қажет қосылыстар өндіру үшін қолданылады. Зертханада сұйық азотты «Дюар ыдысы» деп аталатын ыдыста немесе арнайы баллондарда сақтайды.

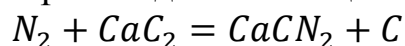
Сұйық азот ұшқан кезде өте төмен ($-198,5^{\circ}C$) температура беретіндіктен, оны кейбір микроорганизмдерді сақтау үшін пайдаланады.

Аммиак. Азот сутегімен бірнеше қосылыс түзеді. Олардың ішінде ең маңыздысы – аммиак. Оны зертханада аммоний хлоридін кальций гидроксидімен қосып қыздыру арқылы алады:

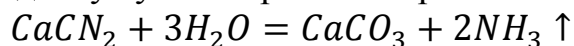


Өнеркәсіпте аммиак өндіру атмосферадағы бос азотты байланыстырудың бірден-бір жолы. Бұрын азоттың минералы ретінде тек Чили селитрасы $NaNO_3$ белгілі болатын. Аммиак өндіру атмосферадағы азотты минерал

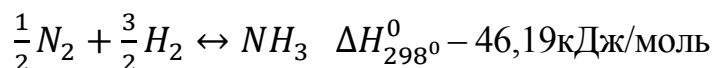
қосылыстары күйінде айналдыруға мүмкіндік береді. Алғаш аммиакты цианамид әдісі арқылы алып жүрді. Ол үшін алдымен кальций цианамиді $CaCN_2$ алынады.



Кальций цианамидін су буымен әрекеттестіріп аммиак алады:



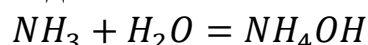
Қазіргі кезде аммиакты синтез әдісімен – азот пен сутегін әрекеттестіріп алады:



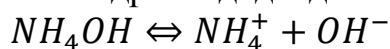
Реакция теңдеуінен оның экзотермиялық процесс екені көрініп тұр. Демек температураны өсіру аммиак синтезіне кері әсер етеді. Соған орай процесті біршама төмен температурада $500-550^0\text{C}$ катализатордың қатысуымен, аса жоғары қысымда жүргізеді.

Аммиак – өткір иісті, түссіз газ. Ауадан жеңіл. Ол өте улы. Аммиак – $33,4^0\text{C}$ -та сұйыққа айналады. Ал $77,8^0\text{C}$ -та қатады. Оны арнайы цистерна мен баллондарда сақтап, тасымалдайды.

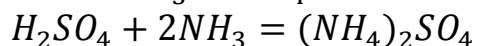
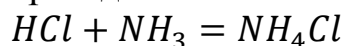
Аммиак суда өте жақсы ериді. Судың 1 көлемінде аммактың 71 көлемі ериді. Аммактың концентрлі (25%) ерітіндісін мүсәтір спирті дейді. Суда еріген кезде аммиак сумен әрекеттеседі.



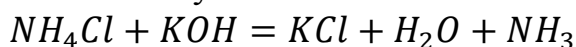
Судағы ерітіндісі сілтілік орта көрсетеді. Өйткені түзілген NH_4OH сілті болып табылады. Оны аммоний гидроксиді дейді. NH_4^+ –ионы аммоний катионы.



Аммоний гидроксиді - әлсіз негіз. Қышқылдармен қосылып аммоний тұздары деп аталатын тұздар түзеді. Бұл тұздар аммиак пен қышқылдың қосылуы нәтижесінде де түзіледі:



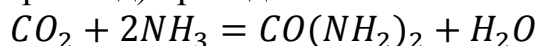
Аммоний тұздары суда ерігіш, кристалл заттар. Оларға тән реакция – сілті қосып қыздырғанда аммиак бөлінуі:



Бұл реакция арқылы минерал тыңайтқыштары арасынан аммоний тұздарын анықтайды.

Аммоний тұздары ауыл шаруашылығында қолданылады. Олар өте жақсы минерал тыңайтқыштар: $(NH_4)_2SO_4$, $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2 HPO_4$ т.б.

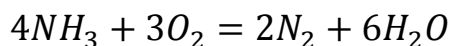
Аммиакты көміртегі (IV) оксидімен қосып қыздырған кезде аса маңызды қосылыс – мочеина (карбамид) түзіледі:



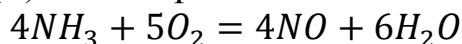
Карбамид минерал тыңайтқыш және мал азығында қоспа ретінде қолданылады.

Сонымен қатар халық шаруашылығында аммоний хлориді NH_4Cl және аммоний нитраты NH_4NO_3 пайдаланылады.

Аммиак - химиялық тұрғыдан активті қосылыс. Онда азот -3 тотығу дәрежесін көрсетеді. Сондықтан, аммиак - өте жақсы тотықсыздандырғыш. Ол ауада жақсы жанады:



Егер бұл реакцияны катализатордың (Pt) қатысуымен жүргізетін болса, онда таза азот емес азот (II) оксиді түзіледі:



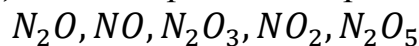
Бұл реакцияның орны өнеркәсіпте өзгеше. Осы реакция арқылы азот қышқылын өндіруге болады.

Сұйық аммиак буланған кезде айналаны суытады. Оның осы қасиетін тоңазытқыш жасауда пайдаланады.

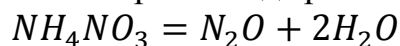
Сұйық аммиак - өте құнды концентрлі тыңайтқыш.

Аммиак молекуласында байланыс түзуге қатыспайтын бір жұп электрон бар. Сол себепті ол көптеген донолы - акцепторлы байланыстар түзіп, көптеген комплексті қосылыстар құрамына лиганд түрінде кіреді.

Азоттың оттекті қосылыстары. Азот бірнеше оксидтер түзеді:

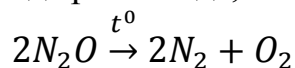


Азот (I) оксидін аммоний нитратын ыдыратып алуға болады:



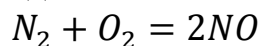
Азот (I) оксиді - тәтті дәмі бар, ұнамды иісті газ. Ол - тұз түзбейтін оксид. Суда нашар ериді және онымен әрекеттеспейді.

Азот (I) оксидін аздап қыздырған кезде, ол оттегі мен азотқа ыдырайды:

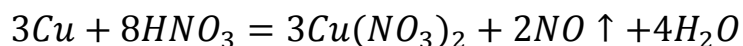


Сондықтан тұтанған шырпы азот (I) оксидінде ауадан да жақсы жанады. Азот (I) оксиді нерв жүйесіне әсер етеді. Оны «көңілдендіргіш» газ деп атайды. Ол медицинада наркоз ретінде қолданылады.

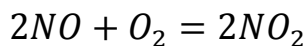
Азот (II) оксиді NO-суда аз еритін түссіз газ. Оны азот пен оттегімен 1000⁰C температурада алуға болады:



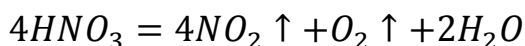
Бұл газ атмосферада найзағай кезінде түзіледі. Зертханада азот (II) оксидін сұйытылған азот қышқылымен мысқа әсер етіп алуға болады:



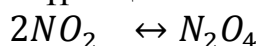
Азот (II) оксиді - тұз түзбейтін оксид. Ол ауада өз бетімен тотығады.



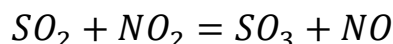
Химия өнеркәсібі үшін бұл оксидтің (NO) маңызы зор. Ол азот қышқылын өндірудің бір сатысының шикізаты болып табылады. Ол азот қышқылы ыдырағанда бөлінеді. Сондықтан азот қышқылы сарғыш болып тұрады:



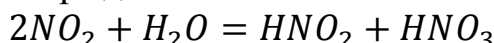
Әдетте азот (IV) оксиді екі түрлі қосылыстың қоспасы болады:



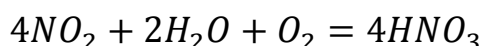
-11,2⁰C-та ол толық N_2O_4 түрінде, 140⁰C-та тек NO_2 түрінде болады. Оның димер түрі N_2O_4 ақ кристалл зат. Азот (IV) оксиді күшті тотықтырғыш. Көптеген жай заттар (көмір, күкірт, фосфор) азот оксидінде жанып кетеді. Ол күкірт (IV) оксидін тотықтырады:



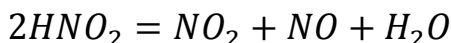
Азот (IV) оксиді суда ерігенде онымен химиялық әрекеттесіп екі түрлі – азот және азотты қышқыл түзеді:



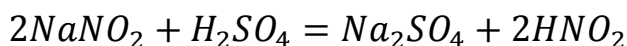
Ал оны оттегімен қосып суда ерітсе тек азот қышқылы түзіледі:



Азот (III) оксиді N_2O_3 – төмен температурада көк түсті сұйық зат. Оған азотты қышқыл HNO_2 сәйкес келеді. Азотты қышқыл әлсіз. Ол тек судағы ерітінді түрінде ғана белгілі. Ерітіндіні қойылтып бөліп алуға тырысқан кезде ол оксидтерге ыдырап кетеді:



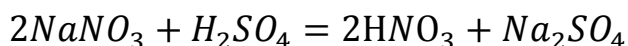
Азотты қышқылды оның тұзынан алуға болады.



Азотты қышқылдың тұздарын нитриттер дейді. Органикалық синтез, бояу және дәрі-дәрмек өндіру үшін натрий нитритінің ($NaNO_2$) маңызы зор.

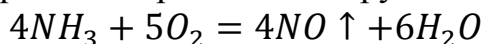
Азотты қышқылда азоттың тотығу дәрежесі аралық (+3) болғандықтан ол тотықтырғыш та, тотықсыздандырғыш та бола алады.

Азот (V) оксиді N_2O_5 және азот қышқылы HNO_3 . Азоттың оттегімен түзетін ең жоғарғы оксиді N_2O_5 . Ол - қатты гидроскопиялық қосылыс. Суда ерігенде онымен химиялық түрде әрекеттесіп азот қышқылын HNO_3 түзеді. Азот қышқылы ең маңызды қосылыстарының бірі болып табылады. Оны концентрлі күкірт қышқылымен азот қышқылының тұзына әсер етіп алады:

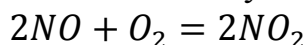


Бұрын бұл азот қышқылын өндірудің бірден бір тәсілі болатын. Оны алу үшін Чили селитрасы ($NaNO_3$) пайдаланылатын. Кейін азот қышқылын аммиактан алу тәсілі табылды. Ол үш сатыдан тұрады.

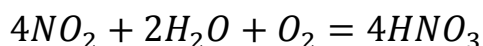
1. Аммиакты катализатор қатыстырып тотықтыру:



2. Азот (II) оксидінің азот (IV) оксидіне тотығуы:



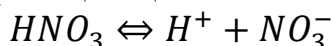
3. Азот (IV) оксидінің оттегінің қатысуымен суда еріп, азот қышқылының түзілуі:



Бұл тәсіл үшін қажет аммиакты цианамидтен немесе синтездеп ($N_2 + H_2$) алуға болады. Дегенмен, синтездеп алынған аммиак әлі де болса қымбатқа түседі. Сондықтан азот (II) оксидін «ауаны жағу» жолымен алу көзделіп отыр. Оны электрлік доға шеңберінде, ядролық реакторды іске асыруға болады.

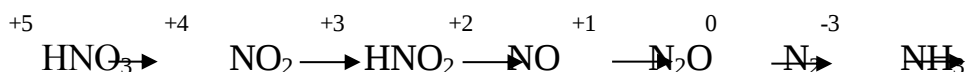
Химиялық таза азот қышқылы – түссіз сұйық зат. Ол $+86^{\circ}C$ -та қайнайды, $-4^{\circ}C$ -та қатады. Меншікті салмағы $1,53\text{г/см}^3$. Ол суды жақсы сіңіреді, ауада түтінденеді. Азот қышқылы сумен кез келген мөлшерде араласады. Өнеркәсіп 68% (меншіктік салмағы $1,4\text{ г/см}^3$) азот қышқылын өндіреді.

Азот қышқылы - өте күшті қышқыл.

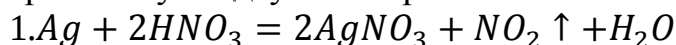


Ол қыздыру, күн сәулесі әсерінен ыдырайды. Сондықтан, оны салқын, қараңғы жерде сақтау қажет.

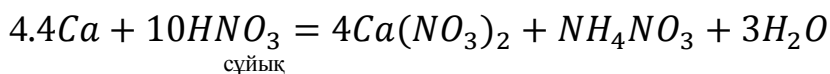
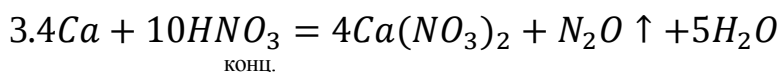
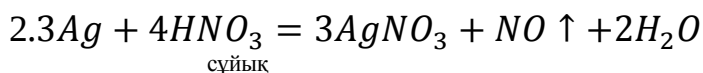
Азот қышқылында азот $+5$ тотығу дәрежесін көрсететіндіктен, ол өте күшті тотықтырғыш. Химиялық реакция кезінде тек тотықтырғыш болады да, тотықсызданады:



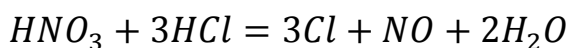
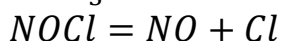
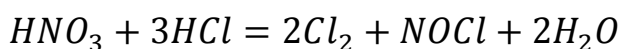
Азот қышқылы металдармен әрекеттескенде сутегі бөлінбейді. Металдың активтігіне, қышқылдың концентрациясына байланысты азоттың әр түрлі тотығу дәрежесін көрсететін қосылыстар түзеді. Мысал ретінде бірнеше металмен әрекеттесу теңдеуін келтірейік:



конц.



Концентрлі азот қышқылы темірге, хромға әсер етпейді. Оларды пассивтендіреді. Азот қышқылына тұз қышқылын (1:3) қосқан кезде тотықтырғыш қасиеті одан да күшейе түседі. Бұл қоспа еш нәрсе ерімейтін, металдардың «патшасы» - алтынды да ерітеді. Сондықтан бұл ерітіндіні «патша суы» деп атайды. Тотықтырғыш қасиетінің артуын қоспада атомдық хлордың пайда болуымен түсіндіреді.



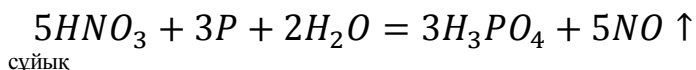
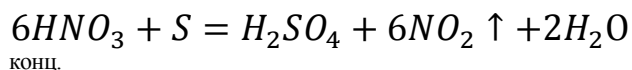
Алтын хлормен әрекеттесіп алтын хлорсутегі қышқылын түзеді:



Жүретін реакция теңдеуін түгелдей былай жазуға болады:



Көптеген бейметалдар (күкірт, фосфор, көміртегі) азот қышқылында тотығады:



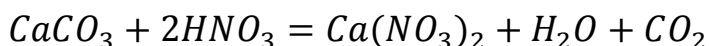
Азот қышқылы көптеген органикалық заттарды күйдіреді. Қызған ағаш ұнтағы, мақта, қағаз азот қышқылы тисе от алып кетеді. Азот қышқылымен зертханада жұмыс жүргізгенде өте сақ болу қажет.

Химия өнеркәсібі азот қышқылын көп мөлшерде өндіреді. Ол азотты тыңайтқыштар, пластмассалар, жасанды жібек, бояу, жарылғыш заттар, дәрі-дәрмек алу үшін қажет.

Нитраттар. Азотты тыңайтқыштар. Азот қышқылы бір негізді болғандықтан нитраттар деп аталатын қалыпты тұздар түзеді. Барлық дерлік нитраттар суда жақсы ериді. Олар әдепкі жағдайда тұрақты, ал қыздырған кезде ыдырап оттегін бөледі. Нитрат құрамына кіретін металдың активтігіне орай басқа да өнімдер түзіледі. Активтік қатарда магнийдің сол жағында орналасқан металл нитраттары ыдырағанда оттегімен қатар нитриттер, магнийден мысқа дейінгі металл нитраттары ыдырағанда азот (IV) оксиді, ал мыстың оң жағында орналасқан металл нитраты – бос күйде металл, азот (IV) оксиді түзіледі.

Натрий, калий, аммоний және кальций нитраттарын азотты тыңайтқыш ретінде қолданады. Оларды селитралар деп атайды. Натрий селитрасында ($NaNO_3$) 15-16% азот, аммоний селитрасында NH_4NO_3 34% азот, кальций селитрасында $Ca(NO_3)_2$ 13% азот болады. Ал калий селитрасында өсімдікке қажетті екі элемент – азот және калий бар. Азот мөлшері 13%, ал калий мөлшері K_2O -ға шаққанда 46%. Ол минералды тыңайтқыш ретінде және қара оқ-дәрі жасау үшін қолданылады. Қара оқ-дәрі құрамында 75% KNO_3 , 15% көмір, 10% күкірт кіреді.

Азоттың табиғатта айналуы. Топырақта азоттың едәуір бөлігі өсімдік сіңіре алмайтын органикалық заттар құрамында болады. Органикалық зат құрамындағы азот кейбір бактериялар көмегімен аммиакқа айналады. Аммиак топырақтағы қышқылдармен әрекеттесіп, өсімдік сіңіре алатын тұздар түзеді. Аммиактың біраз бөлігі топырақтағы нитрлеуші бактериялар көмегімен азот қышқылына айналады, ол топырақтағы карбонатпен әрекеттесіп селитра түзеді:



Ауадағы азот кейбір бұршақ тұқымдас өсімдіктердің тамырында болатын бактериялар әсерінен топыраққа өтеді. Бұл бактериялар ауадан азотты сіңіріп, одан бұршақ тұқымдастар белоктық зат түзеді. Сонымен қатар топырақта ауадан азотты сіңіретін бактериялар болады. Бұл бактериялар өлген соң азот топыраққа сіңіп минералданады. Ауадағы азоттың топыраққа түсуінің тағы бір себебі,

атмосферадағы найзағай кезінде азот оксидтері түзіледі де жауынмен еріп азот қышқылына айналады. Азот қышқылы топырақта нитраттар береді.

Сонымен қатар азоттың ауаға бөліну процестері де жүріп отырады. Олар – белоктық заттардың шіруі, ерімтал нитраттардың топырақтан шайылуы, топырақтағы денитрлеуші бактериялардың нитраттарды ыдыратып, түзілген азоттың ауаға бөлінуі.

Сөйтіп топырақтағы азот мөлшері кемімеу үшін оның топырақтан бөліну процесі мен топыраққа сіңірілу теңесіп тұрады. Алайда, ауылшаруашылығы өнімдерін жинаған кезде, өніммен бірге топырақта біраз нитраттар да кетеді. Оны толықтыру үшін азотты тыңайтқыштар пайдаланылады. Оларды органикалық және минералды тыңайтқыштар түрінде қолданады. Азотты тыңайтқыштардың қолдану мөлшерін топырақтың қасиетіне сай есептеп пайдаланылады. Оны сақтамау өсімдік өнімдерінде нитраттар мөлшерінің көбеюіне, өнім сапасының төмендеуіне әкеліп соғады. Қазіргі кезде әр ауылшаруашылығы өнімдерін қабылдау кезінде құрамындағы нитрат мөлшері анықталады.

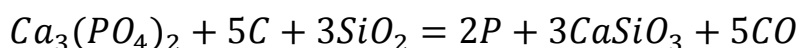
Фосфор. *Табиғатта таралуы.* Табиғатта фосфор сирек кездеседі. Ол – өсімдік пен жануар белоктарының құрамына кіреді. Өсімдікте фосфор жемістері мен ұрықтарында, ал жануарларда нерв тканьдерінде, бұлшық еттерде және сүйектерде болады. Мысалы, адам организмінде 1,5 кг-ға дейін фосфор бар. Оның 1,4 кг сүйекте, 130 г бұлшық етте, 12 г нерв тканьдерінде. Фосфор организмде тұқым қуалаушылыққа әсер етеді. Фосфорды академик Е.А.Ферсман «өмір мен ой элементі» деп атаған.

Фосфор белсенді элемент болғандықтан жеке күйінде табиғатта кездеспейді. Ол, көбінесе, апатит – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaF}_2(\text{CaCl}_2)$, фосфорит – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ түрінде кездеседі. Апатит пен фосфорит тау жыныстары арасында болады. Тау жыныстары мүжілу нәтижесінде ондағы фосфорит пен апатит топыраққа түседі. Олар топырақтың қышқылдығы әсерінен еріп өсімдіктерге сіңеді. Сөйтіп, өсімдік арқылы фосфор мал және адам организміне түсіп, биохимиялық айналымға араласады.

Органикалық заттар шіріген кезде фосфор қайтадан топыраққа оралады. Ол жерде арнайы фосфор – бактериялар оны минерал қосылыстарға айналдырады. Тірі организмдерде фосфор фосфат анионы түрінде нуклеин қышқылдарының құрамына кіріп, тірі организмнің тұқым қуалау қабілетіне әсер етеді.

Біздің еліміз фосфорлы кенге аса бай. Кола түбегінде апатиттің мол қоры, Қазақстанда Қаратау фосфорит кеніші бар. Қаратау кеніші негізінде Тараз қаласында суперфосфат, фосфор өндіретін заводтар жұмыс істейді.

Алынуы және қасиеті. Фосфорды апатиттен не фосфориттен алады. Фосфортті құм (SiO_2) және көмір қосып қыздырады. Түзілген фосфор кальциймен әрекеттеспеу үшін құм SiO_2 қосады. Реакция теңдеуін жалпы түрде былай жазуға болады:



Фосфор бу күйінде қабылдағышта суытылып жиналады.

Грек тілінде фосфор – «сәуле беруші» деген сөз. Оның себебі фосфор қараңғыда өздігінен сәуле шығарады.

Фосфор – ақ, қызыл және қара, яғни аллотропиялық түрде болады.

Ақ фосфор – таза күйінде мөлдір кристалл зат. Ол 44⁰С-та балқиды, 280,5⁰С-та қайнайды. Қараңғыда сәулеленеді, тіпті өздігінен жанып кетеді. Сондықтан оны судың астында сақтайды. Ақ фосфор суда ерімейді, ол органикалық еріткіштерде (күкіртті көміртегі) жақсы ериді. Ақ фосфор улы зат. Ол химиялық тұрғыдан өте активті.

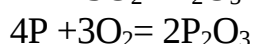
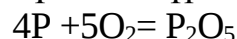
Қызыл фосфор – ақ фосфорды ауа қатыстырмай 250-300⁰С-та қыздырғанда пайда болады. Ол – қызыл-қоңыр түсті ұнтақ зат. Ақ фосфорға қарағанда активсіз. Улы емес. Ауада біршама тұрақты.

Ақ фосфорды жоғары қысымда 200⁰С-та қыздырған кезде ол қара фосфорға айналады. Ол - графитке ұқсас, қара зат. Жартылай өткізгіш қасиеті бар.

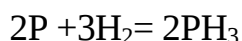
Фосфордың көп мөлшері фосфорорганикалық пестицидтер (тиофос, карбофос, хлорофос) алуға жұмсалады. Ақ фосфорды оталғыш снарядтар мен бомбаларда пайдаланады. Фосфор өте көп түтінденіп жанады, сол себепті оны түтіндеткіш аспаптарда, гранаталарда қолданады. Қызыл фосфорды сіріңке өнеркәсібінде көп пайдаланады. Оны сіріңке қорабына жағылған қоспаға араластырады.

Фосфор сутегімен және металдармен – 3, ал оттегімен +3,+5 тотығу дәрежелерін көрсетеді (PH₃, Ca₃P₂, P₂O₅, P₂O₃).

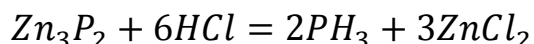
Фосфор ауада жанғанда фосфор (V) оксидін түзеді. Фосфорды оттегін жетістірмей біртіндеп қыздырған кезде фосфор (III) оксиді, P₂O₃ түзіледі. Фосфордың оксидтері димерленген күйінде жүреді, яғни P₄O₆, P₄O₁₀



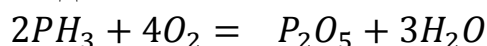
Фосфор сутегімен қосылып фосфин – PH₃ түзеді. Одан да басқа P₂H₄, P₆H₁₂ сияқты қосылыстары бар.



Фосфин аммиакқа ұқсас газ тәрізді. Оны мырыш фосфидіне Zn₃P₂ күшті қышқылдармен әсер етіп алады:



Фосфин – сарымсақтың иісіндей иісі бар, түссіз, улы зат. Ол ауада жанып фосфор (V) оксидіне айналады:

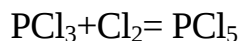
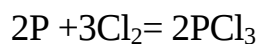


Фосфиннің аммиакқа қарағанда негіздік қасиеті нашар. Дегенмен ол да қышқылдармен әрекеттесіп фосфоний тұздарын түзеді:



Мұнда PH₄⁺-фосфоний ионы аталады.

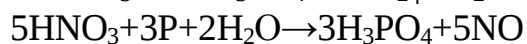
Реакция жағдайына байланысты фосфор хлормен (70⁰С) әрекеттесіп, фосфор трихлоридін PCl₃ және 300⁰ С-та фосфор пентахлоридін PCl₅ түзеді:



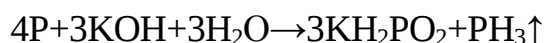
Күкіртпен сульфид түзеді: $2P + 3S = P_2S_3$

Металмен фосфид түзеді: $3Ca + 2P = Ca_3P_2$

Фосфор тотықтырғыштармен фосфор (V) оксиді немесе фосфор қышқылына дейін тотығады:

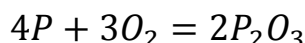


Сілтілерде еру кезінде гипофосфит пен фосфинға дейін диспропорцияланады:

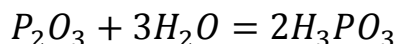


Фосфордың оттекті қосылыстары. Фосфор екі түрлі оксид және соларға сәйкес бірнеше қышқыл түзеді.

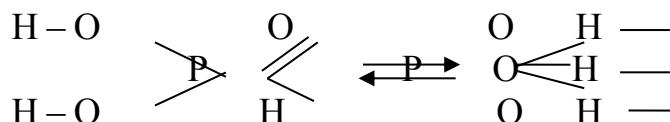
Фосфорды оттегін жетістірмей біртіндеп қыздырған кезде фосфор (III) оксиді, P_2O_3 түзіледі:



Ол төменгі температурада димер түрінде болады P_4O_6 . Фосфор (III) оксиді ақ түсті кристалл зат. Ол бөлме температурасында суда еріп фосфорлы қышқыл түзеді:

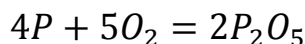


Бұл қосылыстарында фосфордың тотығу дәрежесі +3 болғандықтан, олар күшті тотықсыздандырғыштар болып табылады. Фосфорлы қышқыл суда еритін ақ түсті кристалл. Судағы ерітіндіде ол екі түрлі таутамер түрінде болады :

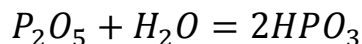


Сілтілер әсерінен тепе-теңдік солға жылжиды да екі негізді қышқыл болып табылады. Оның тұздарын фосфиттер дейді. Ішіндегі белгілілері - NaH_2PO_3 натрий дигидрофосфиті және гидрофосфиті Na_2HPO_3 . Фосфорлы қышқылдың үш сутегі орын алмастырған тұздары белгісіз.

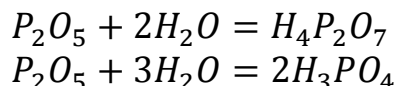
Фосфор ауада жанғанда фосфор (V) оксидін түзеді:



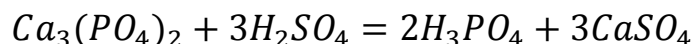
Фосфор (V) оксиді - өте гидроскопиялық ақ түсті кристалл зат. Ол су сіңіргіш зат ретінде қолданылады. Фосфор (V) оксиді өзіне суды біртіндеп сіңіріп, түрлі қышқылдар түзеді. Ол суық суда ерігенде алғашында метафосфор қышқылы түзіледі.



Басқа температурада одан әрі суды сіңірсе пиррофосфор ($H_4P_4O_7$) және ортофосфор (H_3PO_4) қышқылдарына айналады:

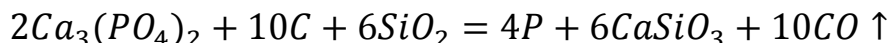


Осы қышқылдардың ішінде ең маңыздысы ортофосфор немесе жай фосфор қышқылы H_3PO_4 . Техникада ортофосфор қышқылын экстракция және термиялық әдіспен алады. Экстракция әдісінде табиғи фосфаттар күкірт қышқылымен өңделеді.

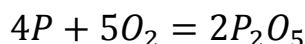


Түзілген фосфор қышқылы біртіндеп тұнбадан бөлініп отырады (экстракция). Бұл әдіс арқылы алынған қышқыл құрамында көптеген қосындылар болады. Оны көбінесе тыңайтқыштар алу үшін пайдаланылады.

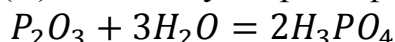
Термиялық әдіс үш сатыдан тұрады. Бірінші сатыда фосфаттарды тотықсыздандырып фосфор алады:



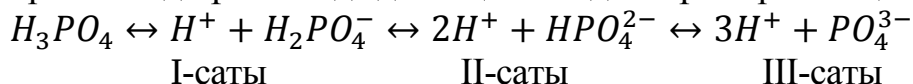
Фосфорды жағып фосфор (V) оксидін P_2O_5 алады:



Ең соңында фосфор (V) оксидін суда ерітіп фосфор қышқылын алады:



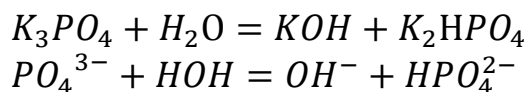
Бұл әдіспен алынған қышқыл таза, концентрлі болады. Таза фосфор қышқылы $42,35^\circ C$ -та балқитын ақ түсті кристалл зат. Ол суда жақсы ериді, улы емес. Суда еріген кезде үш сатыда диссоциаланады. Күші орташа қышқыл:



Ол үш түрлі тұз түзеді. Орта тұздарын фосфаттар деп атайды. Қышқыл тұздарын дигидро (H_2PO_4), гидро (HPO_4) фосфаттар дейді. Мысалы: фосфаттар Na_3PO_4 , $Ca_3(PO_4)_2$; дигидрофосфаттар KH_2PO_4 , $Ca(H_2PO_4)_2$; гидрофосфаттар - Na_2HPO_4 , $CaHPO_4$ т.б.

Барлық дерлік дигидрофосфаттар суда жақсы ериді. Сілтілік металдардың, аммоний гидрофосфаты мен фосфаттарының суда жақсы еритіні белгілі.

Сілтілік металдар ортофосфаттары суда еріген кезде гидролизденіп, ерітінді ортасы сілтілік болады:



Ортофосфор қышқылының тұздары көбінесе, тыңайтқыш ретінде қолданылады. Кейінгі кезде ортофосфор қышқылы негізінде ауыл

шаруашылығында пестицидтер ретінде қолданылатын фосфорорганикалық қосылыстар алынууда.

Фосфордың басқа қышқылдары – ортофосфор қышқылының полимерлері. Олар PO_4 бөлшегінің бір-бірімен оттегі атомы арқылы байланысып үлкен молекулалар түзеді. Көпшілігі әлі бос күйінде алынбаған, бірі полифосфор, кейбіреуі метафосфор қышқылдарына жатады.

Полифосфор қышқылының өкілі $H_4P_2O_7$ (пирофосфор қышқылы). Бұл төрт негізді, ортофосфор қышқылына қарағанда күштірек қышқыл.

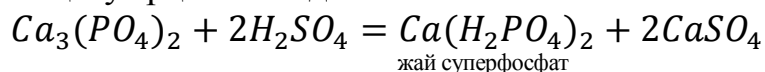
Метафосфор қышқылдарында PO_3 бөлшегі сақина түзіп байланысады. Жалпы формуласы $H_nH_nO_{3n}$. Мұнда n -нің мәні 3-тен 8-ге дейін өзгеруі мүмкін. Қарапайым метафосфор қышқылы HPO_3 . Метафосфор қышқылдары бос күйінде мөлдір қатты заттар. Суда ерігенде сақина түзіп бірігеді. Тұздарынан натрий үшметафосфаты $Na_3P_3O_9$, гексаметафосфаты $Na_6P_6O_{18}$ белгілі. Натрий гексаметафосфаты суда нашар ериді де, гидролизденіп ерітінді ортасын қышқылға айналдырады. Сондықтан ол суды жұмсарту үшін, коррозияға қарсы қолданылады. Метафосфор қышқылы және оның тұздары улы заттар, олардың кейбірі ауылшаруашылығында пестицид ретінде пайдаланылады.

Фосфор тыңайтқыштары. Өсімдік жақсы өсіп, мол өнім беруі үшін фосфордың рөлі орасан зор екені белгілі. Алайда оның топырақтағы мөлшерінің біразы өніммен бірге алынып отырады. Оны жыл сайын толықтырып отыру үшін әр түрлі фосфорлы тыңайтқыштар қолданылады.

Минералды тыңайтқыштар құрамында өсімдікке қажетті бір ғана элемент болса оны бір жақты, ал егер онда бірнеше элемент болса (азот, калий, фосфор) оны комплекс дейді. Комплексті тыңайтқыштар қоспалар және күрделі деп бөлінеді. Қоспалар әр түрлі тыңайтқыштарды араластырып дайындалады. Егер бірнеше элемент қосылыс түрінде болса, оны күрделі дейді.

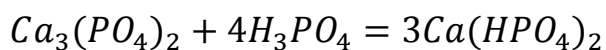
Тыңайтқыштардағы фосфор оның оксидінің P_2O_5 мөлшері арқылы өлшенеді. Фосфорит ұны – майдаланған кальций фосфориті $Ca_3(PO_4)_2$ ақ және сұр түсті ұнтақ. Оның құрамында 16-35% P_2O_5 бар. Өте арзан тыңайтқыш. Фосфорит ұны суда нашар ериді. Сондықтан оны қышқылдығы жоғары топыраққа пайдаланған жөн.

Жай суперфосфат – $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2CaSO_4$. Оны фосфоритке не апатитке күкірт қышқылын қосу арқылы алады:

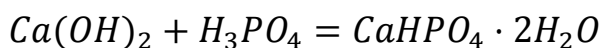


Мұның құрамында 14-20% P_2O_5 болады. Бұл топырақта, суда жақсы еріп, өсімдікке жақсы сіңіріледі. Алайда құрамындағы ерімейтін кальций сульфаты тыңайтқыштың құнын арттырады.

Қос суперфосфат $Ca(H_2PO_4)_2$ – құрамында P_2O_5 жай суперфосфатқа қарағанда екі есе жоғары, яғни 40-50%. Оны алу үшін фосфоритті фосфор қышқылымен өңдейді:



Преципитат $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$. Оны кальций гидроксидімен фосфор қышқылын қосып алады:

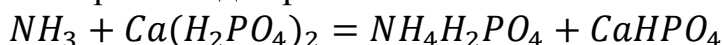


Бұл құрамында 30-35% P_2O_5 бар ақ түсті ұнтақ.

Преципитаттың суда ерігіштігі төмен болғанымен, ол қышқыл топырақта ғана еріп өсімдікке жақсы сіңіріледі.

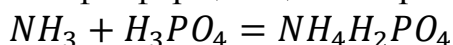
Қазіргі кезде құрамында өсімдікке қажет екі-үш элемент бар (комплекті) тыңайтқыштар кеңінен қолданылады.

Аммонийленген суперфосфат $NH_4H_2PO_4CaHPO_4$ — суперфосфатты аммиакпен әрекеттестірген кезде түзілген өнім:

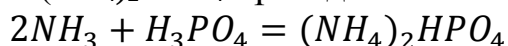


Мұның құрамында 20 проценттей P_2O_5 және 23% азот бар.

Аммофос $NH_4H_2PO_4$ —құрамында азот және фосфор бар күрделі тыңайтқыш. Оны аммиак пен фосфор қышқылын әрекеттестіріп алады:



Бұл тыңайтқыш құрамында 11% азот, 44% P_2O_5 бар. Ол әдетте гранула түрінде шығарылады. Фосфор қышқылымен аммиак әрекеттескенде екі атом сутегі алмаса, диаммафос $(NH_4)_2HPO_4$ түзіледі:



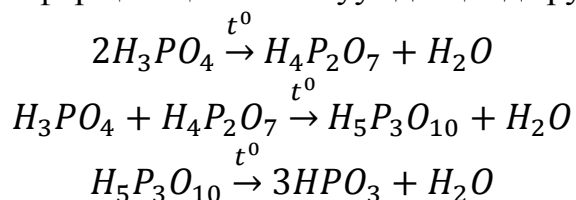
Бұл өте құнды тыңайтқыш. Құрамында 52% P_2O_5 және 20% азот болады.

Тыңайтқыш өндіру кезінде күкірт қышқылының аса көп мөлшері қажет. Кейде фосфорит, фторапатиттерді басқа қышқылмен – азот қышқылымен және термиялық, яғни жылумен өңдеу әдісі қолданылады.

Жергілікті тыңайтқыш ретінде көбінесе, томас шлак пайдаланылады $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaO$. Ол шойынды болатқа айналдыру кезінде түзілетін шлак. Құрамында 10-20% P_2O_5 болады.

Құрамында өсімдікке қажет үш элемент – калий, азот, фосфор бар комплексті тыңайтқышқа нитрофосқа жатады. Ол аммоний гидрофосфатынан $(NH_4)_2HPO_4$, аммоний нитратынан NH_4NO_3 және калий хлоридінен KCl тұрады.

Қазіргі кезде тыңайтқыштар құрамындағы фосфор үлесін неғұрлым көбейту көзделіп отыр. Сол мақсатта таза фосфор қышқылы H_3PO_4 (54% P_2O_5) және сұйық полифосфор қышқылдары қолданылады (76% P_2O_5). Полифосфор қышқылдарын ортофосфор қышқылын вакуумде қыздыру арқылы алады:



Бұл реакциялардан полифосфор қышқылдары түзілу поликонденсация реакциясына жататыны көрініп тұр. Поликонденсация кезінде молекулалар бір-бірімен бірігіп қарапайым зат бөлінеді. Фосфор қышқылы конденсацияланған кезде су бөлінеді. Сонымен, метафосфор (HPO_3), пирофосфор $H_4P_2O_7$, триполифосфор $H_5P_3O_{10}$ қышқылдары политфосфор қышқылдары қатарына жатады.

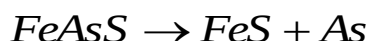
Полифосфор қышқылдары концентрлі сұйық минералды тыңайтқыштар болып табылады. Олардың құрамында өсімдікке қажет фосфор мөлшері 76% P_2O_5 болады. Сонымен қатар сұйық аммиакта минералды тыңайтқыш болып табылады. Оның құрамында 82,3% өсімдікке қажетті азот бар.

Минералды тыңайтқыштардың сапасын арттыру үшін құрамында 10% азот, 34% фосфор бар азот-фосфор қоспасы пайдаланылады. Қажет болған жағдайда оның құрамына калий хлоридін, микроэлементтер, кейде зиянды жәндіктермен күрес үшін пестицидтер де қосады.

Минералды тыңайтқыштар жөнінде агрономия, агрохимия курстарында толық айтылады.

Мышьяк. Мышьяк – элементтердің периодты жүйесінің V тобындағы химиялық элемент, реттік нөмірі – 33, атом салмағы – 74,92. Мышьяк үш түрлі аллотропиялық түр өзгеріс күйінде бола алады: альфа-мышьяк (сұр түсті), бета-мышьяк (қара түсті, амфотерлі зат) және гамма-мышьяк (сары түсті). Әдетте тұрақтысы альфа-мышьяк. Ол – металдық жылтыры бар сұр түсті қатты зат. Электр тогын, жылуды жақсы өткізеді. Қыздырған кезде бірден газға айналады. Буының сарымсактікіндей иісі бар, суда ерімейді. Мышьяк металға ұқсас болғанымен, ол бейметалдық қасиет көрсетеді. Мышьяқтың қосылыстары және дара түрінде улы болып келеді. Онымен улынған адам басы аурып, іші өтіп, жүйке жүйесі қозады. Табиғатта мышьяк сульфидтер түрінде кездеседі. Олардың ішінде аурипигментті As_2S_3 және мышьяқты колчеданды $FeAsS$ атауға болады. Ол бос күйіндеөте сирек кездеседі.

Мышьяқты таза күйінде мышьяқты колчеданды қыздырып алады:

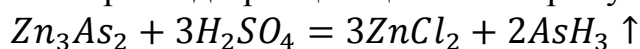


Мышьяк үш түрлі аллотропиялық түр өзгеріс күйінде бола алады: альфа-мышьяк (сұр түсті), бета-мышьяк (қара түсті, амфотерлі зат) және гамма-мышьяк (сары түсті). Әдетте тұрақтысы альфа-мышьяк. Ол – металдық жылтыры бар сұр түсті қатты зат. Электр тогын, жылуды жақсы өткізеді. Қыздырған кезде бірден газға айналады. Буының сарымсактікіндей иісі бар, суда ерімейді. Мышьяк металға ұқсас болғанымен, ол бейметалдық қасиет көрсетеді.

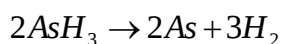
Әдеттегі жағдайда мышьяк активсіз элемент. Қыздырған кезде ол оттегімен, сутегімен және басқа бейметалдармен әрекеттеседі. Ол хлормен хлорид $AsCl_3$, кейбір металдармен – арсенидтер түзеді. Мысалы: кальций арсениді Ca_3As_2 .

Мышьяк оттегімен қосылғанда +3 және +5, ал сутегімен -3 тотығу дәрежелерін көрсетеді.

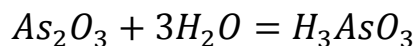
Мышьяк сутегімен бірнеше қосылыс түзеді. Маңыздысы – арсин AsH_3 (мышьяқты сутегі). Оны арсенидтерге қышқылмен әсер ету арқылы алады:



Арсин – түссіз, өте улы газ. Оның сарымсақ иісіндей иісі бар. Ал аммиактан айырмашылығы көп. Арсин сумен, қышқылдармен әрекеттеспейді. Өте тұрақсыз. Ол мышьяк пен сутегіне оңай ыдырайды:



Оттегімен мышьяк екі түрлі оксид түзеді. Мышьяк ауада жанғанда мышьяк (III) оксиді As_2O_3 түзіледі. Ол ақ түсті, суда нашар еритін ұнтақ зат, өте улы. Оны «ақ мышьяк» деп атайды да, ауылшаруашылығында кеміргіштерге қарсы зооцид ретінде қолданады. Мышьяк (III) оксиді суда ерігенде ортомышьякты қышқыл түзіледі.

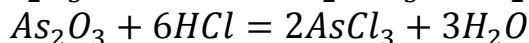
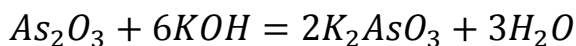


Ортомышьякты қышқыл құрамындағы суды бөлгенде метамышьякты қышқылға $HAsO_2$ айналады да суда тепе-теңдік орнайды:



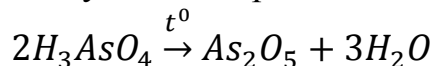
Бұл қышқыл тұздары ортоарсениттер және метаарсениттер деп аталады. Ортомышьякты қышқылдың қалыпты тұздарымен қатар қышқыл тұздары да бар. Мысалы, натрий ортоарсениті Na_3AsO_3 , гидроарсениті Na_2HAsO_3 , дигидроарсениті NaH_2AsO_3

Мышьяк (III) оксиді амфотерлік қасиет те көрсетеді. Ол сілтілермен де, қышқылдармен де әрекеттеседі:

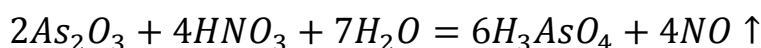


Мышьяқтың +3 тотығу дәрежесін көрсететін қосылыстары тотықсыздандырғыш болып табылады.

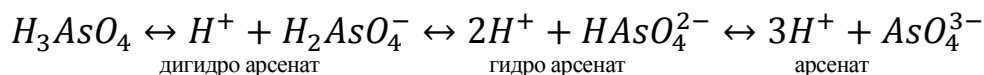
Мышьяк (V) оксиді As_2O_5 – ауада жұмсарып кететін ақ түсті кристалл зат. Оны ортомышьяк қышқылын сусыздандырып алады:



Ол суда еріп ортомышьяк қышқылын түзеді. Алайда, орто мышьяк қышқылын мышьяк (III) оксидін азот қышқылымен (концентрлі) тотықтырып алады:



Ортомышьяк қышқылы суда жақсы еритін ақ түсті кристалл зат. Суда ерігенде сатылы диссоциацияланып үш түрлі анион түзеді:



дигидро арсенат

гидро арсенат

арсенат

Бұл қышқыл күші жағынан ортофосфор қышқылына пара-пар. Оның тұздарының мысалы ретінде натрий арсенатын Na_3AsO_4 , натрий дигидроарсенатын NaH_2AsO_4 , кальций гидроарсеатын $CaHAsO_4$ және т.б. келтіруге болады.

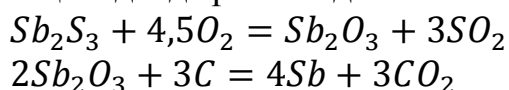
Мышьяқтың барлық қосылыстары улы. Олар ауыл шаруашылығында инсектицид ретінде қолданылады. Калий гидроарсенаты K_2HAsO_4 , аздап медицинада және мал дәрігерлігінде қолданылады.

Мышьякты кейде арнайы қорытпалар алу үшін пайдаланады.

Сурьма мен висмут.

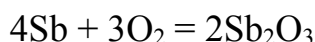
Сурьма -элементтердің периодтық жүйесінің V тобындағы химиялық элемент, атомдық нөмірі 51, атомдық массасы 121,76. Электрондық конфигурация: $4d^{10} 5s^2 5p^3$. Бұл конфигурация сурьманың тотығу және қалпына келу реакцияларына қатысуына мүмкіндік береді. Балқу температурасы: 631°C , қайнау температурасы: 1635°C . Тығыздығы қалыпты температурада $6,691\text{ г/см}^3$. Сурьменің үш аморфты және кристалды түрі бар. Ең тұрақтысы кристалды сурьме, басқалары төменгі температурада қалыпты сурьмеге айналады. Қалыпты сурьменің кристалдық торы гексагоналды, күмістей ақ метал.

Табиғатта сурьма – Sb_2S_3 (сурьма жарқылы), ал висмут – висмут жарқылы Bi_2S_3 немесе висмут охрасы Bi_2O_3 түрінде кездеседі. Оларды осы қосылыстардан қыздырып, көмірмен тотықсыздандырып алады.

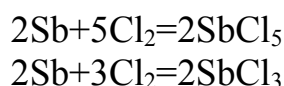


Сурьма мен висмут - морт сынғыш қатты зат. Электр тогын, жылуды нашар өткізеді. Әдеттегі жағдайда олар өте берік, ауада тотықпайды, суда ерімейді. Тек концентрлі күкірт және азот қышқылдары оларды тотықтыра алады.

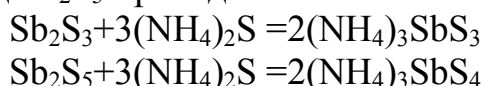
Сурьма ауада 600°C дейін тұрақты. Әрі қарай қыздырғанда Sb_2O_3 -ке дейін тотығады:



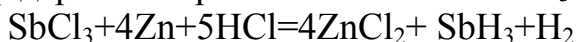
Фтормен бірге сурьма пентафторид SbF_5 түзеді. Фторсутек қышқылы HF -мен әрекеттескенде күшті қышқыл $\text{H}[\text{SbF}_6]$ түзіледі. Сурьма оның ұнтағын Cl_2 -ге қосқанда жанады, ол пентахлорид SbCl_5 және трихлорид SbCl_3 қоспасын түзеді:



Күкіртсутек H_2S Sb(III) және Sb(V) су ерітінділеріне әсер еткенде аммоний сульфидімен $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ әрекеттесетін сарғыш-қызыл трисульфид Sb_2S_3 немесе сарғыш бессульфид Sb_2S_5 түзіледі:



Сутегінің Sb тұздарына әсерінен стибин газы SbH_3 бөлінеді:



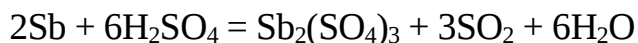
Қыздырған кезде стибин Sb және H_2 -ге ыдырайды.

Органикалық сурьма қосылыстары, стибин туындылары алынған, мысалы, ориметилстибин $\text{Sb}(\text{CH}_3)_3$:

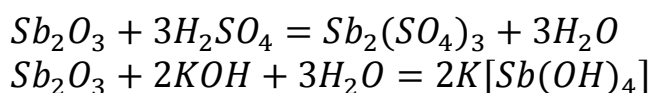
Сурьма концентрлі азот қышқылымен нашар еритін бета-сурьма қышқылын HSbO_3 түзеді:



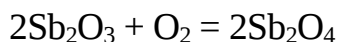
Концентрлі H_2SO_4 -пен сурьма әрекеттесіп, сурьма (III) сульфаты $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$ түзеді:



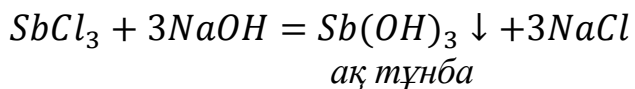
Сурьма +3 тотығу дәрежесін көрсететін тұрақты оксид түзеді Sb_2O_3 . Бұл оксид амфотерлі:



Sb_2O_3 оттегіде $700^\circ C$ -тан жоғары қыздырғанда Sb_2O_4 құрамды оксид түзіледі:

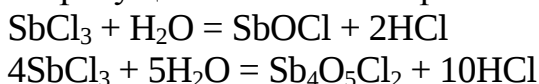


Сурьманың (III) тұзына сілтімен әсер етіп, сурьма (III) гидроксидін алуға болады:



Сурьма гидроксиді (III) – амфотерлі. Ол қышқылда да, сілтіде де ериді. Сурьма (V) оксиді Sb_2O_5 тек гидраттанған күйінде бола алады. Оған сәйкес сурьма қышқылы тек ерітіндіде белгілі.

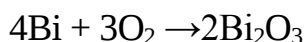
Сурьма тұздары оңай гидролизденеді. Гидроксотұздарының тұнбасы $Sb(III)$ үшін $pH=0,5-0,8$ және $Sb(V)$ үшін $pH=0,1$ басталады. Гидролиз өнімінің құрамы тұз/су қатынасына және реагенттерді қосу ретіне байланысты:



Висмут - элементтердің периодтық жүйесінің V тобындағы хим. элемент, ат. н. 83, ат. м. 208,980. Бір ғана тұрақты изотопы ($^{208}_{83}Bi$) бар. Қосылыстарында 2, 3 және 5 валентті. Күміс түсті ақ металл, морт сынғыш, оңай ұнтақталады, Уақыт өте қою сұр оксидті қабықпен қапталады. Тез балқығыш болып келеді. Буы адам өмірі үшін қауіпті. тығызд. $9,78 \text{ г/см}^3$. Электрондық конфигурация: $5d^{10} 6s^2 6p^3$.

Балқу температурасы: $272^\circ C$, қайнау температурасы: $1564^\circ C$.

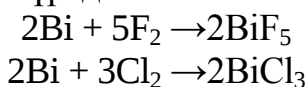
Висмуттың химиялық қасиеттері жеткілікті инертті, ол бөлме және жоғары температурада оттегімен әрекеттеспеуге (тотықтырмауға), сондай-ақ белгілі бір қышқылдармен әрекеттеспеуге мүмкіндік береді. Бірақ қатты қыздырса, ол жанып Bi_2O_3 оксидін түзеді:



Висмут оксиді Bi_2O_3 суда ерімейді, қышқылда ериді. Ол - негіздік оксид. Оған сәйкес висмут (III) гидроксиді де $Bi(OH)_3$ тек негіздік қасиет білдіреді, амфотерлі емес.

Сонымен қатар, висмут (V) оксиді Bi_2O_5 бар. Ол - тек қышқылдық оксид. Сурьма мен висмуттың сутекті қосылыстары стибин SbH_3 , висмутин BiH_3 - өте улы газдар. Олар - күшті тотықсыздандырғыштар. Сурьманың қосылыстары - улы заттар.

Висмуттың фтормен, хлормен, броммен және йодпен әрекеттесуі әртүрлі галогенидтердің түзілуімен бірге жүреді.



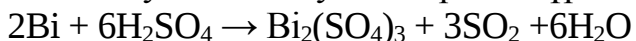
Висмут $70-110^\circ C$ –та динитроген тетроксидімен висмут нитратын түзе әрекеттеседі:



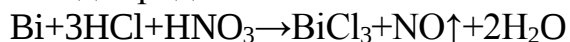
Тұз қышқылымен және сұйылтылған күкірт қышқылымен реакция жүрмейді. Висмутты еріту үшін сұйылтылған азот қышқылын немесе концентрлі күкірт қышқылын қолдануға болады. Азот қышқылымен реакция висмут нитратының түзілуімен және азот оксидінің бөлінуімен жүреді:



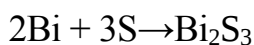
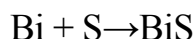
Күкірт қышқылымен реакция висмут сульфатының түзілуімен, күкірт диоксиді мен судың бөлінуімен бірдей жүреді:



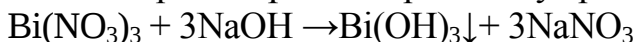
Висмут патша сұйығында ериді:



Висмуттың күкіртпен 510 °С температурада BiS , 300-400 °С - Bi_2S_3 сульфидтерінің түзілуімен жүреді:



Висмут гидроксиді – суда ерімейтін ақ ұнтақ. Оны, мысалы, күшті сілтіні осы металдың еритін тұзымен әрекеттесу арқылы алуға болады:



Сурьма мен висмут техникада әр түрлі құймалар жасау үшін пайдаланылады. Құрамында сурьма бар құйма тотықпайды, қатты болады. Мұндай құймалардан подшипниктер, баспахана әрпін жасайды.

Висмут қосылған құймалардың балку температуралары төмен болады. Оларды автомат өртсөндіргіштер және басқа аспаптар жасау үшін пайдаланылады. Таза висмут атом реакторларында жылу алмастырушы ретінде қолданылады. Висмут (III) тұздары мал дәрігерлігі мен медицинада қолданылады.

Әдебиеттер тізімі:

1. Шоқыбаев Ж. Ә. Бейорганикалық химия: оқу құралы / Ж. Ә. Шоқыбаев. - Алматы : KemeI kitap, 2023. - 408 б.
2. Құлажанов, Қ. С. Бейорганикалық химия : Оқулық / Қ. С. Құлажанов, М. Ш. Сүлейменова, Қ. И. Иманбеков. - Алматы: Дәуір, 2011. - 256 б.
3. Шрайвер Д. Бейорганикалық химия : Екі томдық. Оқулық / Алматы: Полиграфкомбинат ЖШС. Т. 1/П.Эткинс.- 2012.-749б.
4. Шрайвер, Д., Эткинс П. Бейорганикалық химия: Оқулық: 2-томдық. 1-том/Қазақ тіліне ауд. Р.Г.Рысқалиева, А.И. Ниязбаева; ҚР Білім және ғылым министрлігі, ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы. - Алматы: Полиграфкомбинат, 2012. - 760 б.
5. Шолақтегі Ә. Бейорганикалық химия : оқу құралы / Алматы : Alem book, 2023. - 188 б.
6. Ж.Ә.Шоқыбаев, Д.Ә. Қаражанова, М.А.Оразбаева Бейорганикалық химияның теориялық негіздері және элементтер химиясы практикумы // Оқу құралы. Волкова Н.А. Алматы. 2013.-248 б.,
7. Ж.Ә.Шоқыбаев, Д.Ә. Қаражанова Д.Ә., М.А.Оразбаева. Химия есептері мен жаттығулары: Оқу құралы. – Алматы : Абай атындағы ҚазҰПУ «Ұлағат», Алматы - 2020ж. -242 б.

Қосымша әдебиеттер:

1. Н. К. Ахметов Неорганическая химия. – Алматы: КазНПУ им. Абая «Ұлағат». Ч. 1. – 2017. – 220 с.
2. Керімбаева К.З. Бейорганикалық химия. Оқу құралы. - Шымкент. 2015. - 154 б.

Интернет ресурстары:

1. <https://elib.kz/ru/search/>
2. <https://rmebrk.kz/book/69458>
3. <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. <https://academic.oup.com/books?login=true>